



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE PSICOLOGIA

"CONSIDERACIONES PSICOBIOLOGICAS SOBRE EL
LEVANTAMIENTO DE PESAS. PAPEL DE LA TEMPORI-
ZACION EN LA EJECUCION DE LOS EJERCICIOS
CLASICOS EN SITUACION COMPETITIVA"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN PSICOLOGIA

P R E S E N T A:

ROBERTO LAGUNES CORDOBA

DIRECTOR DE LA TESIS:

M. EN C. ALFONSO SALGADO BENITEZ

ASESORA DE LA TESIS:

DRA. DOLORES RODRIGUEZ ORTIZ



MEXICO, D. F.

2004

M. 708728



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A Mis padres: **Roberto y Socorro.**

Por el amor, el apoyo, y muchas veces, la comprensión.

A mis hermanos: **Oscar, Emmeline y Daniela.**

Por el cariño, las vivencias, los recuerdos y todo lo que nos queda por vivir.

A mi tutor: **M en C. Alfonso Salgado Benítez.**

Por el consejo, la guía, el apoyo; y sobretodo, por haberme permitido aprender de mis errores.

A mis sinodales:

- Dra. Dolores Rodríguez
- Lic. Concepción Conde A.
- Dr. Fructuoso Ayala G.
- Dr. Felipe Cruz P.

Por sus consejos y su arduo esfuerzo al revisar y señalar los errores del presente trabajo.

A mis entrenadores:

- Ing. Alfredo Trujillo D.
- Lic. Conrado Jiménez G.
- L.E.F. Rosalba Castro C.

Por la confianza, el apoyo incondicional, por haber contribuido a hacer de mí una mejor persona y lograr que desarrollara mi escaso talento deportivo.

A todos aquellos que me ayudaron durante mi carrera y en la elaboración del presente trabajo, con un agradecimiento especial a:

- Abel A. Villagómez A.
- Adán Galindo A.
- Lic. Arturo I. Allende F.
- Claudia Limón C.
- Dra. Enedina Villegas.
- Lic. Enrique Buzo.
- Dr. Gerardo Hernández
- Mtra. Marisela Brito.
- Mtra. Patricia Meraz R.
- Mtro. Rigoberto León.
- Dr. Rodolfo Delgado L.
- Med. Víctor M. Castro V.

A mis rivales y compañeros, de quienes tanto he aprendido; y con agradecimiento especial a:

- Adrián Guzmán.
- Ahiezher Candanedo.
- César Chaparro.
- Enrique Martínez
- Lic. Eduardo Gaytán
- Lic. Enrique Zárate.
- Horacio Mendoza M.
- Jonathan Aguirre.
- Lic. Miguel A. Carrillo.
- Dr. Oscar Gallegos M.
- Lic. Oscar Jiménez S.
- Soraya Jiménez M.
- Víctor Garza F.

Índice.

Resumen.	-----	1
Introducción.	-----	2
1.- Descripción y características del Levantamiento de Pesas.		
I.- Descripción del deporte.	-----	7
II.- Consideraciones psicobiológicas generales aplicables al Levantamiento de Pesas.	-----	40
2.- Consideraciones de metodología de entrenamiento en el Levantamiento de Pesas. Posible correlato – con mecanismos de plasticidad.	-----	56
3.- Ontogenia del levantador de pesas.	-----	78
4.- Descripción anatomofuncional de los subsistemas involucrados en el Levantamiento de Pesas.		
I.- Subsistemas sensoriales.	-----	88
II.- Subsistemas integradores.	-----	112
III.- Subsistema motor.	-----	134
5.- Análisis de la situación competitiva del Levantamiento de Pesas.	-----	139
6.- Consideraciones sobre la temporización rápida en el Levantamiento de Pesas.	-----	183
8.- Conclusiones.	-----	194
9.- Glosario.	-----	203
Referencias.	-----	207
Anexo. Estudio piloto sobre la psicobiología del Levantamiento de Pesas.	-----	214

Resumen.

El objetivo del presente trabajo es proponer un esquema de interpretación de la situación competitiva del Levantamiento de Pesas basada en el conocimiento actual de las características psicobiológicas del organismo y su interacción dinámica con el ambiente. Al principio se hace una descripción de las características del deporte y una breve descripción de los subsistemas corporales y los factores biológicos y ambientales que consideramos que están involucrados de manera importante en el Levantamiento de Pesas. A continuación se describen algunos aspectos del entrenamiento y el desarrollo del organismo del pesista, sobre la base de las características plásticas y de desarrollo que le permiten adaptarse a las demandas que imponen el entrenamiento y la competición de alto nivel. Enseguida se realizan descripciones más detalladas de los subsistemas corporales y se realizan propuestas de cómo podría funcionar cada uno de ellos por separado y en conjunto en la situación competitiva del Levantamiento de Pesas. Se destacan entre ellos los aspectos de control temporal a cargo del cerebelo, considerando una de las propuestas actuales sobre su funcionamiento. Finalmente se destacan los puntos más importantes del trabajo y se consideran algunas maneras para abordar el estudio de la psicobiología del Levantamiento de Pesas en el contexto funcional de la competencia y el entrenamiento.

Introducción.

La psicología, en una definición muy amplia, es el estudio de la conducta humana y sus manifestaciones. Esto parece particularmente apropiado cuando vemos que el campo de estudio actual de la psicología abarca prácticamente todas las áreas del quehacer humano. Una de estas áreas es el deporte y los fenómenos relacionados con él. El deporte actual tiene implicaciones sociales, económicas y políticas que trascienden, con mucho, el ámbito más o menos limitado de las canchas deportivas. Mucha gente en todo el mundo practica algún deporte o vive de él de alguna manera; y el deporte de alto rendimiento se ha convertido en un importante medio para obtener reconocimiento social, prestigio, fama y a veces riqueza. Es debido a todo esto que los atletas, entrenadores, empresarios, gobiernos y público en general están cada vez más interesados en la comprensión del deporte, y especialmente en los medios para que los atletas obtengan el máximo rendimiento.

El deporte ha sido objeto de estudio de la psicología desde los comienzos del siglo XX y a lo largo de este lapso de tiempo, los psicólogos del deporte se han enfocado en el estudio de muchos de sus aspectos, como son: los motivos que se tienen para practicarlo, cuál es (si es que existe) el perfil psicológico ideal de un deportista en una disciplina deportiva determinada, cómo percibe el atleta su propia capacidad para dedicarse al cultivo de una actividad deportiva en particular, qué métodos pueden utilizarse para mejorar el rendimiento deportivo y qué factores condicionan la percepción que tienen los jueces, el público y la sociedad en su conjunto sobre el deporte y los deportistas; por citar solamente unos pocos de los problemas más trascendentes y estudiados por los psicólogos del deporte (Weinberg y Golud, 1996. Pp. 9-17). Posiblemente el problema más importante y en el que existe mayor grado de acuerdo entre los psicólogos deportivos sea las características y selección de los medios más adecuados para mejorar los resultados deportivos (Weinberg y Golud, 1996. Pp. 271), pero la complejidad del fenómeno y las diferentes orientaciones de la psicología han condicionado que no haya acuerdos generalizados sobre cuáles son los fenómenos más importantes, interesantes o abordables en el ámbito del deporte. Uno de los motivos de esta falta de acuerdo es que las escuelas y corrientes de la psicología estudian y consideran relevantes fenómenos diferentes, pues los paradigmas en que se basan están situados en marcos epistemológicos distintos y muchas veces inconmensurables entre sí (Chalmers, 1998. Pp. 91).

La psicobiología es un intento por comprender la conducta humana, basado en el estudio de las características biológicas del organismo y cómo es que éstas lo capacitan para percibir las influencias del ambiente y actuar de acuerdo con ellas. El ser humano, como otros seres vivos, puede influir en el ambiente a través las acciones que sus características biológicas le permiten realizar; y a su vez es influido por él a través de la información que puede recibir, la manera en que puede procesarla y las consecuencias que tienen sus acciones. La evidencia actual muestra que el ambiente contribuye a determinar incluso la manera en la que los individuos procesan la información; porque influye sobre las características plásticas del sistema nervioso, los contenidos de la memoria y los procedimientos y modos de actuar que aprende el sujeto. En la literatura psicológica abundan los estudios que muestran las diferencias, a veces muy importantes, que existen en los modos de percepción, las habilidades y la manera en que interpretan el mundo dos personas que viven en culturas distintas; al grado de que las normas y los métodos de

estandarización de las pruebas deben considerar las características del ambiente y la sociedad en el que se desenvuelve el individuo. Todo esto ha llevado a una controversia muy antigua, Nurtura vs Natura: ¿Qué determina el comportamiento de una persona, la naturaleza o el ambiente; las capacidades innatas del individuo o las influencias que va recibiendo a lo largo de su vida?

Esto ilustra la gran complejidad de la conducta humana y de los factores que la determinan. Nosotros consideramos que la comprensión cabal de la conducta terminará contemplando ambos aspectos: la conformación biológica del individuo y sus interacciones dinámicas con el ambiente. Cada vez hay más indicios de que los mecanismos plásticos del organismo le permiten reorganizar profundamente aspectos tan complejos de la conducta como las percepciones, las ideas, los pensamientos y los modos de comportarse. Y por si esto fuera poco, la capacidad plástica del organismo no es constante: varía de acuerdo con la edad, la experiencia previa y las características de la estructura o conjunto de estructuras que se consideren.

El deporte en general y el Levantamiento de Pesas en particular es un fenómeno extremadamente complejo, que va mucho más allá de las acciones motoras que se realizan. Sus practicantes están inmersos en un ambiente que les proporciona toda clase de experiencias sociales, familiares, emocionales, físicas, sensoriales y motivacionales. Estas experiencias plantean retos de procesamiento y de adaptación que van variando con el nivel de desarrollo del individuo. La competencia deportiva exige que los subsistemas corporales funcionen adecuadamente, en plenitud, y que los patrones de comportamiento y procesamiento del individuo sean consistentes con los objetivos que se persiguen (hacemos notar que, en lugar de las denominaciones tradicionales de aparato o sistema visual, de memoria, etc. hemos preferido la denominación de subsistema para cada uno de los conjuntos de estructuras que realizan funciones en común. Véase el inicio de la segunda parte del capítulo 1). Y esto es porque el Levantamiento de Pesas es un deporte de ejecución máxima, en el que un levantamiento se concreta en un periodo de tiempo del orden de los 2 a los 9 segundos, y en el que existen reglas y jueces que vigilan el cumplimiento de varios requisitos técnicos. El atleta en ese corto periodo debe enfrentarse a pesas cargadas con tanto peso como sea capaz de soportar (y que frecuentemente sobrepasan su capacidad) y levantarlas de acuerdo con estos lineamientos estrictos. Una competencia está concluida en menos de dos horas, y el resultado que se obtenga representa el trabajo de más de seis sesiones de entrenamiento semanales, con duraciones de entre 2 y 10 horas diarias y llevadas a cabo durante muchos años. Y en todo esto influye el entrenamiento, los compañeros, la sociedad, la educación, la familia, las competencias, el aparato psicobiológico y las capacidades plásticas del levantador, que gracias a los cuales puede reaccionar y desenvolverse en estas situaciones que plantea el deporte competitivo.

Entonces el Levantamiento de Pesas, que es tan sólo una pequeña parte de la actividad humana, reúne en sí toda la complejidad de la conducta, y por eso consideramos que su comprensión cabal requiere el estudio detallado de las características del organismo humano, de cómo responde éste a las exigencias de las muchas situaciones que el deporte le plantea, y de cómo estas situaciones van influyendo en su conformación y su procesamiento. En la actualidad se desconoce mucho más de lo que se sabe acerca de todo esto y no conocemos un intento previo (ni siquiera a nivel descriptivo o especulativo) de

proponer un esquema psicobiológico que trate dar cuenta de la complejidad del Levantamiento de Pesas y de cómo podría abordarse el estudio de algunos de sus fenómenos más relevantes. El propósito del presente trabajo es proponer un esquema de este tipo, basado en lo que se conoce sobre el funcionamiento y la adaptación del organismo y tratando de entender este funcionamiento en el contexto del Levantamiento de Pesas competitivo. En el capítulo 1 realizamos una descripción del deporte, enfatizando sus características motrices, técnicas y biomecánicas; así como algunas consideraciones generales sobre los procesos, subsistemas y características del organismo que consideramos que tienen relevancia para el adecuado desenvolvimiento del deportista en la situación competitiva. En el capítulo 2 se hace un recuento de algunas consideraciones de metodología del entrenamiento deportivo aplicables al Levantamiento de Pesas, tratando de establecer su relación con los fenómenos de plasticidad del organismo. Esto lo consideramos fundamental, porque como lo hemos apuntado, el deporte exige el máximo de las cualidades físicas del organismo, así como de sus subsistemas sensoriales, integradores, motores y homeostáticos; y la manera en la que el deportista se prepara para afrontar los retos de su deporte va a determinar su capacidad para responder a ellos. El entrenamiento constituye la colección y puesta en práctica de todos los métodos de preparación convenientes; es el medio por el cual se desarrolla y se obtiene el rendimiento óptimo de las cualidades, los subsistemas corporales y los esquemas de procesamiento del atleta. Cuando el entrenamiento no se lleva a cabo de la manera adecuada se producen deficiencias de rendimiento, los procesos de plasticidad no funcionan adecuadamente, el atleta no puede desarrollar plenamente sus capacidades, y aparecen las lesiones y el fracaso competitivo; con todas las consecuencias personales y sociales que conllevan.

El entrenamiento va cambiando a través del tiempo porque el organismo también lo hace. La gran mayoría de los levantadores de pesas se inician en su deporte en la niñez tardía o la pubertad, cuando muchos de sus subsistemas corporales no han alcanzado el nivel de desarrollo que tendrán en la juventud y la edad adulta. Por lo mismo, las características del entrenamiento y las exigencias competitivas no serán iguales en los inicios de la carrera deportiva y en la madurez competitiva (entre los 23 y los 29 años). En el capítulo 3 hacemos una breve exposición de lo que se conoce sobre el desarrollo de los subsistemas corporales y la influencia que esto puede tener en la planeación, la dirección del entrenamiento y las exigencias que se imponen al levantador.

En el capítulo 4 hacemos una descripción anatomofuncional de los subsistemas de procesamiento que consideramos que intervienen en el desempeño del atleta en la situación competitiva del Levantamiento de Pesas. Allí describimos la función de los subsistemas sensoriales (visual, auditivo, somatosensorial y vestibular) e integradores (atencional, emocional, motivacional, de memoria y de programación motora) que nos parece que tienen una participación fundamental. Advertimos que no nos ha sido posible encontrar estudios controlados sobre muchos de los procesos que consideramos relevantes en el contexto competitivo del deporte, y debido a eso, nos hemos visto en la necesidad de extrapolar al Levantamiento de Pesas lo que sí se conoce y ha sido investigado en otros ámbitos. También hemos incorporado a nuestra descripción los elementos anatomofuncionales conocidos y establecidos por la investigación básica y la práctica clínica. **Concientes de las limitaciones que esto conlleva, hemos dado a nuestras interpretaciones el carácter de propuestas, susceptibles de ser investigadas con**

estudios controlados. Además hemos elaborado esquemas de funcionamiento de la mayoría de los subsistemas, considerando el apoyo visual que prestan a la exposición de los temas tratados. **Debemos resaltar el hecho de que se trata de esquemas funcionales, no anatómicos; porque lo que nos interesa resaltar en este trabajo es el carácter funcional de los subsistemas en el contexto del deporte.** No se encontrarán ni en los esquemas ni en la descripción elementos celulares o moleculares, salvo algunas excepciones que contribuyan a clarificar el aspecto funcional. **Hacemos notar también que algunos elementos de los esquemas tienen carácter especulativo y los proponemos basados en la evidencia anatómica y funcional. En ningún momento se pretende que algún esquema tenga un carácter prescriptivo o descriptivo; su utilidad reside en sus características expositivas y propositivas.**

En capítulo 5 presenta un análisis de la situación competitiva propiamente dicha. Es el capítulo más especulativo de todo el trabajo, porque las características del deporte y la metodología de que se dispone en la actualidad no permiten el estudio directo de los procesos psicobiológicos en las competencias, a menos que se trate de aspectos que puedan ser filmados u observados de alguna otra manera. La gran mayoría de los estudios sobre Levantamiento de Pesas se han enfocado a sus características biomecánicas y posturales en situaciones controladas, por lo cual los hemos considerado como elementos de apoyo en la descripción o las propuestas que realizamos. Casi todo lo que se expone y se propone en este capítulo es fruto de especulaciones fundamentadas en el conocimiento que se tiene sobre estructura y función de los subsistemas, los estudios sobre la técnica y biomecánica del deporte, así como anécdotas y observaciones informales sobre el comportamiento de los atletas durante las competencias. También aquí se han elaborado esquemas con los mismos propósitos y limitaciones reseñados en el párrafo anterior. La base de los esquemas la constituyen las descripciones elaboradas por algunos investigadores y nuestra interpretación del contexto perceptual y funcional del atleta en la situación competitiva. Apuntamos una vez más el carácter especulativo de lo que se expone ahí. Consideramos que su principal valor reside en señalar aspectos y temas de investigación importantes e interesantes, que podrían contribuir a guiar la investigación de los procesos y eventos que el atleta se ve obligado a afrontar en cada competencia.

En el capítulo 6 se desarrolla en el contexto del Levantamiento de Pesas la propuesta de Richard Ivry (1997) sobre el papel del cerebelo en el control de la temporización rápida. Nos parece que hasta ahora no se ha prestado la suficiente atención al papel de la temporización en el control de la conducta compleja, en parte porque hasta ahora se desconoce la manera exacta en la que se controlan estos procesos. Pensamos que esta propuesta representa un punto de partida útil e interesante para comenzar a abordar estos fenómenos. Su importancia radica en que la rapidez y precisión de los movimientos que se requieren para asegurar ejecuciones exitosas requieren un control temporal estricto de procesos motores, preceptuales e integradores, sin los cuales reducen mucho su eficacia. En el capítulo 7 se discuten algunos de los elementos de nuestra propuesta, señalando la importancia de procesos y fenómenos concretos y cómo pueden estos influir en el levantador. También exponemos nuestras consideraciones sobre la utilidad de distintas metodologías para el estudio psicobiológico del Levantamiento de Pesas y cómo podrían complementarse entre ellas para abordar este estudio. En el capítulo 8 se anotan las conclusiones principales de nuestro trabajo. En el glosario se anotan los términos

principales utilizados en la exposición junto con una breve explicación de cada uno. Los materiales consultados se señalan en la sección de referencias. Por último, en el anexo describimos dos estudios exploratorios realizados por nosotros que consideramos que contienen elementos que pueden resultar útiles en la elaboración de propuestas de investigación formales sobre la situación competitiva del Levantamiento de Pesas. En uno de ellos se plantea la posibilidad de elaborar un cuestionario que permita relacionar las consideraciones psicobiológicas con algunas de las fallas que los levantadores cometen en sus competencias, expresadas en los términos propios de los pesistas y entrenadores. En el segundo se plantea el uso de la metodología observacional, algunas de sus ventajas y limitaciones y los datos psicobiológicos que podrían extraerse de ella analizando la progresión y las características de los levantamientos de cada pesista.

1.- Descripción y Características del Levantamiento de Pesas.

I.- Descripción del deporte.

El Levantamiento de Pesas tiene su origen en tiempos remotos, cuando el hombre levantaba grandes pesos para manipular diversos objetos, tales como piedras, troncos y animales que cazaba como parte de su actividad diaria. En las antiguas civilizaciones esclavistas, los guerreros emplearon ejercicios de fuerza con diferentes tipos de cargas como parte de la gimnasia de aplicación militar. En el antiguo Egipto, los guerreros se preparaban levantando sacos de arena en diferentes formas. En China, hacia finales de la dinastía Chow, la gimnasia con el uso de diferentes cargas formaba parte de la preparación de los soldados. Del mismo modo, en la antigua Persia se desarrolló hace aproximadamente 3,000 años un sistema de gimnasia de fuerza utilizando sacos de arena y piedra conocidos como Verseché Vostoni, que se practicaba en grupos. En la antigua Grecia, esta actividad se realizó ya con un carácter más deportivo. Fue el seis veces Campeón Olímpico Milón de Crotona quien describió por primera vez un entrenamiento sistemático para el desarrollo de la fuerza, narrando la amplia utilización de ejercicios realizados con diferentes implementos de piedra y metal (Cuervo y González, 1991. Pp. 1).

Durante la Edad Media y la Epoca Feudal, las actividades de fuerza conservaron su matiz primitivo. Se conoce su utilización por algunos pueblos guerreros como los vikingos, durante su preparación militar. Fue a finales del siglo XVIII e inicios del siglo XIX cuando el Levantamiento de Pesas adquiere la forma en que lo conocemos actualmente. En esa época se popularizaron en Europa los circos y ferias que tenían entre sus atracciones a "hombres fuertes" que realizaban levantamientos con los más variados objetos, incluidas personas y animales. Fueron ellos quienes, al contribuir a la popularización de las actividades de fuerza, dieron origen a las competencias de levantamientos; de las que surgiría el deporte del Levantamiento de Pesas. Ya hacia finales del siglo XIX surgieron clubs de Levantamiento de Pesas en muchos países europeos, Estados Unidos y Canadá. Se considera que en 1880 surgió el Levantamiento de Pesas organizado con la celebración de las primeras competencias internacionales. Su popularidad como deporte de competición llegó a ser tal, que se le incluyó en el programa de los I Juegos Olímpicos de la Era Moderna, celebrados en 1896 en Atenas, Grecia. La Federación Internacional de Levantamiento de Pesas (International Weightlifting Federation, en inglés) quedó organizada en 1905 como el máximo órgano rector de este deporte a nivel mundial. Considerado deporte peligroso para su inclusión definitiva en los Juegos Olímpicos, el Levantamiento de Pesas no estuvo dentro del programa olímpico durante los Juegos celebrados de 1900 a 1916 (en 1904 se le incluyó como parte del atletismo). En 1920, cuando la IWF tomó forma y carácter definitivos, vuelve a ser incluido el deporte dentro del programa olímpico, del que forma parte hasta la fecha. Desde entonces los ejercicios competitivos, las categorías de peso corporal, la barra y los implementos utilizados en las competencias han variado hasta llegar a sus actuales presentaciones. En 1987 se realiza por primera vez un Campeonato Mundial Femenino de este deporte y en el año 2000 se logra la inclusión del Levantamiento de Pesas Femenino en el programa de los XXVII Juegos Olímpicos celebrados en Sydney, Australia (Cuervo y González, 1991. Pp. 5).

El Levantamiento de Pesas actual está considerado como un deporte de fuerza-velocidad, de participación individual, acíclico, de poca movilidad y de intensidad máxima. De fuerza-velocidad porque el atleta realiza el levantamiento de pesos máximos en condiciones anaeróbicas en un periodo muy corto de tiempo. Individual porque el atleta compete individualmente: cada atleta levanta en solitario. Acíclico porque el final de un levantamiento no marca el inicio de un nuevo levantamiento; el pesista realiza repeticiones aisladas de Arranque o Envión que terminan cuando la barra descende a la plataforma de competencia. Es de poca movilidad porque los movimientos del pesista están restringidos casi completamente al plano vertical, con desplazamiento mínimo en el plano horizontal. Y se considera de máxima intensidad porque durante el levantamiento se contraen rápida e intensamente grandes planos musculares, lo que da lugar a que el gasto de energía por unidad de tiempo sea muy alto (Cuervo y González, 1991. Pp. 15).

Desde 1972, la competencia de Levantamiento de Pesas se realiza en torno a las dos modalidades de levantamiento reconocidas por la IWF, el Arranque y el Envión. Las competencias se realizan siempre respetando este orden en la realización de los ejercicios.

El Arranque es el levantamiento que consiste en llevar la pesa desde su posición de reposo en la plataforma hasta la completa extensión de los brazos por encima de la cabeza del atleta en un solo movimiento. El levantamiento culmina cuando, estando el atleta de pie con la pesa estabilizada por encima de la cabeza, recibe la señal de los jueces para bajarla. (Fig. 1-1).

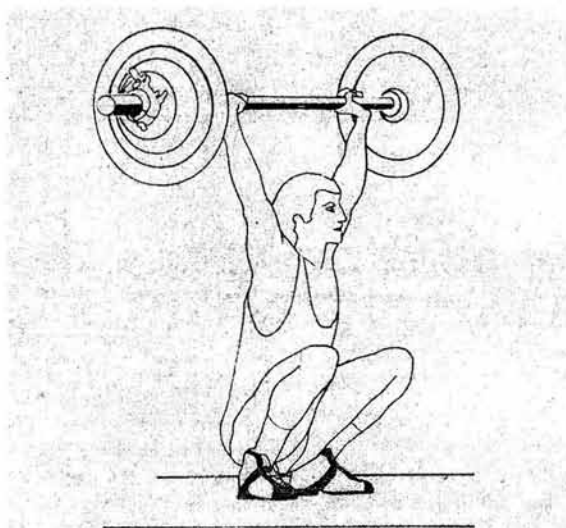


Fig. 1-1.- El Arranque (tomada del libro: "Levantamiento de Pesas. Deficiencias técnicas, pp. 61. Herrera A, 1991).

El Envión es el levantamiento que consiste en llevar la pesa desde la plataforma hasta la completa extensión de los brazos por encima de la cabeza del atleta en dos tiempos. En el primer tiempo (el Clean) se lleva la pesa desde la plataforma hasta su reposo encima de las

clavículas del atleta; en el segundo tiempo (el Jerk o envión propiamente dicho) el atleta lleva la pesa desde la posición anterior hasta la completa extensión de los brazos por encima de la cabeza. (figs. 1-2a y 1-2b) Las características de este ejercicio permiten que los atletas de mayor calificación logren levantar aquí entre un 15 y un 30% más del peso levantado en el Arranque (Cuervo y González, 1991. Pp. 32). Las características biomecánicas y cinemáticas, así como la composición motora de los ejercicios se expondrán más adelante. Los nombres de las dos fases del Envión, Clean y Jerk, se utilizan por convención en idioma inglés. Las traducciones respectivas de los términos son Cargada y Envión, respectivamente, pero se les utiliza muy poco. Está tan extendido el uso de estos términos que incluso existe una castellanización del nombre en inglés del primer tiempo del Envión: Clín.

Los atletas compiten entre sí por categorías de peso corporal. Desde 1998 se reconocen 8 categorías de peso corporal para los hombres: hasta 56, 62, 69, 77, 85, 94 y 105 kg y más de 105 kg, y 7 categorías para las mujeres: hasta 48, 53, 58, 63, 69 y 75 kg y más de 75 kg. Para ingresar en una categoría, el peso corporal del atleta debe encontrarse en el intervalo comprendido entre los límites señalados por la categoría inmediata inferior y la categoría a la que desea ingresar. Por ejemplo, un varón de 84.950 kg de peso corporal ingresará a la categoría de hasta 85 kg. Cualquier atleta que desee ingresar en esta categoría no podrá pesar menos de 77.005 ni más de 85.000 kg. Para ingresar a la categoría de hasta 56 kg en varones y hasta 48 kg en mujeres el atleta no podrá pesar en ningún caso más de 56 o 48 kg, sin límite inferior. Las categorías de más de 105 kg en hombres y más de 75 kg en mujeres no tienen límite superior.

Durante la competencia, los atletas tienen derecho a realizar un máximo de tres levantamientos de cada ejercicio clásico con el peso que ellos deseen. El orden de participación de cada atleta se determina por el peso que solicitan para realizar su primer levantamiento en cada ejercicio. Siempre inician los atletas que levantan el menor peso y al final pasarán a la plataforma de competición quienes levantan más peso. El peso de la barra de competencia nunca puede descender, de manera que el orden de llamada a la plataforma debe ser cuidadosamente revisado. El atleta sólo debe indicar con cuánto peso realizará su primer intento, y de ahí en adelante puede determinar libremente cuánto peso levantará en intentos sucesivos (incluso puede decidir en el último momento modificar el peso con el cual realizará su primer intento). Resulta indispensable que el encargado de llamar a los atletas a la plataforma de competencia (casi siempre el secretario de la competencia) esté atento en todo momento a la variación de los pesos para determinar el orden correcto de llamada de los deportistas. En la tabla 1-1 se ejemplifican los principios básicos para determinar el orden de llamada de los atletas a la plataforma.

Supongamos que la tabla reseña los resultados de una competencia de Levantamiento de Pesas en la modalidad de Arranque. Los cinco atletas participantes reciben cada uno un número por sorteo e indican con cuánto peso realizarán su primer intento. Los pesos de los dos intentos restantes se indican inmediatamente después de realiza un intento anterior. En la tabla, los números entre paréntesis indican el orden de llamada de los atletas y los números en formato grande corresponden al kilaje intentado en cada caso. El punto a la derecha del kilaje indica que el levantamiento fue correctamente realizado; la cruz indica que el levantamiento fue incorrecto.

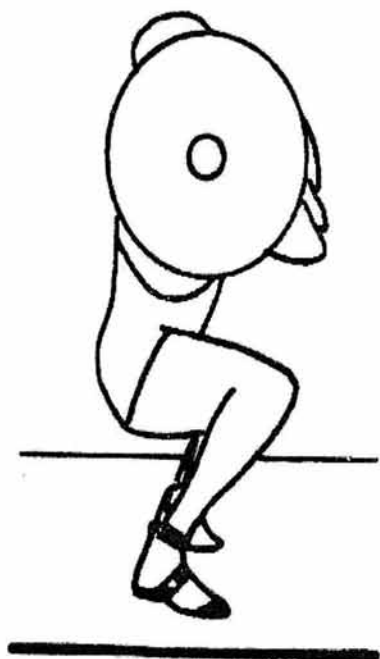


Fig. 1-2a.- El Clean (adaptado del libro: "Levantamiento de Pesas. Deficiencias técnicas pp. 70. Herrera A, 1991).



Fig. 1-2b.- El Jerk (tomado del libro: "Levantamiento de Pesas. Deficiencias técnicas", pp. 74. Herrera A, 1991).

Atleta	1r	2º	3º	Total
1	(1) 100 ^x	(3) 100 ^x	(4) 100 [*]	100
2	(12) 140 [*]	(14) 150 [*]	(15) 155 [*]	155
3	(10) 120 [*]	(11) 130 [*]	(13) 142.5 ^x	130
4	(5) 105 [*]	(7) 110 [*]	(9) 115 [*]	115
5	(2) 100 [*]	(6) 105 ^x	(8) 112.5 [*]	112.5

Tabla 1-1.- Un ejemplo de los resultados obtenidos por los competidores en una competencia en la modalidad de Arranque. Los números en formato normal muestran los kilajes levantados, los paréntesis muestran el orden de llamada a la plataforma. (^{*}) = levantamiento correcto (^x) = levantamiento incorrecto.

Los levantamientos correspondientes al primer intento se anotan en la segunda columna de esta tabla, después del número de sorteo de cada competidor. En este caso, como el atleta señalado con el número 1 es el que solicita menor peso es el que iniciará la competencia. El atleta número 5 abrirá su competencia con el mismo peso, como su número

de sorteo fue más alto, deberá pasar a la plataforma de levantamiento después. El primer atleta falla su primer intento y elige volver a intentar el mismo peso en el segundo; pero no puede pasar inmediatamente a la plataforma porque hay otro atleta que solicita el mismo peso para su primer intento. Corresponde ahora el turno al atleta 5, que realiza correctamente su levantamiento y solicita 105 kg para su segundo intento. Vuelve a pasar el atleta 1 con su segundo intento, que falla nuevamente, de modo que solicita una vez más 100 kg para su último intento; como no hay otro competidor que desee levantar este peso, el atleta 1 debe pasar nuevamente a la plataforma. El competidor consigue realizar el levantamiento y culmina su competencia con un levantamiento máximo de 100 kg. Es este máximo el que cuenta en la tabla de posiciones y el que se tiene en cuenta para todos los desempates. El desempeño del levantador en los otros intentos no tiene ninguna relevancia.

A continuación debe pasar a la plataforma el competidor con el número 4, debido a que, respetando el aspecto creciente del peso levantado, es quien debe iniciar su competencia. Los levantamientos continúan, respetando el orden de sorteo de los atletas y el incremento del peso de la barra. Deben resaltarse dos situaciones fundamentales sancionadas por el reglamento de la IWF: 1) el atleta solicita incrementos de peso en múltiplos de 2.5 kg, que es el mínimo requerido por las reglas técnicas en competencias oficiales (la única excepción se da cuando se realizan levantamientos que pretendan superar un record oficial, en cuyo caso el incremento mínimo es de 0.5 kg); y 2) el hecho de haber fallado un intento no elimina la posibilidad de solicitar un incremento de peso en un levantamiento posterior (obsérvese el caso del atleta 5).

En la tabla de resultados presentada, ningún atleta termina su participación empatado con otro. Cuando esto ocurre, se considera ganador del desempate al competidor de menor peso corporal. Si el empate persiste, se considera ganador a quien haya realizado primero el levantamiento. Las competencias se desarrollan siempre en las dos modalidades, Arranque y Envión. El ganador se determina sumando los totales de cada atleta; es decir, por medio de la suma de sus mejores levantamientos en Arranque y Envión. En caso de empate, se aplican los mismos criterios reseñados anteriormente. En la mayoría de los casos, incluidas las competencias de Campeonato Mundial, se premian por separado a los vencedores del Arranque, el Envión y el Total (la suma de ambos levantamientos). Los vencedores de la competencia son los que consiguen los totales más altos (en Juegos Olímpicos se premia solamente a los vencedores en el Total).

Implementos utilizados durante el desarrollo de la competencia.

Los implementos más importantes utilizados en una competición de Levantamiento de Pesas son la plataforma y la barra.

La plataforma es una tarima hecha de madera, plástico, o cualquier otro material sólido no resbaladizo. Debe proporcionar un apoyo firme y seguro para los levantamientos y debe estar pintada de color diferente al del piso. En caso de que su color sea igual o similar al del piso, el borde de la plataforma debe estar delimitado por una banda de color claramente

diferente de una anchura mínima de 15 cm. Las medidas oficiales de la plataforma son de 4 m de ancho por 4 m de largo, con una altura mínima de 5 cm y máxima de 15 cm.

La barra es el implemento con el cual se realizan los levantamientos. Consta de una barra de metal con camisetas giratorias, discos de diferentes pesos y collarines para sujetar los discos.

La barra de metal tiene diferentes especificaciones para hombres y para mujeres, que se detallan en la tabla 1-2.

Característica	Barra Hombre	Tolerancia	Barra Mujer	Tolerancia
Peso	20 kg	+20 y -10g	15 kg	+15 y -7.5 g
Longitud total	2.2 m	± 1 mm	2.1 m	± 1 mm
Diámetro	28 mm	± 0.03 mm	25 mm	± 0.03 mm
Diámetro de las camisetas	50 mm	± 0.2 mm	50 mm	± 0.2 mm
Distancia entre Camisetas	1.31 m	± 0.5 mm	1.31 m	± 0.5 mm
Anchura del collarín interior	30 mm	± 1 mm	30 mm	± 1 mm

Tabla 1-2.- Especificaciones de las barras para hombre y para mujer.

Peso	Color	Tolerancia
25 kg	Rojo	+25g -12g
20 kg	Azul	+20g -10g
15 kg	Amarillo	+15g -7.5g
10 kg	Verde	+10g -5g
5 kg	Blanco	+10g
2.5 kg	Negro	+10g
1.25 kg	Cromado	+10g
1 kg.	Cromado	+10g
0.5 kg	Cromado	+10g
0.25 kg	Cromado	+10g

Tabla 1-3.- Especificaciones para los discos.

Los discos se colocan en las camisetas giratorias de la barra. Deben estar recubiertos con caucho o plástico y pintados con colores permanentes de acuerdo con su peso. Deben llevar indicado claramente su peso en kilogramos pintado en ambas caras del disco. El color de los discos y su peso respectivo se detallan en la tabla 3. Los discos con pesos de 5 kg o menos deben estar hechos de metal; los discos de mayor peso deben tener un diámetro máximo de 45 cm con una tolerancia de ± 1 mm.

Los collarines tienen la función de sujetar los discos con firmeza e impedir que resbalen o se salgan de la camiseta de la barra. Deben ajustar perfectamente a la barra para proporcionar firmeza y seguridad para el manejo de grandes pesos. El peso de cada collarín es de 2.5 kg y se les considera parte del peso de la barra. El uso de los collarines es obligatorio independientemente del peso que se vaya a levantar. La tolerancia en el peso de los collarines es de tan sólo 10 g.

Existen una serie de implementos secundarios necesarios para la realización de las competencias, como áreas especiales con barras y plataformas destinadas para el calentamiento de los atletas, una vasija con carbonato de magnesio y otra con brea para los atletas que los necesiten (van colocados detrás de la plataforma de competencia), un cronómetro para señalar el tiempo de que disponen los competidores para comenzar sus levantamientos, un equipo electrónico de luces para que los jueces puedan emitir su voto y calificar la corrección de un levantamiento y dar la señal de bajada a los levantadores, entre otros accesorios necesarios para el desarrollo de la competencia. La figura 1-3 muestra la disposición de una sala de competencia típica. El lector interesado puede consultar al respecto el manual de la IWF, edición 2001-2004.

Los oficiales involucrados en el desarrollo de la competencia son: el Jurado, los Jueces, el Controlador Técnico, el Secretario de la Competencia y el Cronometrista. El personal de apoyo está constituido por los cambiadores de discos, el personal médico y los intendentes. La función del Jurado es asegurarse de que se sigan y se apliquen Reglas técnicas de la competencia, los jueces evalúan los levantamientos realizados por los atletas. Los Jueces son nombrados por grupos de tres y un reserva para cada categoría de las competencias. En cada categoría se asigna un juez central y dos jueces laterales. Al término de cada levantamiento, los jueces deben emitir su voto por medio del tablero electrónico de luces o por cualquier otro medio que se esté utilizando para ello. La decisión se impone por mayoría simple: basta con que dos jueces voten por la corrección o incorrección de un levantamiento para que sea declarado como tal. El Controlador Técnico asiste al Secretario de la Competencia en la supervisión de la buena marcha de la misma. El Secretario de la Competencia tiene el control completo de la competencia y cumple con sus funciones en estrecha colaboración con el Jurado y el Controlador Técnico. El Cronometrista controla los tiempos de la competencia por medio del reloj electrónico utilizado en el desarrollo de la misma y su función principal es operar el reloj a fin de señalar el tiempo disponible para cada levantamiento. El personal de apoyo está constituido por los cambiadores de discos, los médicos y los intendentes.

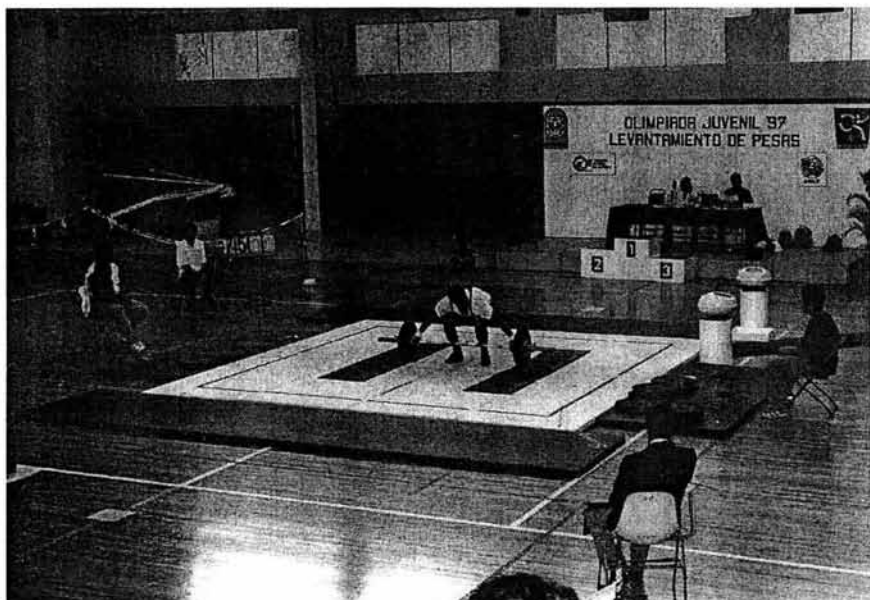


Fig. 1-3.- Una sala de competencia de Levantamiento de Pesas típica. En el centro de la plataforma de competencia se coloca la barra. A ambos lados de la plataforma van los discos y los encargados de cambiarlos. Cerca de la esquina inferior derecha se identifica a uno de los jueces laterales. En el Lado derecho, atrás de los discos se ven los recipientes con magnesita y brea. El reloj no se ve en la foto, pero sí el letrero que indica el peso a levantar por el competidor.

Los Ejercicios Clásicos de Competencia.

Como se mencionó anteriormente, en el Levantamiento de Pesas actual se compite en dos ejercicios clásicos, llamados también modalidades de competición: el Arranque y el Envión. En la presente sección expondremos las etapas básicas en que se les ha dividido para su estudio y enseñanza, y resumiremos las reglas con las que los jueces califican su ejecución durante las competencias. Las descripciones realizadas se basan en su mayor parte en las realizadas por Cuervo y González, 1991 y Herrera A, 1991 (véase referencias). Tanto en ellas como en el capítulo 5 y en el anexo se encontrará una descripción más detallada de las características de los ejercicios y las fallas que pueden presentarse durante su ejecución.

El Arranque.

Ya se dijo que el Arranque es el ejercicio clásico en el que el atleta debe llevar la pesa desde su posición de reposo en la plataforma hasta la completa extensión de los brazos por encima de la cabeza en un solo movimiento. Tanto el Arranque como el Envión han sido divididos en etapas para facilitar su estudio y el entrenamiento de los pesistas. Dichas

etapas se realizan secuencialmente y sin solución de continuidad entre ellas (excepto entre las dos primeras):

- 1.- Posición Inicial.
- 2.- Primer Jalón.
- 3.- Segundo Jalón.
- 4.- Desliz.
- 5.- Recuperación.

Debe insistirse en que aunque las etapas mencionadas están claramente delimitadas, el atleta las realiza secuencialmente y no existen o no deben existir pausas evidentes entre ellas, exceptuando la que suele haber entre las dos primeras. Cualquier detención de la barra va en detrimento de la técnica y reduce las posibilidades de culminar exitosamente el ejercicio, con el añadido de que algunas detenciones son sancionadas por el reglamento con la pérdida del intento (Herrera A, 1991. Pp.35).

1.- Posición Inicial.

Es el comienzo necesario del levantamiento. El atleta debe adoptar la posición más ventajosa para transmitir eficientemente la fuerza y el desplazamiento de sus segmentos corporales a la barra. Al inicio, el atleta se para ante la pesa, con la línea de la barra por encima de la articulación metatarsal-falángica del dedo pulgar y el peso corporal equitativamente distribuido entre ambas piernas. A continuación, el levantador desciende de manera que sus manos hagan contacto con la barra, sujetándola con las manos separadas a una anchura considerablemente mayor que la de sus hombros. Con ello, el atleta se asegura de obtener el mínimo intervalo de recorrido posible para la barra y evita la incorporación anticipada de la fuerza de los brazos al levantamiento. La barra se sujeta firmemente, utilizando casi siempre la técnica conocida como “agarre de gancho”, que consiste en sujetar la barra con los pulgares y el resto de los dedos sujetando al pulgar. Este agarre proporciona la sujeción más firme y segura posible sin el uso de aditamentos externos. A continuación el atleta desciende, colocando el tronco casi paralelo al piso en la medida de sus posibilidades anatómicas, con la espalda hiperextendida, los brazos estirados, las rodillas dobladas, la línea de los hombros por delante de la barra y el cuello extendido y con la mirada al frente (fig. 1-4).

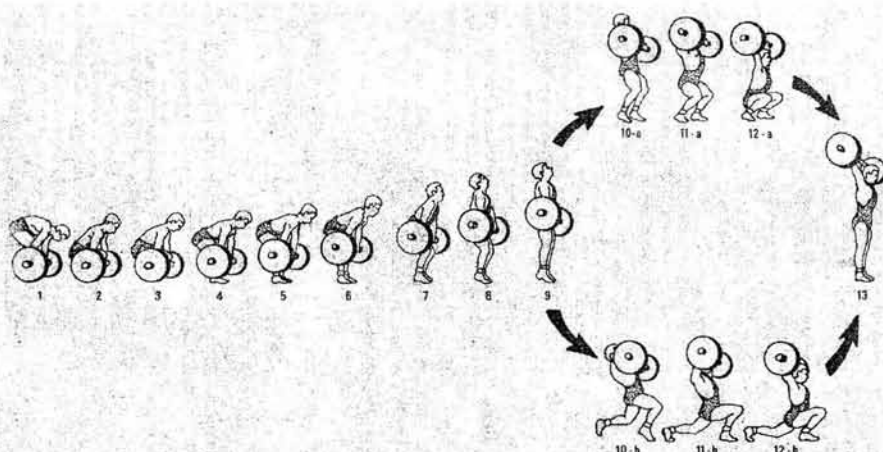


Fig. 1-4.- Secuencia del Arranque. Los números corresponden a las diversas etapas de la realización del levantamiento (ver texto). La parte inferior de la figura donde se muestra la realización del desliz en tijeras no se considera en la descripción debido a que prácticamente ha desaparecido de la competición moderna (tomada del libro: "Levantamiento de Pesas. Deporte de fuerza", pp.25. Cuervo y -- González, 1991).

Muchos atletas, después de adoptar esta posición, hacen movimientos destinados a transmitirle a la barra la energía acumulada e inician la siguiente fase sin solución de continuidad. A esta manera de iniciar se le conoce como arrancada dinámica. Otros levantadores prefieren iniciar desde una posición estática, instantes después de adoptar la posición inicial, conocida como arrancada estática. Ambas están permitidas por el reglamento.

2.- Primer Jalón.

El levantamiento propiamente dicho inicia cuando el atleta despegue la barra del piso, lo cual realiza merced a la extensión coordinada de las piernas y el tronco. Es necesario resaltar que en esta primera fase, son los músculos de las piernas las que aportan la mayor parte de la fuerza requerida, mientras que la extensión del tronco es mucho menos acusada. Como resultado, la cadera se desplaza hacia arriba y la pesa se despega del piso. La barra asciende a ritmo regular, acercándose al levantador, alcanzando y superando el nivel de las rodillas. Al sobrepasar el nivel de las rodillas, toman un papel más activo los músculos del tronco, con el resultado neto de que el atleta flexiona ligeramente las rodillas y éstas pasan rápidamente por debajo de la barra (fig. 1-4; 7), que se acerca hasta rozar el tercio inferior de los muslos del atleta. En este momento se considera concluido el primer jalón y el levantador ha adquirido la posición más favorable para realizar la siguiente fase, considerada la más importante para la conclusión exitosa del levantamiento.

3.- Segundo Jalón.

A partir de la posición anterior, el atleta realiza la contracción enérgica y explosiva de los grandes planos musculares de su cuerpo, con lo que la barra adquirirá su máxima velocidad

y la trayectoria adecuada para la fijación de la pesa por encima de la cabeza. El levantador realiza la extensión coordinada de las piernas y el tronco, seguidas secuencialmente de la elevación sobre las puntas de los pies, la elevación de la cintura escapular (músculos elevadores de la escápula) y finalmente la contracción enérgica de los brazos (fig. 1-4; 8,9). La coordinación temporal adecuada de los movimientos y la obtención de la trayectoria adecuada de la barra resultan críticas para culminar exitosamente el levantamiento. La trayectoria neta de la barra debe ser lo más vertical posible para facilitar la realización del desliz. Debe hacerse notar que una vez realizado el segundo jalón, las características del levantamiento determinan que sea muy poco lo que el atleta puede hacer en etapas sucesivas para corregir las fallas en que haya incurrido.

4.- Desliz.

Una vez terminado el segundo jalón, resultará imposible que la barra alcance la altura necesaria para que el atleta pueda fijarla por encima de su cabeza. Para lograrlo, es el levantador el que debe descender. Esto lo consigue invirtiendo rápidamente la dirección de su propio movimiento, pasando de la completa extensión de su cuerpo a la flexión a fondo de sus piernas mientras conserva el tronco y los brazos extendidos. Al principio, el atleta salta sobre las puntas de sus pies, perdiendo el contacto con la plataforma y desplazándose ligeramente hacia los lados para afirmarlos sobre la plataforma en esta nueva posición. Inmediatamente inicia la flexión de las piernas, que debe ser dinámica para incrementar la velocidad de bajada, aprovechar la trayectoria ascendente de la barra y conseguir la posición firme necesaria para asegurar la estabilidad adecuada al recibirla. Realizada la flexión a fondo de las piernas, el levantador mantiene rígidos los músculos del tronco y los brazos para proporcionar un apoyo firme a la barra que descende. Si la trayectoria de la barra ha sido correcta, el levantador se encontrará en la posición más ventajosa para recibirla e iniciar inmediatamente la última etapa del levantamiento (fig. 1-4; 10a,11a,12a)

5.- Recuperación.

Cuando la trayectoria de la barra es adecuada, la recuperación se limita a que el atleta se incorpore extendiendo las piernas, manteniendo rígidos el tronco y los brazos y establezca su postura en espera de que los jueces le indiquen el momento de bajar la pesa (fig. 1-4; 13). Si la trayectoria no ha sido adecuada, será necesario que el levantador realice esfuerzos físicos complementarios para estabilizarse en la posición baja antes de poder ascender. Sin embargo, con mucha frecuencia esto no es posible y la barra cae a la plataforma.

Reglas de la IWF para la evaluación del Arranque.

Los jueces evalúan la corrección de un intento de Arranque apegándose a los criterios señalados por el manual de la IWF. Debe hacerse notar que no se califica la estética del levantamiento, sino que el atleta no haya incurrido en alguna de las faltas sancionadas por el reglamento con la invalidez de la prueba. Este criterio se aplica también a la modalidad de Envión.

Las faltas que ocasionan la pérdida de un intento en el Arranque son:

1.- El uso de grasa, agua, talco o cualquier otro lubricante en los muslos del levantador. En caso de que algún levantador incurra en esta falta, se le pedirá que se quite el lubricante, y mientras lo hace, el reloj que indica el tiempo disponible para completar el intento seguirá su marcha.

2.- Levantar en suspensión (detener la barra a mitad del camino y continuar el levantamiento desde ahí).

3.- No completar la extensión de los brazos al final de levantamiento.

4.- Tocar la plataforma con cualquier parte del cuerpo que no sean los pies.

5.- Hacer una pausa durante la extensión de los brazos.

6.- Terminar el levantamiento con la fuerza de los brazos.

7.- Doblar y extender los codos repetidamente durante la recuperación.

8.- Salirse de la plataforma durante la ejecución del levantamiento. Esto incluye que los pies o cualquier parte del cuerpo se salga de la línea que delimita la plataforma.

9.- Depositar la barra sobre la plataforma antes de recibir la señal de los jueces.

10.- Dejar caer la barra sobre la plataforma sin acompañarla. El competidor tiene la obligación de “acompañar” la barra (mantener sus manos sobre ella) en su descenso, por lo menos hasta que haya pasado la línea de la cintura.

11.- No poder conseguir, al finalizar el intento, que los pies y la barra coincidan con el plano del tronco.

12.- Exceder el tiempo concedido para comenzar el intento. Se considera iniciado un intento en el momento en que la barra pasa la línea de las rodillas. El atleta tiene un minuto desde que es llamado a la plataforma hasta que inicia el levantamiento. En caso de que el atleta deba pasar a la plataforma dos veces seguidas (ver el caso del atleta 1 en la Tabla 1), dispondrá de dos minutos.

13.- Hacer alguna pausa durante el levantamiento (el levantamiento debe ser continuo).

14.- Que la barra toque la cabeza del levantador o descansa sobre ella.

El Envión.

Como se ha indicado, el Envión es el ejercicio clásico en el que el atleta debe llevar la barra desde su posición de reposo sobre la plataforma hasta la completa extensión de los brazos por encima de la cabeza en dos tiempos: el Clean y el Jerk. El Clean guarda muchos

puntos de contacto con el Arranque, pero sus diferencias con el mismo son sustanciales. Para su estudio se divide en las mismas etapas que el Arranque:

- 1.- Posición Inicial.
- 2.- Primer Jalón.
- 3.- Segundo Jalón.
- 4.- Desliz.
- 5.- Recuperación.

Las diferencias entre el Clean y el Arranque se aclararán en la descripción. Por su parte, el Jerk se divide en:

- 6.- Semiflexión.
- 7.- Saque.
- 8.- Desliz.
- 9.- Recuperación.

Los dos tiempos del Envión se ejecutan uno después de otro, y el atleta no tiene límite de tiempo entre la finalización del Clean y el inicio del Jerk. Sin embargo, como el levantamiento se considera completo solamente cuando han sido ejecutadas ambas etapas, se han numerado todas ellas en sucesión. Al igual que en el Arranque, es necesario que no exista solución de continuidad entre las etapas que constituyen los levantamientos. Las únicas pausas evidentes que no alteran necesariamente la ejecución del Envión se dan entre la posición inicial y el primer jalón, y entre el final del Clean y el inicio de la semiflexión en el Jerk. A continuación, se describen estas etapas.

- 1.- Posición Inicial.

La diferencia más notable entre las posiciones iniciales del Arranque y el Envión es la separación de las manos sobre la barra. Mientras que en el Arranque el competidor puede llegar a tocar los collarines interiores de la barra, en el Envión la separación de las manos es apenas un poco mayor que de la anchura de los hombros (aunque algunos emplean una separación menor o ligeramente mayor). Esto condiciona que el tronco del atleta quede bastante más recto con relación al piso, y el tronco y las piernas están menos flexionados (fig. 1-5). La posición característica del Clean tiende a facilitar el trabajo anticipado de los brazos, uno de los errores técnicos más comunes incluso entre atletas de alta calificación. Sin embargo, esto se ve compensado por tres factores: 1) la posición del tronco, que facilita el despegue de la barra; 2) si el atleta evita el trabajo anticipado de los brazos, la posición de los mismos en el segundo jalón permite que tengan una participación más significativa en las sucesivas etapas del levantamiento; y 3) la altura a la que es necesario subir la barra es menor que en el Arranque. La importancia de este último factor se tratará en las siguientes secciones. Por otro lado, todas las consideraciones hechas en la posición inicial del Arranque son aplicables aquí.

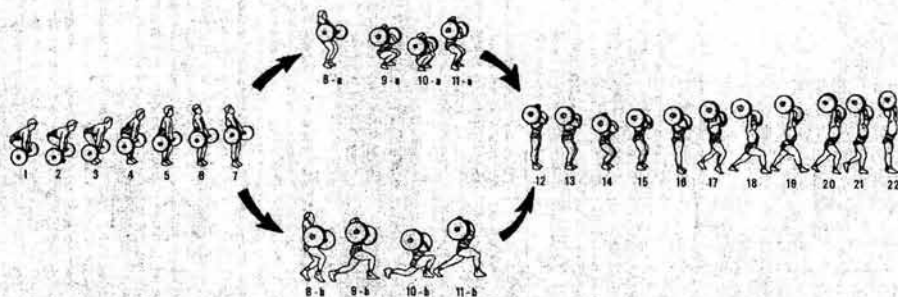


Fig. 1-5.- Secuencia del Envión. Los números corresponden a las diversas etapas de la realización del levantamiento (ver texto). La parte inferior de la figura donde se muestra la realización del desliz en tijeras no se considera en la descripción debido a que prácticamente ha desaparecido de la competición moderna (tomada del libro: "Levantamiento de Pesas. Deporte de fuerza", pp. 33. Cuervo y González, 1991).

2.- Primer Jalón.

La secuencia de eventos en el primer jalón es casi igual en el Arranque y en el Envión (fig. 1-5; 3,4,5). La diferencia más importante reside en que la posición más erecta en el Clean conduce a la tendencia de extender anticipadamente el tronco, lo que puede ocasionar serias complicaciones para la exitosa ejecución del levantamiento. El trabajo de las piernas es aquí todavía más importante que en el arranque porque el peso a levantar es considerablemente mayor, y para que el segundo jalón sea eficaz, el tronco debe permanecer aproximadamente con la misma inclinación durante todo el trayecto de esta etapa del levantamiento.

3.- Segundo Jalón.

Al iniciar el Segundo Jalón, cuando las rodillas del levantador han pasado por debajo de la barra, tiene lugar la contracción enérgica y explosiva de los planos musculares más fuertes del cuerpo, que se realiza de la misma manera que en el Arranque (fig 1-5; 6,7). La barra en este caso subirá menos debido en buena parte a que tiene mayor peso (entre un 15 y un 30% más) que en el Arranque. Al final del segundo jalón, los codos del atleta estén dirigidos hacia arriba con el antebrazo en un ángulo de menos de 90° con relación al brazo. El trayecto mucho menor que debe recorrer la barra y la base de apoyo firme que proporcionan las clavículas del atleta son dos de los factores más importantes que facilitan el manejo de pesos mayores en el Envión. También en este caso es indispensable que el levantador consiga una trayectoria de la barra lo más recta posible para facilitar la estabilidad y la colocación adecuada en el desliz.

4.- Desliz.

El desliz del Clean tiene dos elementos de singular importancia que lo diferencian del desliz del Arranque: el pase de codos y la fijación de la barra sobre las clavículas (fig. 1-5;

8a, 9a, 10a). Debe señalarse también que la posición de los brazos permite al atleta realizar un desliz más profundo y cómodo en el Clean. Mientras desciende, el levantador debe dirigir los codos en un giro hacia abajo y adelante, lo que ocasiona que pasen por debajo de la barra y le proporcionen una base de apoyo firme y segura sobre los hombros y clavículas. Cuando la barra desciende quedará colocada sobre las clavículas, con las manos del atleta por debajo de ella y los codos directamente por delante. Si el desliz ha sido profundo, se ha mantenido el tronco recto y la barra ascendió solamente la altura necesaria para llegar a colocarse sobre las clavículas, se pueden aprovechar los mecanismos reflejos musculares y la energía de deformación elástica de la barra y las articulaciones de las rodillas para realizar inmediatamente la recuperación del levantamiento. En caso contrario, será necesario estabilizar la barra para realizar la recuperación.

5.- Recuperación.

Como se mencionó, la recuperación en el Clean puede facilitarse muchísimo utilizando la energía producida por la deformación elástica de la barra y las articulaciones de la rodilla. Sin embargo, esto requiere que la técnica del levantamiento haya sido realizada correctamente. Si la barra fue proyectada hacia adelante durante el jalón, si el tronco no se mantuvo firme o si hubo diferencias importantes entre la altura máxima que alcanzó la barra y la altura a la que descendió el atleta en el desliz, será necesario que el levantador realice esfuerzos complementarios para estabilizar la pesa, terminando el Clean exclusivamente con la fuerza de las piernas (fig. 1-5; 11a). No es poco común que habiendo realizado estos esfuerzos complementarios, el atleta pierda el dominio de la barra o no pueda incorporarse por falta de fuerza en los músculos de las piernas.

Transición entre el Clean y el Jerk.

Terminado el Clean, el atleta se encuentra de pie, con la barra colocada sobre las clavículas, las manos por debajo de la barra y el peso distribuido más o menos equitativamente sobre ambos pies (fig. 1-5; 12). En este momento, prácticamente todos los levantadores realizan una o varias inspiraciones profundas para recuperarse tras el esfuerzo realizado en el Clean. Si el levantador presenta problemas con la estabilización de la barra, o tiene algún dolor en las clavículas o las manos, tiene derecho a realizar los movimientos necesarios para acomodar adecuadamente la barra y colocar sus pies a la anchura de sus hombros (o a la que le resulte más cómoda). También puede tomar el tiempo que considere necesario para concentrarse en la realización de la siguiente etapa.

6.- Semiflexión.

Una vez preparado, el atleta comienza la ejecución del Jerk realizando la semiflexión. La semiflexión inicia cuando el atleta, sin perder la posición recta del tronco, flexiona ligeramente las rodillas. El ángulo de la flexión depende fundamentalmente de la estatura, las proporciones anatómicas del levantador y el peso de la barra (fig. 1-5; 13, 14). Es un movimiento dinámico que debe realizarse rápidamente para aprovechar el cambio de energía cinética de la barra. Una vez conseguido el ángulo óptimo de flexión, el levantador detiene bruscamente la flexión de las rodillas e invierte el sentido del movimiento de su cuerpo.

7.- Saque.

El saque propiamente dicho consiste en la detención brusca de la semiflexión y la inversión del movimiento del cuerpo y la pesa (fig. 1-5; 15, 16). Los atletas de más alta calificación logran realizar el saque en aproximadamente 0.25 s (Cuervo y González, 1991. Pp. 39). El cambio de dirección se logra extendiendo enérgicamente las piernas y pantorrillas, manteniendo en todo momento la posición recta del tronco. Resulta crítico el mantenimiento de esta postura del tronco, porque determinará que se pueda transmitir la mayor cantidad posible de fuerza de las piernas a la barra, y la trayectoria que ésta seguirá en su camino hacia arriba. La trayectoria ideal que permite el correcto dominio de la barra en el levantamiento es completamente recta. Una inclinación hacia adelante o hacia atrás ocasionará alteraciones de la trayectoria que producirán serios problemas con la fijación de la barra, lo que a su vez culmina con mucha frecuencia con la caída del implemento. Esta es, de hecho, la etapa del levantamiento que representa mayores dificultades para la mayoría de los atletas y el momento en el que se fallan la mayoría de los intentos de Envión en las competencias o en entrenamiento. El porcentaje de intentos fallidos de Envión en las competencias debido a deficiencias técnicas en la realización del saque se estima aproximadamente en un 70% (Ivanov, 1974; Herrera, 1978; Sobo, 1980. Citados por Herrera A, 1991. Pp. 14), que es muy similar al obtenido por nosotros en el nuestro estudio piloto (ver anexo). El resultado neto de la correcta realización del saque es la proyección de la barra hacia arriba siguiendo una trayectoria completamente recta y logrando altura suficiente para que el atleta realice adecuadamente el desliz y la fijación de la pesa. Debe señalarse que la fuerza necesaria para que la barra alcance la altura requerida debe proporcionarse casi exclusivamente con el empuje de las piernas, pues las reglas técnicas prohíben la terminación del levantamiento con la fuerza de los brazos.

8.- Desliz.

El desliz es la etapa del levantamiento que permite al atleta colocarse de la mejor manera posible para recibir la barra con los brazos completamente extendidos (fig. 1-5; 16, 17, 18). Existen dos maneras básicas de realizar el desliz: el desliz en tijeras y el empuje de envión. Ambos tienen características técnicas diferentes, así que deben ser descritos por separado.

Desliz en tijeras.- El desliz en tijeras es, con mucho, el más utilizado. Aunque se carece de datos estadísticos al respecto, no parece exagerado afirmar que más del 90% de los levantadores utiliza este estilo para realizar el desliz. El motivo principal es que con el uso del desliz en tijeras la trayectoria de la barra es más corta y resulta más sencillo obtener la altura requerida para completar el levantamiento. Al terminar el saque, el atleta se encuentra completamente extendido sobre las puntas de sus pies. Para realizar el desliz, debe invertir la dirección del movimiento, apoyándose para ello en la barra. La acción que se realiza es una especie de empujón con los brazos, que permite cambiar rápidamente la dirección del movimiento. Al mismo tiempo, el levantador realiza un pequeño salto que le permite desplazar los pies, uno hacia el frente y uno hacia atrás, apoyándolos firmemente en la plataforma. La posición es tal que la pierna trasera está alejada de la proyección de la barra unas dos veces más que la pierna delantera. El movimiento de las piernas permite colocar el tronco bajo la barra, de manera que al finalizar el desliz los hombros quedan

directamente debajo de ésta. Al final del desliz, la proyección de la barra pasa directamente sobre la línea de los hombros y por en medio de las piernas, asegurando la máxima estabilidad de la posición y la colocación adecuada de la barra para la recuperación.

· Empuje de envión.- La diferencia más importante entre el desliz en tijeras y el empuje de envión es la posición que se da a los pies después del salto (desplante). En lugar de desplazar las piernas hacia el frente y hacia atrás, el levantador realiza un desplante de los pies similar al que se realiza en el Arranque y el Clean, sólo que en esta ocasión la flexión de las piernas es mucho menor. Este tipo de desplante exige que el saque haya sido ejecutado de la mejor manera posible, pues las posibilidades de corregir el movimiento están muy reducidas en este estilo. Por otro lado, debido a que la flexión de las piernas es menor, la trayectoria de la barra hacia arriba resulta más larga y resulta más difícil desplazar el tronco y los hombros bajo ella; aunque hay atletas que emplean este estilo y logran tal flexión de las piernas que prácticamente logran igualar la trayectoria obtenida por los atletas que emplean el desliz en tijeras.

9.- Recuperación.

La recuperación consiste en la adopción de la posición final exigida por el reglamento de competencia: las piernas y el tronco en línea con la barra. Debido a la posición de las piernas, la manera de realizar la recuperación difiere en ambos estilos.

Recuperación del desliz en tijeras.- Una vez estabilizada la posición, el atleta desplaza su peso de la pierna trasera a la delantera, extendiendo y recogiendo ésta última. El movimiento realizado produce que la barra se desplace hacia arriba y hacia atrás, lo que facilita que se recoja la pierna trasera, haciéndola coincidir en la misma línea con la otra (fig 1-5; 19, 20, 21, 22). La transición del apoyo entre una pierna y la otra debe realizarse sin brusquedad para impedir la pérdida de equilibrio y la consiguiente caída de la pesa.

Recuperación del empuje de envión.- Una vez estabilizada la posición, lo único que debe hacer el levantador es extender completamente las piernas para conseguir la posición indicada por el reglamento. Si la apertura de las piernas resulta excesiva, el levantador puede cerrarlas de manera que la apertura coincida con la anchura de los hombros, aunque esto no es necesario si ya se tienen los pies colocados en línea con la barra y el tronco.

Reglas de la IWF para la evaluación del Envión.

Para la evaluación del Envión los jueces adoptan el mismo criterio que el que han utilizado para la evaluación del Arranque: se evalúa la ausencia de las fallas sancionadas por el reglamento, no la estética de la ejecución. Las primeras doce reglas reseñadas para la evaluación del Arranque son iguales en el caso del envión. A ellas se agregan las siguientes que también ocasionan la invalidez del intento:

Durante la ejecución del Clean:

- 1.- Tocar las rodillas con los codos o los brazos durante la ejecución del desliz.

2.- Colocar la barra sobre el pecho antes de realizar el pase de codos.

Durante la ejecución del Jerk:

1.- Realizar cualquier movimiento que parezca una semiflexión y no sea seguida por las restantes etapas del levantamiento. Esto incluye mover el tronco o doblar las rodillas.

2.- Tanto el levantador como la pesa deben estar estáticos antes de iniciar el Jerk. Se penaliza con la pérdida del intento cualquier oscilación de la barra destinada a ganar ventaja para la realización del levantamiento.

El Levantamiento de Pesas implica la manipulación de un implemento externo (la pesa) en los límites de la capacidad de cada levantador. Para obtener los mejores resultados en este deporte (levantar la barra más pesada que sea posible dentro del marco de las reglas de competición), el levantador debe emplear racionalmente todos sus recursos físicos y psicológicos. En términos de teoría y técnica del entrenamiento, a este empleo racional de los recursos del pesista se le denomina técnica, e implica una trayectoria, una secuencia y un ritmo en la ejecución de los movimientos (Cuervo y González, 1991. Pp. 22). La biomecánica del Levantamiento de Pesas intenta descubrir la técnica más racional, la que permite a los atletas obtener los mejores resultados empleando sus recursos en el marco de las leyes de la Física. En otras palabras, los estudios biomecánicos permiten a los levantadores conocer la mejor manera de realizar sus levantamientos de acuerdo con su estructura anatómica, con la finalidad de que puedan levantar la mayor cantidad de peso posible.

El Levantamiento de Pesas está clasificado como un deporte de fuerza-velocidad, y la preparación del levantador enfatiza el desarrollo de estas dos cualidades físicas. La técnica adecuada, derivada de los estudios biomecánicos, prescribe la manera más racional de aprovechar las cualidades físicas del levantador. En esta sección se expondrán los principios básicos de la biomecánica del Levantamiento de Pesas, iniciando con la exposición de los conceptos relacionados con estas dos cualidades físicas fundamentales y continuando con la exposición de la técnica ideal para las dos modalidades de levantamiento prescrita por los estudios biomecánicos. Debe señalarse que no todos los atletas cuentan con las características físicas y anatómicas necesarias para realizar la técnica ideal, y en muchos casos es necesario que el atleta adapte la técnica de manera tal que pueda sacar el mejor partido posible a su conformación física. El estudio detallado de estas adaptaciones rebasa los alcances del presente trabajo.

1.- Conceptos básicos.

La fuerza, en términos físicos, se define como la capacidad de realizar trabajo (Rentsröm, 1999. Pp. XV). Es una magnitud vectorial (con sentido y dirección) que en el contexto del deporte implica el desplazamiento de cargas mediante el esfuerzo muscular del atleta. El concepto de fuerza está estrechamente relacionado con el de trabajo, que se define como la capacidad de desplazar cierta carga durante un trayecto determinado (Rentsröm, 1999. Pp. XV):

$$T = F \times d$$

Donde:

T = Trabajo realizado.

F = Fuerza.

d = Distancia.

El trabajo es una magnitud más útil para el análisis de las características biomecánicas del Levantamiento de Pesas, ya que la fuerza nos da solamente una medida de la activación muscular, mientras que el trabajo implica el desplazamiento de la carga (en este caso, de la barra). De hecho, en Levantamiento de Pesas el trabajo útil realizado por el atleta es aquel que permite que el peso se desplace en el plano vertical. La colocación de la pesa y las características anatómicas del levantador condicionan de manera inevitable que se realice cierta cantidad de trabajo en el plano horizontal, aunque éste debe ser reducido al mínimo para evitar el dispendio innecesario de la fuerza.

La medida del trabajo realizado por el atleta no es suficiente para el análisis biomecánico del Levantamiento de Pesas, ya que en este deporte hay transmisión de peso a través de una cadena cinemática. En términos musculares, una cadena cinemática es un arreglo espacial de grupos musculares que se contraen o relajan sucesivamente para desplazar una carga (Mussa-Ivaldi, Morasso y Zaccaria, 1988). Un ejemplo lo tenemos en el levantamiento de un peso desde la altura de los hombros hasta la completa extensión del brazo por encima de la cabeza. El movimiento inicia con la contracción de los músculos deltoides, que producen la abducción del brazo con respecto al tronco. El resultado de esta contracción es que el peso se desplaza hacia arriba. Cuando el brazo se aproxima a su abducción máxima, el codo comienza a extenderse y los músculos tríceps se agregan al movimiento. Una vez conseguida la abducción máxima, el desplazamiento del peso corre casi completamente a cargo de la contracción de los tríceps hasta el final del movimiento. Los deltoides y los tríceps constituyen así una cadena cinemática sencilla en la que el peso es desplazado en primer término por los deltoides y después por el tríceps. En este ejemplo, aunque los músculos de las piernas, el tronco, la cintura escapular y el antebrazo actúan como estabilizadores, no hay desplazamiento del peso a través de ellos y no se les considera parte de la cadena cinemática.

No todos los planos musculares que constituyen la cadena cinemática tienen la misma fuerza. Es muy común, especialmente en movimientos complejos, que existan planos musculares débiles que interactúen con otros más fuertes. Debido a las limitaciones que impone, el grupo muscular más débil limitará la capacidad de generar trabajo de toda la cadena.

En el Levantamiento de Pesas, las cadenas cinemáticas son largas y complejas, y sus arreglos musculares van de los músculos más fuertes a los más débiles. Por ejemplo, en el Arranque y el Clean las piernas y el tronco son los planos musculares más fuertes y suministran la fuerza necesaria para iniciar el levantamiento. Una vez que han completado su acción, la cadena cinemática debe ser continuada por los músculos mucho más débiles de las pantorrillas, los elevadores de la escápula y los flexores del brazo.

Como los planos musculares que finalizan el movimiento son mucho más débiles que los que lo inician, para realizar exitosamente un levantamiento es necesario que la barra sufra una aceleración positiva por parte de los grupos musculares más fuertes de la cadena cinemática. La aceleración está en relación directa con la velocidad, que se define como la distancia recorrida en un intervalo de tiempo determinado (Rentsröm, 1999. Pp. XV):

$$V = \frac{d}{t}$$

Donde:

V = Velocidad.

d = Distancia.

t = Tiempo.

La velocidad es una magnitud escalar, y en el contexto del Levantamiento de Pesas está relacionada con el tiempo que tarda el levantador en realizar las diversas etapas que constituyen los ejercicios clásicos. La importancia de la velocidad queda de manifiesto en sus relaciones con la aceleración. La aceleración se define como al cambio de velocidad con respecto al tiempo (Rentsröm, 1999. Pp. XV):

$$a = \frac{\Delta V}{t}$$

Donde:

a = Aceleración.

ΔV = Cambio en la velocidad.

t = Tiempo.

Durante el recorrido de su trayectoria, la barra no tiene una velocidad uniforme, sino que va cambiando en una magnitud que depende del intervalo de tiempo que se considere. Las variaciones de velocidad típicas del Arranque (y el Clean) se muestran en la figura 1-6. Los cambios de velocidad más importantes están asociados a cuatro momentos cruciales del levantamiento: 1) el primer jalón, durante el cual la barra sufre una aceleración positiva, aumentando progresivamente su velocidad desde el reposo total en la plataforma; 2) el comienzo del segundo jalón, en el que la barra pierde un poco de velocidad (aceleración negativa) al reajustarse la posición del atleta para pasar las rodillas por debajo de la misma; 3) el segundo jalón, en el que la barra es acelerada hasta que alcanza su velocidad máxima al final del mismo; y 4) el intervalo comprendido entre el final del segundo jalón hasta el instante en que la barra alcanza su altura máxima, experimentando una nueva aceleración negativa que decrecienta su velocidad hasta que ésta se vuelve cero; iniciando después su descenso, que se interrumpe al ser fijada por el atleta en la posición baja del desliz (Garhammer, 1985).

Vemos entonces que en la trayectoria de la barra hay dos intervalos de aceleración negativa y dos de aceleración positiva. Los primeros corresponden a momentos de reajuste postural, en los que la fuerza aplicada al implemento disminuye y la fuerza de gravedad predomina sobre la fuerza aplicada por el atleta. Los intervalos de aceleración positiva corresponden a los instantes en que el atleta aplica fuerza suficiente para vencer el tirón de la gravedad.

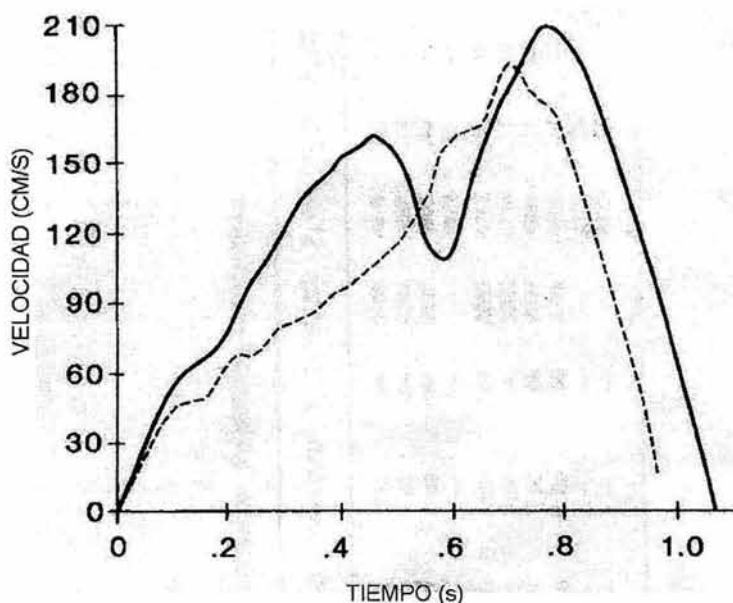


Fig. 1-6.- Velocidad de la barra durante la realización del Arranque (línea punteada) y el Clean (línea continua). La velocidad está dada en centímetros por segundo y el tiempo en segundos. - El primer pico de velocidad corresponde al final del primer jalón y el segundo al final del segundo jalón. La reducción de la velocidad corresponde a los momentos en que se reduce la fuerza aplicada sobre el implemento (tomado del artículo: "Biomechanical profiles of olympic weightlifters". Garhammer, 1985).

Los momentos en que la barra gana velocidad (aceleración positiva) corresponden a los momentos en que se puede aplicar mayor fuerza al implemento; cuando es posible reclutar los grupos musculares más fuertes de la cadena cinemática (los muslos y los extensores del tronco). Una vez terminada la acción de éstos, la barra tiende a perder velocidad porque la fuerza proporcionada por los grupos musculares más débiles no es suficiente para vencer el tirón de la gravedad y mantener la velocidad de la barra. La fuerza que el levantador aplica a la barra queda definida por la ecuación propuesta por Kusnetzov (Fuentes, 2000):

$$F = W(1 + \frac{a}{g})$$

Donde:

F = Fuerza ejercida sobre la barra.

W = Peso de la barra.

a = Aceleración aplicada sobre la barra.

g = Aceleración gravitacional (9.81 m/s^2).

Se puede ver fácilmente que para que la barra logre seguir su camino ascendente, debe recibir una aceleración que por lo menos contrarreste a la de la gravedad. En caso de que

esto no se consiga, la barra comenzará a sufrir una aceleración negativa debida al tirón gravitacional, perderá velocidad y acabará por descender. La aceleración positiva (y por lo mismo, la velocidad de la barra) será proporcionalmente mayor cuanto mayor sea la fuerza que pueda aplicarse al implemento. Los potentes planos musculares de las piernas y el tronco pueden proporcionar la fuerza requerida, pero los músculos elevadores de la escápula y los flexores de los brazos no lograrán hacerlo. Esto se debe a que la fuerza que puede generar un músculo dado, a igualdad de los demás factores, depende directamente de su sección transversal (Cuervo y González, 1991. Pp. 60). En el ser humano, un músculo puede generar una fuerza máxima de entre 3 y 4 kg por cm² de sección transversal. Un levantador de pesas de la categoría +105 kg puede llegar a tener hasta 150 cm² de sección transversal en el músculo cuádriceps (el principal músculo extensor de la rodilla y el que proporciona la mayor parte de la fuerza necesaria en el Levantamiento de Pesas), con lo que puede generar una fuerza de hasta 525 kg (Guyton y Hall, 1997. Pp. 1166). En cambio, los músculos flexores del brazo tienen una sección transversal mucho menor, y su capacidad de producir fuerza es menor también. Si la fuerza producida por los planos musculares más fuertes no es suficiente para proporcionar la aceleración requerida, la barra perderá velocidad, se detendrá, y no obtendrá la altura necesaria para culminar ventajosamente el levantamiento; sin que sea posible a los planos musculares más débiles proporcionar la fuerza necesaria para que la barra obtenga mayor altura. Esto explica la necesidad de que la barra consiga la mayor aceleración posible mediante la acción de los músculos de las piernas y el tronco.

Para obtener la aceleración requerida, el levantador no sólo debe ser capaz de ejercer trabajo (levantar la pesa a la altura requerida), sino que debe hacerlo lo más rápidamente posible. En otras palabras, debe ser capaz de generar potencia. La potencia se define como la capacidad de realizar trabajo en un intervalo de tiempo determinado (Rentsröm, 1999. Pp. XV):

$$P = \frac{T}{t}$$

Donde:

P = Potencia.

T = Trabajo.

t = Tiempo.

Entre menor sea el intervalo de tiempo invertido en la realización del trabajo, mayor será la potencia generada. A un trabajo de 200 kgm (levantando por ejemplo un peso de 200 kg a una altura de un metro) realizado en 2 segundos corresponderá el doble de potencia que al mismo trabajo realizado en 4 segundos (980 contra 490 Watts (W), respectivamente), y también el doble de velocidad promedio (0.5 contra 0.25 m/s en el ejemplo anterior). Como la aceleración es el cambio de velocidad con respecto al tiempo, la aceleración promedio obtenida será también el doble. A mayor cantidad de potencia corresponde una mayor aceleración.

De acuerdo lo expuesto, para que un levantador produzca mayor potencia será necesario que genere grandes cantidades de fuerza en un periodo corto de tiempo. A nivel muscular, eso significa que el levantador debe ser capaz de reclutar una gran cantidad de unidades motoras de manera coordinada, lo cual depende de la organización del sistema nervioso y será objeto de discusión más adelante. También influye de manera decisiva el tiempo de respuesta de las fibras musculares al estímulo nervioso. Se ha comprobado experimentalmente que los diferentes tipos de fibras musculares reaccionan en diferentes tiempos a los estímulos nerviosos (de ahí su nombre de fibras de contracción lenta y fibras de contracción rápida). Los valores medidos indican que ante una potente estimulación nerviosa, las unidades motoras lentas realizan su acortamiento en unos 105 μ s y las rápidas en aproximadamente 35 μ s (Herrera A, 1991. Pp. 15). De acuerdo con esto, un músculo que contenga una mayor proporción de fibras de contracción rápida será capaz de producir mayor potencia, y por consiguiente podrá imprimir mayor aceleración a la barra. Tanto la organización del sistema nervioso como la proporción de las unidades motoras pueden alterarse sólo de manera muy limitada mediante el régimen de entrenamiento adecuado (Platonov, 1988. Pp. 258).

En el Levantamiento de Pesas, el atleta que pueda generar mayor potencia conseguirá también mayor aceleración de la barra, mayor altura en el jalón, y mayor probabilidad de obtener un levantamiento exitoso en caso de que la trayectoria que imponga a la barra sea adecuada (la importancia de este elemento de la técnica es primordial y se analizará en la siguiente sección). Esto ha sido comprobado experimentalmente, y se considera que los mejores levantadores son los que pueden generar mayor cantidad de potencia por kilogramo de peso corporal. La potencia conseguida por pesistas de élite oscila entre 30 y los 40 Watts por kg de peso corporal (W/kg); con valores habituales de entre 28 y 35 W/kg y que varían en dependencia del peso corporal; a menor peso corporal corresponde habitualmente una mayor relación de potencia por kilogramo de peso (Garhammer, 1985).

2.- Técnica del Levantamiento de Pesas

El Levantamiento de Pesas, como el resto de las actividades deportivas, posee una técnica ideal determinada por medio de estudios biomecánicos realizados por numerosos autores. La técnica deportiva ha sido definida como: "el conjunto de métodos y formas de ejecución de los movimientos, que aseguren el aprovechamiento más completo de las capacidades del atleta" (Cuervo y González, 1991). La definición resulta igualmente aplicable al Levantamiento de Pesas. Sin embargo, como los ejercicios clásicos poseen un carácter acentuado de fuerza-velocidad, la técnica de este deporte debe estar dirigida principalmente a garantizar el aprovechamiento máximo de estas cualidades fundamentales.

Como ya se ha indicado, la técnica ideal no resulta igualmente útil a todos los atletas. Existen numerosas variaciones anatómicas, diversos niveles de desarrollo de la fuerza en los distintos planos musculares y diferencias de flexibilidad, entre muchos otros factores físicos y psicológicos. Por lo tanto, la técnica ideal debe ser considerada más que otra cosa como un patrón de programación motora que debe ser adaptado a las necesidades individuales de cada levantador. A la técnica adaptada a las necesidades se le conoce como técnica racional. La técnica, racional o ideal, posee tres tipos de estructura básica que son

analizadas en los estudios biomecánicos: la estructura dinámica, la cinemática y la rítmica (Cuervo y González, 1991. Pp. 22; Herrera A, 1991. Pp. 11). En esta sección se presentarán las características fundamentales de las tres estructuras.

a) Estructura dinámica del Levantamiento de Pesas.

La estructura dinámica del deporte consiste, según Donskoi (1982), en: "...las regularidades de la interacción de fuerzas (dinámica) de las partes del cuerpo humano, entre sí, y con cuerpos externos (medio, apoyo, implemento, compañero, adversario)." (Citado por Cuervo y González, 1991. Pp. 22). En el Levantamiento de Pesas se hace énfasis en la distribución de la fuerza durante la ejecución de los movimientos, que se estudia con la ayuda de diferentes metodologías. En la figura 1-7 se muestra un análisis dinamográfico de la estructura del Arranque y el Clean.

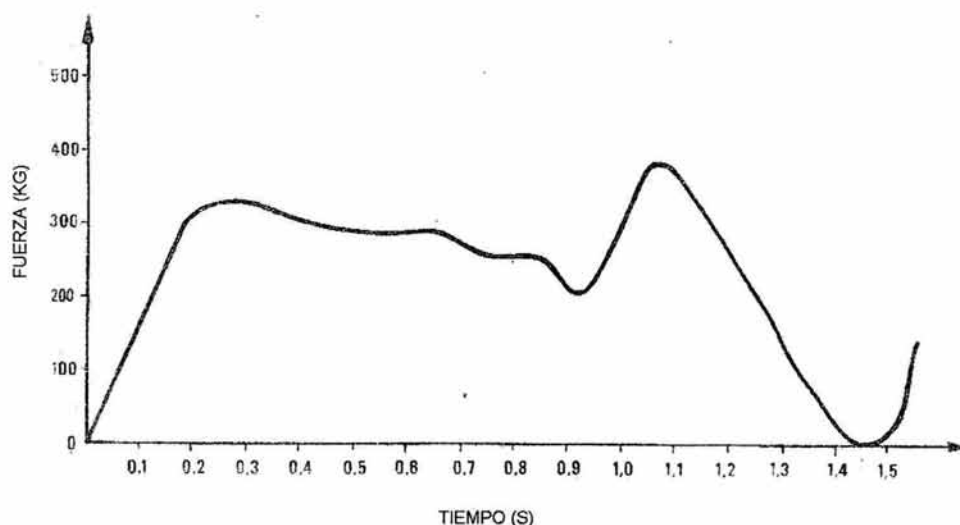


Fig. 1-7.- Dinamograma que muestra la fuerza aplicada sobre la plataforma en el Arranque y el Clean. La fuerza aplicada sobre el apoyo se presenta en kilogramos y el tiempo en segundos. (Ver la descripción en el texto) (Tomado del libro: "Levantamiento de Pesas. Deporte de fuerza", pp. 23. Cuervo y González, 1991).

La gráfica presenta un ejemplo de la estructura dinámica de un intento de Arranque realizado por un levantador de 84 kg de peso corporal con una barra de 150 kg. El eje vertical representa la fuerza total aplicada sobre el apoyo (la plataforma) y el horizontal el tiempo transcurrido desde que el atleta comienza la aplicación de fuerza. A partir del momento cero, el atleta comienza a aplicar fuerza de manera creciente, hasta el punto en que la misma supera la suma de los pesos del atleta y la barra (aproximadamente un 125% de esta suma en el Arranque y un 113% en el Clean); este es el momento en que la barra comienza a despegarse de la plataforma. Conforme se acerca al nivel de las rodillas, la fuerza disminuye hasta el momento en que las rodillas pasan por debajo de la barra (final del primer jalón); la fuerza aplicada aquí varía entre un 70 y un 105% de la suma de los

pesos del atleta y la barra. Durante el segundo jalón, al realizar la extensión enérgica de las piernas y el tronco, el levantador aplica la mayor cantidad de fuerza sobre el apoyo, y ésta puede alcanzar entre el 160 y el 180% de la suma de los pesos del atleta y la barra (con entre un 10 y un 13% menos en el Clean). A medida que progresa el segundo jalón, la fuerza aplicada sobre la barra disminuye al terminar la acción de los planos musculares más potentes (piernas y tronco) e inicia el trabajo de los planos musculares menos potentes (pantorrillas, elevadores de la escápula y flexores del brazo). Terminado el segundo jalón, la fuerza disminuye más todavía hasta llegar a cero en el momento en que el levantador pierde contacto con la plataforma en el desliz. En la gráfica no se muestra, pero durante la finalización del desliz y la recuperación, la fuerza aplicada sobre el apoyo alcanza nuevamente valores similares a los obtenidos durante el primer jalón (Cuervo y González, 1991. Pp. 23).

Observando esta estructura dinámica, resulta más sencillo interpretar la gráfica de velocidad de la barra mostrada a propósito de la discusión sobre la aceleración de la barra en la sección anterior. Los puntos de máxima aplicación de fuerza coinciden con los de mayor aceleración de la barra, mientras que en los momentos en que se aplica menos fuerza, la barra experimenta una aceleración negativa, disminuyendo su velocidad.

En la figura 1-8 se muestra la estructura dinámica del Jerk. En ella, se ve que al inicio de la semiflexión se ejerce una fuerza sobre el apoyo menor a la suma de los pesos del atleta y la barra. Al final de la semiflexión, cuando se inicia el frenado del movimiento descendente, la fuerza sobre el apoyo aumenta progresivamente y continúa haciéndolo durante el desarrollo del saque. La fuerza alcanza su punto máximo justo después del momento en que se inicia la extensión de las rodillas, a partir del cual disminuye hasta llegar a ser cero durante la ejecución del desliz (Herrera A, 1991. Pp. 18).

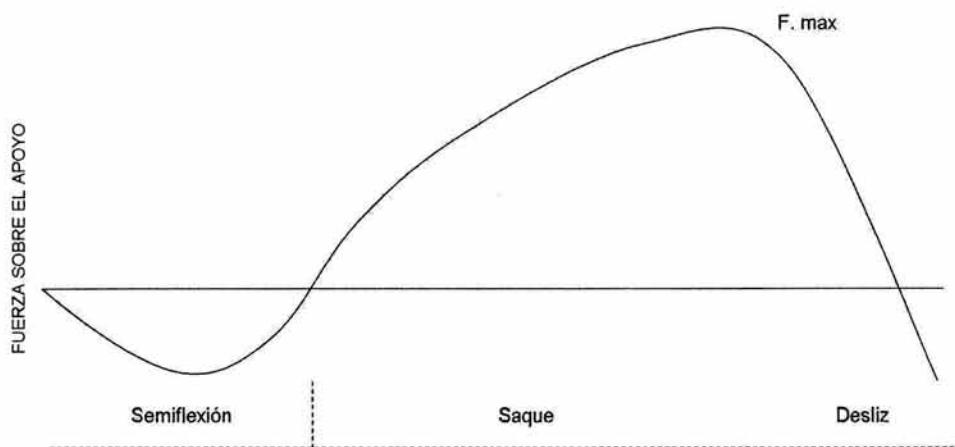


Fig. 1-8.- Estructura dinámica del Jerk. Nótese que el punto de máxima aplicación de fuerza aplica- ción de fuerza es al final del saque, justo después de que el atleta completa la extensión de las rodi- llas (Adaptado del libro: "Levantamiento de Pesas. Deficiencias técnicas", pp.18 por Víctor M. Cas- tro Villela).

b) Estructura cinemática del Levantamiento de Pesas.

La estructura cinemática del deporte consiste en “las regularidades de la interacción entre los movimientos (de los subsistemas y de sus elementos), en el espacio y en el tiempo.” (Cuervo y González, 1991). En el Levantamiento de Pesas, el estudio de la cinemática de los movimientos se centra en la determinación de los desplazamientos de la barra (trayectoria durante el levantamiento), el sistema barra-atleta y sus centros de gravedad. También se estudia el desplazamiento de los diferentes segmentos del cuerpo durante el levantamiento. Los resultados del análisis del desplazamiento de los segmentos corporales ya han sido incorporados a la ejecución y se reseñan en la descripción de los levantamientos; de manera que en esta sección nos concentraremos en el estudio de la trayectoria de la barra y el desplazamiento de los centros de gravedad del atleta y la barra.

Trayectoria de la barra.

En la actualidad, la trayectoria de la barra considerada ideal para las modalidades del Levantamiento de Pesas se ilustra en las figuras 1-9 y 1-10. Fue determinada en primer lugar por V. Druzhinin (1959), quien analizó la trayectoria de la barra en los atletas de mejores resultados competitivos. R. Román (1965) confirmó en sus estudios los resultados obtenidos por Druzhinin, y fue en 1971 que A. N. Vorobiov proporcionó una explicación de la forma de la trayectoria de la barra al demostrar las ventajas que brinda al levantador en la conservación las condiciones de equilibrio del sistema atleta-barra y en la aplicación adecuada de la fuerza sobre el implemento. Los estudios posteriores han confirmado y reforzado las conclusiones de estos investigadores (Citados por Herrera A, 1991. Pp. 27).

La trayectoria de la barra en el Arranque y el Clean es muy similar. Su diferencia principal radica en la longitud del recorrido. Las dos tienen forma de una “S” alargada y los diferentes segmentos de las mismas corresponden a las diversas fases del levantamiento. La trayectoria de la barra es más amplia en el Arranque sencillamente porque las características del levantamiento requieren que se consiga mayor altura. Los pesistas más destacados levantan la barra hasta una altura correspondiente al 62-69% de su estatura en el Clean y entre un 77 y un 80% en el Arranque (Herrera A, 1991. Pp. 112). La trayectoria de la barra en el Jerk es completamente recta y resiente mucho más cualquier desviación.

En la figura 1-11 se observa una comparación entre las trayectorias del Arranque y el Clean. Los puntos indicados por letras dividen la trayectoria en segmentos que corresponden a las diferentes etapas del levantamiento. El punto **a** señala la posición de reposo de la barra, el punto **b** corresponde al final del primer jalón y el principio del segundo jalón. El trayecto de la barra en este primer segmento indica que durante el primer jalón, la barra se desplaza hacia arriba y hacia atrás, acercándose al levantador. Esto no resulta sorprendente si se toma en cuenta que al final del primer jalón las rodillas pasan por debajo de la barra.

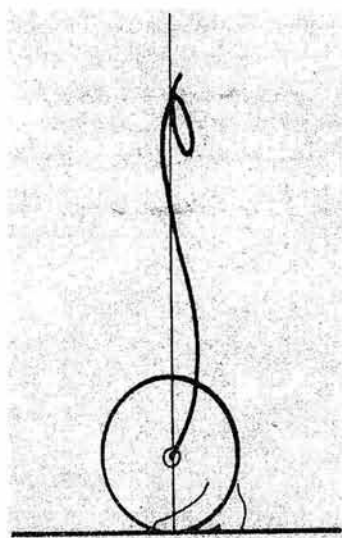


Fig. 1-9.- Trayectoria de la barra en el Arranque.
(tomado del libro: "Levantamiento de Pesas. Defi-
ficiencias técnicas", pp. 34. Herrera A, 1991).

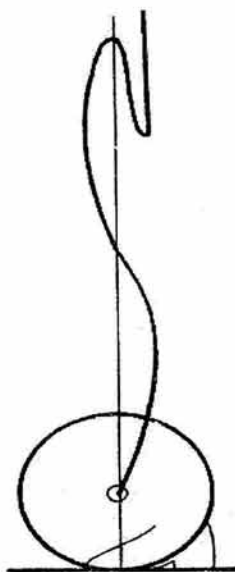


Fig 1-10.- Trayectoria de la barra en el Clean (to-
mado del libro: "Levantamiento de Pesas. Defi-
ciencias técnicas", pp. 42. Herrera A, 1991).

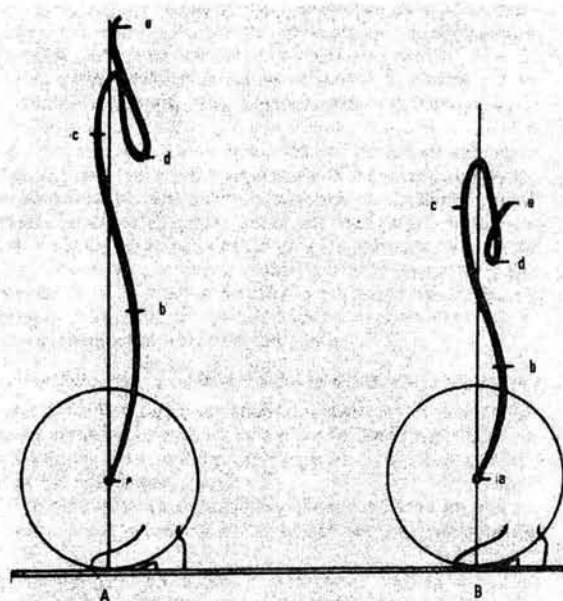


Fig. 1-11.- Comparación de la trayectoria de la barra en el Arranque (A) y en el Clean (B). Nótese la diferencia de la altura a la que sube la barra y el carácter ligeramente más alargado de la trayectoria en el Arranque (tomado del libro: "Levantamiento de Pesas. Deporte de fuerza", pp. 41. Cuervo y González, 1991).

El punto **c** señala el final del segundo jalón, por lo que el segmento **bc** representa la trayectoria de la barra durante la ejecución del segundo jalón. El desplazamiento de la barra continúa hacia arriba y hacia adelante, alejándose del cuerpo del pesista. La desviación hacia adelante en el segundo jalón obedece a muchos factores, es el segmento de la trayectoria más sensible a fallas de todo tipo. La proyección excesiva de la barra hacia adelante constituye uno de los errores técnicos más graves en la ejecución del Clean y el Arranque, y condiciona con frecuencia que sea imposible terminar exitosamente el levantamiento (Herrera A, 1991. Pp. 47). La proyección hacia de la barra hacia atrás también ocasiona problemas en la ejecución del desliz, haciendo que la barra se desplace hacia atrás y dificultando la fijación de la misma (Herrera A, 1991. Pp. 48).

El punto **d** corresponde a la finalización del desliz, por lo que el segmento **cd** señala la trayectoria recorrida por la barra durante la ejecución del desliz. Después de la finalización del segundo jalón, la barra alcanza su altura máxima y comienza a descender, hasta que es fijada por el levantador en la parte más baja del desliz. Durante este trayecto, la barra se desplaza nuevamente hacia arriba y hacia atrás, atraída por el levantador. Si la barra se desplazó demasiado hacia adelante durante el segundo jalón, será muy difícil que el levantador consiga atraerla hacia sí lo suficiente para estabilizarse en el desliz; si la

magnitud del desplazamiento fue adecuada, el movimiento hacia atrás de la barra se obtendrá con facilidad y la estabilidad obtenida será mucho mayor.

El punto e señala la recuperación del atleta y el segmento de ilustra la trayectoria seguida por la barra durante la recuperación (que no se muestra completamente aquí). Como puede observarse, en la recuperación del Arranque la barra tiende a desplazarse ligeramente hacia el frente debido a que el área de apoyo sobre las palmas de las manos del levantador también lo hace. El área de apoyo es mucho más firme en el Clean y sigue completamente la trayectoria del tronco, por lo que su desplazamiento en sentido horizontal es mínimo.

Como trayectoria ideal ilustrada en las figuras presenta amplias variaciones en dependencia de las características anatómicas del levantador, resulta difícil dar valores promedio a la magnitud de los desplazamientos de la barra. No es raro que la altura obtenida por la barra en el Arranque supere el 80% de la estatura del levantador o que el desplazamiento hacia delante de la barra en el segundo jalón sea de tal magnitud que el atleta se vea obligado a dar un salto hacia adelante para recibir la barra. Errores de esta naturaleza son muy difíciles de eliminar, ya que muchas veces no es fácil precisar su causa (Herrera A, 1991. Pp. 51). Sin embargo, la trayectoria de la barra obtenida por los pesistas más destacados se aproxima mucho a la que ha sido señalada como ideal (Garhammer, 1985).

La trayectoria de la barra en el Jerk debe ser completamente recta, como se ilustra en la figura 1-12. Cualquier alteración de la trayectoria traerá como consecuencia la pérdida de equilibrio del levantador, ya que la superficie de apoyo de la barra se reduce al mínimo y los planos musculares involucrados son los más débiles de toda la cadena cinemática. La única manera más o menos eficaz de restaurar el equilibrio es lograr acomodar el tronco bajo la barra mientras esto sea posible, pero la posición forzada de las piernas en el deslíz vuelve esta tarea sumamente difícil. Debido a estas características, la trayectoria de la barra en el Jerk presenta mucho menos variabilidad. Tan es así que, como ya se anotó, la técnica inadecuada en la realización del Jerk es responsable hasta de un 70% de los fallos cometidos en competencia en la ejecución del Envión.

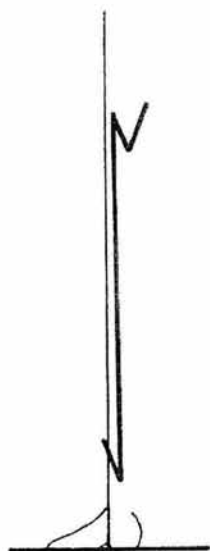


Fig. 1-12.- Trayectoria de la barra en el Jerk (tomado del libro: "Levantamiento de Pesas. Definiciones técnicas", pp. 46. Herrera A, 1991).

Desplazamiento de los centros de gravedad de la barra y el levantador.

El análisis de los desplazamientos de los centros de gravedad de la barra y el levantador es de primordial importancia para determinar la manera ideal de aplicar la fuerza necesaria para manipular el implemento. Como ya se señaló, este análisis fue llevado a cabo por A. N. Vorobiov en 1971 en un intento por explicar por qué la trayectoria de la barra en forma de "S" alargada resulta ideal en la realización del Arranque y el Clean. En la figura 1-13 se muestran los centros de gravedad del levantador (Cg_1), la barra (Cg_2) y el sistema barra-levantador (Cg_3). El centro de gravedad del atleta pasa ligeramente por delante de la línea de los tobillos y el de la barra por la articulación metatarsal del pulgar del levantador (en caso de que la proyección de la barra pase por esta línea, considerada ideal para el levantamiento). Hemos visto que durante la ejecución del primer jalón la barra se aproxima al levantador, acercando los centros de gravedad de ambos y creando de este modo condiciones de equilibrio más estables. Esto permite al pesista obtener condiciones más favorables para la contracción de los músculos de las piernas y la espalda y le da la posibilidad de alcanzar los ángulos óptimos para la contracción de los músculos antedichos (Herrera A, 1991. Pp. 28). Obsérvese que el punto de mayor acercamiento entre los centros de gravedad se obtiene al inicio del segundo jalón, instante del levantamiento en el que se aplica la mayor cantidad de fuerza sobre la barra. Esta situación ilustra el motivo por el cual el jalón debe ser lo más vertical posible. Un jalón vertical aprovecha las condiciones de equilibrio producidas por el acercamiento de los centros de gravedad del levantador y la barra y permite lograr el máximo aprovechamiento de la fuerza para desplazar el implemento lo más cerca posible del cuerpo, de manera que sea más sencillo obtener el equilibrio necesario para fijar la pesa en el desliz.

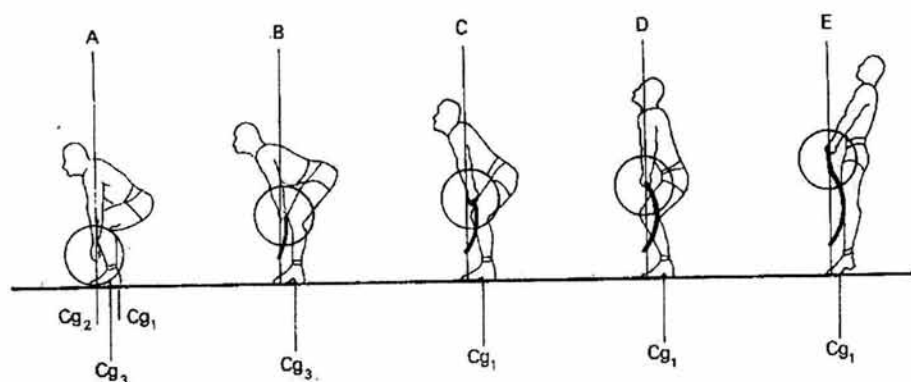


Fig 1-13.- Análisis del desplazamiento de la barra con relación a los centros de gravedad del atleta (Cg1), la barra (Cg2) y el sistema barra-atleta (Cg3) durante la ejecución del Clean y el Arranque. Los momentos considerados son: A) posición inicial; B) primer jalón; C) entrada de las rodillas bajo la barra; D) inicio del segundo jalón; y E) final del segundo jalón. (Adaptado del libro: "Levantamiento de Pesas. Deficiencias técnicas", pp. 28. Herrera A, 1991).

Un último punto a considerar tiene que ver con la segunda curvatura de la trayectoria de la barra. La segunda curvatura es consecuencia del desplazamiento sucesivo de las partes del cuerpo del atleta en su intento de aprovechar al máximo la velocidad del implemento alcanzada en la primera curvatura (Herrera A, 1991. Pp. 27). La barra no puede permanecer completamente pegada al cuerpo porque éste se desplaza ligeramente hacia delante al realizar el desliz. Si la barra se encuentra demasiado pegada al cuerpo, no es raro que el levantador tenga que dar un salto hacia atrás buscando obtener el espacio necesario para completar el desliz (Garhammer, 1985). En consecuencia, la segunda curvatura de la barra plantea un problema que cada atleta debe resolver individualmente con la asistencia de su entrenador: lograr tal desplazamiento de la barra que le permita realizar el desliz con comodidad y que a la vez le permita aplicar al implemento la mayor proporción de fuerza en sentido vertical con tal de que alcance la altura necesaria; sin afectar las delicadas condiciones de equilibrio del sistema barra-levantador y evitando un excesivo desplazamiento hacia el frente y la pérdida de equilibrio del pesista.

c) Estructura rítmica del Levantamiento de Pesas

La estructura rítmica consiste en "las regularidades fundamentales de las correlaciones temporales de ejecución de los diferentes componentes del ejercicio". En el Levantamiento de Pesas cada ejercicio tiene su ritmo propio, con fases acentuadas que son las fundamentales en cada levantamiento (Cuervo y González, 1991. Pp. 24). Los estudios biomecánicos han determinado intervalos de ejecución comunes para la realización de las diversas fases de los levantamientos que se reseñarán a continuación.

La ejecución del Arranque toma desde el inicio del jalón hasta el final de la recuperación entre 2.5 y 3 s en los pesistas de más alta calificación (Cuervo y González, 1991. Pp. 32). El primer jalón lleva un tiempo promedio de entre 0.4 y 0.5 s, el segundo jalón toma de 0.2 a 0.3 segundos y el desliz-recuperación entre 0.9 y 1.5 segundos (Herrera A, 1991. Pp. 13). La velocidad de la barra en cada una de estas fases varía en dependencia del peso corporal del levantador, siendo mayor para las categorías más pesadas. Al final del primer jalón la barra obtiene una velocidad promedio de 1 a 1.4 m/s, al inicio del segundo jalón la velocidad varía entre 1.1 y 1.6 m/s y al final del segundo jalón se pueden alcanzar velocidades de entre 1.6 y 2.15 m/s (Herrera A, 1991. Pp.13). Con esto puede verse que la parte más rápida del Arranque es el segundo jalón y las más lentas el desliz y la recuperación. La segunda parte del jalón debe ser rápida y la trayectoria impuesta a la barra debe ser precisa. Por ello, se considera que el segundo jalón es la parte más importante del Arranque y el Clean y las fallas técnicas que pueden presentarse aquí son objeto de atención especial por parte de atletas, entrenadores e investigadores.

La ejecución del Envión toma desde el inicio del primer jalón hasta el final de la recuperación en el jerk un tiempo aproximado de entre 6 y 9 s en los pesistas de más alta calificación. La velocidad en la ejecución de las fases del Clean es entre 0.15 y 0.3 m/s menor que la del Arranque. En el Jerk, los tiempos aproximados de ejecución son de 0.5 s en la semiflexión y de entre 0.2 y 0.25 s en el saque. La velocidad máxima de la barra es de aproximadamente 1 m/s en la semiflexión y de 2 m/s en el saque (Cuervo y González, 1991. Pp. 39). Por tanto, la fase acentuada en el Jerk es el saque. Herrera (1980) ha establecido que los levantadores que efectúen el saque en un tiempo mayor a los 0.2 s no tendrán resultados destacados a nivel internacional en el ejercicio Envión (citado en Herrera A, 1991. Pp. 11).

Los valores reseñados aquí han sido confirmados por estudios realizados con levantadores participantes en los Juegos Olímpicos de 1984 (Garhammer, 1985) y en el Campeonato Mundial Juvenil de 1999 (Garhammer, 2000).

II.- Consideraciones psicobiológicas generales aplicables al Levantamiento de Pesas.

Para poder sobrevivir, los organismos vivos deben ser capaces de adaptarse y manipular el ambiente con el fin de asegurar su supervivencia y el desempeño adecuado de sus funciones. Para lograrlo, poseen la capacidad de recibir y procesar información de su medio ambiente. La información obtenida de este procesamiento les permite formar una percepción de la realidad y determinar las acciones más convenientes para sobrevivir y lograr sus fines.

El ser humano no es la excepción: debe responder adecuadamente a las exigencias y situaciones que su ambiente le impone. Las situaciones a las que se enfrenta el ser humano exceden con mucho el mero afán de supervivencia, pero las consideraciones anteriores son igualmente válidas en su caso. Por variados y alejados de la finalidad de supervivencia que resulten su ambiente y sus actividades, no dejan de imponer demandas igualmente severas a sus capacidades de procesamiento y adaptación.

Entre las múltiples actividades del ser humano que no tiene una relación directa con su supervivencia se encuentra el deporte. En términos generales, se puede concebir al deporte como una actividad regulada por una serie de reglas arbitrarias que determinan el modo de actuar y relacionarse de sus practicantes y que les imponen demandas físicas y psicológicas muy características. Las diversas clasificaciones de los deportes son muy generales, poco precisas, y carecen de relevancia para nuestro propósito. Como deporte, el Levantamiento de Pesas forma parte integral del ambiente y la cultura del ser humano y es una de las variadas actividades en las que puede involucrarse. Para desempeñarse en ella, los individuos cuentan con las mismas características psicobiológicas que les permiten realizar cualquier otra actividad.

En la sección anterior se describieron las características propias del Levantamiento de Pesas. El levantador de pesas debe adaptarse a la situación propia de su deporte, respetar sus reglas y prepararse para desempeñarse en él de la mejor manera posible. Para lograrlo cuenta con su constitución biológica general, sus características individuales y su capacidad de adaptarse a las demandas de la situación.

Los principios generales de nuestra visión de las relaciones del levantador de pesas con el deporte que practica se resumen en el diagrama 1-1. Consideramos al levantador como un **sistema biológico** que cuenta con una serie de **subsistemas** que le permiten recibir información sobre la situación en la que se haya involucrado, (subsistemas sensoriales), procesar esa información (subsistemas integradores), y ejecutar acciones apropiadas para la realización de la **conducta observable**, que en este caso es el Levantamiento de Pesas (ejecución a cargo del subsistema motor). Además, el levantador cuenta con subsistemas homeostáticos que le permiten mantener el resto de los subsistemas en las mejores condiciones posibles. A su vez, la misma ejecución de la conducta observable estimula a los subsistemas sensoriales del levantador, proporcionando la retroalimentación necesaria para ajustar los patrones de ejecución a las características cambiantes del medio externo.

Las características generales de la conducta observable ya fueron descritas en la sección anterior. El reglamento que sanciona la práctica del deporte intenta estandarizar las condiciones de competición, de manera que sean iguales para todos los participantes. Existen sin embargo variables ambientales como la temperatura, el nivel de humedad, la altura y la presión atmosférica que influyen en las condiciones de competición y que no pueden ser controladas. Estas variables pueden afectar profundamente el desempeño de los atletas, y cada uno debe determinar la manera en que se adaptará a ellas.

A continuación se hace una breve descripción de la manera en que los subsistemas considerados permiten al levantador desenvolverse en la situación competitiva del Levantamiento de Pesas. Se desarrollará una descripción más detallada en capítulos posteriores.

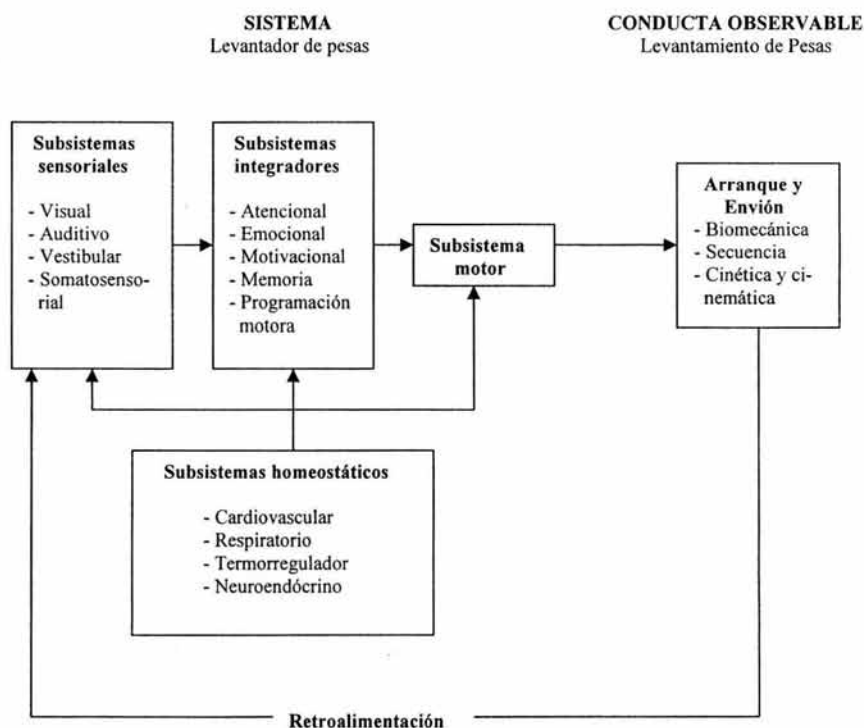


Diagrama 1-1.- Visión psicobiológica de las relaciones entre el levantador de pesas y su deporte. Consideramos al Levantador como un sistema que consta de subsistemas sensoriales, integradores, homeostáticos y un subsistema motor. La conducta de interés en esta exposición es el deporte del Levantamiento de Pesas. Las funciones que desempeñan los subsistemas y los factores involucrados en su funcionamiento se detallan en el texto.

1.- Subsistemas sensoriales.

Los subsistemas sensoriales permiten al levantador obtener la información necesaria para construir una representación de la situación competitiva. La información para el levantador procede de un gran número de fuentes, como los altavoces, el entrenador, la barra, el público, y su propio cuerpo. No toda la información proporcionada por los subsistemas sensoriales se integra a la representación. Uno de los principios básicos del procesamiento de información en el sistema nervioso central es que sólo se utiliza la información relevante en la construcción de las representaciones. En este apartado y durante el resto de este trabajo consideraremos solamente los aspectos más directamente relacionados con la ejecución de los ejercicios clásicos en la situación competitiva.

a) Subsistema visual.

La información visual relevante para el levantador procede principalmente del espacio de competición y la disposición espacial de los implementos utilizados en la competencia (la plataforma, la barra, el área de calentamiento y sus relaciones espaciales); las señales visuales de los jueces, su entrenador, el cronómetro, sus compañeros, sus rivales y el público que acude a la competición; las características y condición de los implementos utilizados en la competencia (incluyendo la manera en que luce la pesa y las irregularidades de la plataforma, la textura de la barra, etc.); y los puntos de fijación visual (puntos de referencia) que contribuyen a mantener el control postural en la ejecución de los levantamientos.

b) Subsistema auditivo.

El subsistema auditivo aporta menos información relevante para la práctica del Levantamiento de Pesas que el subsistema visual. Sin embargo, existen situaciones la percepción auditiva se vuelve fundamental incluso durante una ejecución. Por ejemplo, cuando el levantador no puede ver a los jueces, al público o al su entrenador debido a su desplazamiento durante la ejecución de un levantamiento y necesita saber si ya puede depositar la pesa en el suelo. La información aportada por el sistema auditivo permite al levantador conocer los momentos de llamado a la plataforma, indispensables para un adecuado aprovechamiento del tiempo disponible para el levantamiento; las indicaciones técnicas del entrenador y las señales de los jueces y el público.

c) Subsistema vestibular.

El subsistema vestibular tiene una participación fundamental en este deporte. Algunas de sus funciones principales son: registrar la posición y la aceleración lineal de la cabeza. Esto permite registrar y controlar los cambios de dirección del cuerpo y la cabeza; activar los reflejos posturales necesarios para el mantenimiento y corrección del gesto deportivo. El mantenimiento de las condiciones de equilibrio resulta esencial durante la ejecución de los movimientos en Levantamiento de Pesas, ya que sólo así se logrará aprovechar de manera óptima la fuerza y se mantendrá la postura adecuada en los pronunciados desplazamientos que el atleta necesita realizar en el eje vertical. La información que proporciona el subsistema vestibular se combina y procesa junto con información procedente de los

subsistemas visual y somatosensorial. En conjunto, los tres subsistemas proporcionan la información de movimiento y equilibrio necesaria para regular la ejecución del levantamiento.

d) Subsistema somatosensorial.

El subsistema somatosensorial proporciona información táctil, dolorosa y propioceptiva indispensable para la regulación de la postura y el estado interno del levantador. La información proporcionada por los diferentes receptores que lo integran permite hacer una separación de sus diferentes submodalidades.

Tacto.- Los receptores táctiles, junto con el sistema visual tienen un papel fundamental en la preparación del levantamiento. Los receptores de la mano junto con las señales visuales proporcionan al levantador información sobre la textura de la barra y la magnesia, lo que contribuye a lograr una sujeción óptima de la barra. Este detalle puede parecer trivial, pero tiene una importancia capital en la preparación del levantamiento. Una barra más lisa de lo que el levantador está habituado a manejar producirá inseguridad en el agarre. Esta situación favorece el trabajo anticipado de los grupos musculares débiles de la cadena cinemática, alterando la trayectoria de la barra en el levantamiento, y durante la realización de esfuerzos máximos, esta desviación de la trayectoria condiciona con frecuencia que se falle el intento (Herrera A, 1991. Pp. 38).

Dolor.- El dolor por sí mismo puede disuadir al levantador de efectuar un esfuerzo máximo o incluso de pasar a ejecutar un levantamiento. No es raro que el atleta se lastime durante el calentamiento o la ejecución de un intento en la plataforma de competencia. Aún los dolores leves pueden determinar patrones anómalos de movimiento o aplicación de fuerza, que pueden llevar a la falla de un intento o inclusive a una lesión mayor.

Propiocepción.- La submodalidad propioceptiva es compleja y su papel en el control de la postura no está todavía completamente dilucidado. En el Levantamiento de Pesas, los mecanorreceptores articulares, el órgano tendinoso de Golgi y los husos musculares proporcionan información sobre la distribución de la tensión muscular, movimiento y postura de extremidades indispensable para el control del movimiento (cinestesia), la postura y la percepción del peso durante la ejecución del levantamiento.

2.- Subsistemas integradores.

Las funciones principales de los subsistemas integradores son: integrar la información sensorial en una percepción de la situación competitiva, regular los mecanismos corporales que permiten la ejecución exitosa de los levantamientos, proporcionar retroalimentación a los sistemas sensoriales y motores y determinar las acciones apropiadas para el cumplimiento de los objetivos. Hoy se conoce ya con cierta precisión la localización cerebral de muchas estructuras relacionadas con el procesamiento e integración de la información, pero es poco lo que se conoce sobre la manera en que ésta se integra para construir una representación de la realidad. Los subsistemas que hemos considerado en esta

sección son complejos y no tienen definida una única localización en el encéfalo. El subsistema de memoria, por ejemplo, involucra estructuras diferentes de acuerdo con la cualidad de la memoria considerada. Mientras que la memoria a corto plazo involucra los circuitos reverberantes del hipocampo, la formación de recuerdos a largo plazo involucra también a la corteza prefrontal, entorrinal y por lo menos en parte, al cuerpo amigdalino del sistema límbico (ver capítulo 4).

a) Subsistema atencional.

El subsistema atencional permite al levantador concentrarse en los aspectos internos y ambientales relevantes en la situación competitiva y descartar aquellos que no lo sean. El subsistema atencional es importante en todos los aspectos de la situación competitiva, desde la llamada del levantador a la plataforma hasta a la correcta bajada de la pesa al percibir la señal de los jueces; y tiene una importancia fundamental durante la preparación y la ejecución del levantamiento. Interviene de manera decisiva en reacciones de alertamiento, de enganche a la tarea que se va a realizar y de desenganche de tareas que ya se han realizado, lo cual resulta indispensable para transitar adecuadamente por las etapas de la tarea que se está realizando. La terapéutica proporcionada por la psicología deportiva consiste, en muchos casos, en enseñar a los atletas cómo deben enfocar su atención durante las diversas fases de la situación competitiva, de la ejecución o el entrenamiento (Weinberg y Gould, 1996; Balagué, 1997; Mora, García, Toro y Zarco, 2000). Las deficiencias o faltas de atención ocasionan con frecuencia que se pierda un levantamiento. Por otra parte, el enfoque de la atención en elementos irrelevantes o distractores (por ejemplo, el estado emocional del atleta) dificulta o impide las ejecuciones apropiadas. Muchos psicólogos del deporte consideran que la atención centrada en la ejecución correcta del gesto deportivo es indispensable para la obtención de un alto nivel competitivo (Weinberg y Gould, 1996; Balagué, 1997; Mora, García, Toro y Zarco, 2000).

b) Subsistema motivacional.

En psicología, la motivación se define como el impulso que conduce a los organismos a realizar una conducta determinada (Bakker, Whiting y Van der Brug, 1993. Pp. 20). Las repercusiones de este impulso son ricas y complejas. A nivel psicobiológico y en el Levantamiento de Pesas, puede decirse que la motivación contribuye a regular y optimizar procesos físicos y psicológicos que permiten al atleta realizar las acciones apropiadas para la ejecución de los levantamientos. Las zonas que contribuyen a regular la motivación compleja propia de la situación competitiva son poco conocidas, pero se han localizado zonas importantes en encuentran el área prefrontal, los ganglios basales y grupos de neuronas dopaminérgicas situadas en el área tegmental ventral del mesencéfalo. A este respecto, la investigación psicobiológica es escasa todavía. Sin embargo, los datos encontrados permiten establecer ciertas hipótesis que se expondrán más adelante.

c) Subsistema emocional.

Los estados emocionales pueden facilitar o bloquear prácticamente cualquier conducta. En cualquier momento de la situación competitiva puede darse una activación emocional intensa que puede facilitar o bloquear completamente la ejecución de los atletas. No es raro

que un nerviosismo intenso impida al levantador escuchar la llamada a la plataforma o iniciar el levantamiento. La activación emocional puede provocar activación simpática intensa, la cual produce a su vez reacciones fisiológicas como: dolor abdominal, hipercapnia, taquicardia y sensación de malestar. Estas sensaciones pueden acaparar la atención del competidor e impedir que se concentre en el levantamiento o la competencia. También es posible que la activación emocional facilite la ejecución. Las emociones producidas por la competencia pueden proporcionar impulso adicional para conseguir ejecuciones que difícilmente se hubieran podido dar en otra circunstancia. Abundan los comentarios anecdóticos de atletas que afirman que es necesario un poco de nerviosismo para poder competir a máxima capacidad. La “presión competitiva” tiene su lado positivo para ellos. Existen estudios que respaldan estas afirmaciones, pues se ha comprobado que un nivel moderado de excitación emocional facilita la ejecución de las tareas (ver capítulos 4 y 5). En términos psicofisiológicos podrían interpretarse estos comentarios afirmando que la situación competitiva produce activación emocional mediada por el cuerpo amigdalino, el hipotálamo y el área límbica de asociación multimodal. Esta activación se acompaña de reacciones fisiológicas mediadas por el sistema nervioso simpático, que incluyen la liberación de adrenocorticoideas, aumento de presión arterial, elevación del gasto cardíaco, elevación del ritmo respiratorio y otras que preparan al organismo para afrontar la situación (Guyton y Hall, 1997. Pp. 840). Por otra parte, la activación noradrenérgica producida puede también activar los núcleos reticulares del tallo cerebral, aumentando el alertamiento, la percepción y la activación de la corteza cerebral, lo que permitiría optimizar los procesos perceptivos, integrativos y la planeación y ejecución de conductas encaminadas a conseguir los objetivos competitivos, así como grupos de neuronas dopaminérgicas relacionadas con estados de motivación (ver capítulo 4). Es posible que la facilitación o el bloqueo experimentados por el competidor dependan del grado de activación obtenido y de la percepción que el mismo tenga de sus reacciones fisiológicas.

d) Subsistema de aprendizaje y memoria.

Este subsistema está presente también en todos los aspectos de la situación competitiva del Levantamiento de Pesas. La experiencia previa adquirida durante el entrenamiento y en competencias anteriores va a condicionar tanto la percepción como la ejecución. Un levantador que tenga un patrón de levantamiento adquirido durante sus entrenamientos lo manifestará en la competencia. Los recuerdos de ejecuciones exitosas, fracasos e incidentes ocurridos en competencias anteriores afectarán la conducta del levantador. Proponemos que ciertas submodalidades de memoria pueden afectar al levantador de las maneras siguientes:

Memoria procedimental.- Como ya se dijo, los patrones de levantamiento que el levantador haya adquirido durante su entrenamiento se manifestarán también en competencia. Se ha observado a nivel anecdótico que los levantadores de mayor calificación tienden a mostrar patrones similares de ejecución en situaciones similares. Por ejemplo, un levantador que encorve la espalda durante la ejecución del Clean cuando el peso supera el 95% de su máximo levantado, lo realizará consistentemente en competencias y entrenamiento.

Memoria a largo, mediano y corto plazo.- Los recuerdos de situaciones anteriores similares a las que experimenta el levantador en una competencia pueden afectar su

ejecución, pero resulta difícil predecir cómo se dará esa afectación. Un levantador que haya fallado un intento con el peso que se dispone a levantar en una competencia previa puede recordar el intento fallido, ponerse nervioso y fallar también en esta situación, mientras que otro puede percibir el intento como una nueva oportunidad para lograr el intento que falló en aquella ocasión y sentirse motivado por ello. También se da con frecuencia que el levantador tenga presentes los errores cometidos en competencias anteriores y realice las acciones necesarias para evitar que se repitan, mejorando sus condiciones de ejecución en esta nueva oportunidad. Las situaciones vividas unos minutos antes o durante el calentamiento previo a la competencia pueden afectar al levantador de forma similar.

Así pues, los recuerdos contribuyen a integrar la percepción de la situación competitiva que afronta el levantador. Para la formación de los recuerdos intervienen los mecanismos de aprendizaje propios de los organismos vivos. En este sentido, debe resaltarse la importancia de ciertos aprendizajes mediados por una intensa activación emocional. Cuando un evento se haya ligado a una activación emocional intensa, es más sencillo que se incorpore a los recuerdos del individuo y será también más sencillo que estos recuerdos se recuperen en situaciones similares. En este tipo de aprendizajes interviene de manera decisiva el cuerpo amigdalino (Iversen, Kupfermann y Kandel, 2001). Se ha observado a nivel anecdótico que un levantador que haya sufrido una lesión grave al intentar un levantamiento con cierto peso puede rehuir un intento posterior con ese peso, inclusive en casos en que su recuperación haya sido completa. Este efecto se ha observado también en la práctica de otros deportes (Weinberg y Gould, 1996. Pp. 473 y 474).

e) Subsistema de programación motora.

Este subsistema permite a los atletas generar las órdenes que se traducen en acciones apropiadas para la ejecución de los levantamientos, y abarca las tres áreas de asociación multimodal de la corteza, así como gran cantidad de estructuras de procesamiento como los ganglios basales, el tálamo y el cerebelo. El área de asociación parietal posterior integra una percepción del espacio del levantador y las relaciones que éste tiene con aquel. Sus proyecciones llegan a la corteza prefrontal, cuyas conexiones le permiten considerar las acciones más apropiadas para realizar en la situación considerada. Las áreas de la corteza promotora, el área motora suplementaria, el área motora primaria junto con los sistemas cerebelosos, el tálamo, los ganglios basales y los núcleos del tallo cerebral y la médula espinal permiten organizar el movimiento, que será ejecutado por el sistema motor.

3.- Subsistema motor.

El sistema motor es el ejecutor último de las acciones determinadas por los sistemas de procesamiento. Comprende circuitos nerviosos encefalomedulares (provenientes de la corteza, el cerebelo, los ganglios basales y los núcleos del tallo cerebral), medulares, las unidades motoras y el sistema musculoesquelético. Los nervios motores craneales y espinales llevan la información procesada por el encéfalo y la médula espinal hasta las unidades motoras, que se activan para producir contracciones musculares coordinadas que desplazan los segmentos corporales y general el movimiento. Los propioceptores de los

músculos y articulaciones generan la retroalimentación necesaria para la corrección y el ajuste de los patrones de movimiento en el caso de que ello sea posible.

4.- Subsistemas homeostáticos.

El funcionamiento de los subsistemas homeostáticos permite que las condiciones del organismo se mantengan a un nivel óptimo para la realización de los procesos mencionados arriba. Estos subsistemas se adaptan a las circunstancias cambiantes del medio ambiente y permiten que el organismo pueda responder a sus exigencias. El funcionamiento óptimo de estos sistemas es tan importante como el de los reseñados anteriormente, pues desencadenan las reacciones fisiológicas necesarias para asegurar la supervivencia, el mantenimiento de todas las funciones corporales y la ejecución de las acciones que preservan al organismo.

a) Subsistema cardiovascular.

Su función es asegurar el aporte de los nutrientes, el oxígeno y los elementos necesarios para la función y el metabolismo celular, incluidas las neuronas y receptores que integran los subsistemas sensoriales y de procesamiento. También se encarga de eliminar las toxinas y productos de desecho cuyo acumulo impediría la función celular. Este sistema es capaz de adaptarse a las condiciones del medio ambiente, aumentando el aporte de sangre o disminuyéndolo de acuerdo con los requerimientos de la situación que se enfrente. En condiciones de gran exigencia energética, por ejemplo en la ejecución de un esfuerzo máximo, el gasto cardíaco (aporte de sangre del corazón) puede elevarse hasta seis veces y el flujo de sangre a los músculos hasta 20 veces (Guyton y Hall, 1997. Pp. 219, 1174 y 1175). Pero no solamente en aparato muscular recibe mayor aporte de sangre durante la realización de tareas motoras: las imágenes de resonancia magnética funcional han demostrado que el flujo sanguíneo en las áreas cerebrales aumenta proporcionalmente a su actividad en la tarea considerada. Sin ello, el metabolismo y producción de energía se verían comprometidos ante las intensas demandas que los levantamientos máximos imponen al organismo del atleta. El aporte de nutrientes y la eliminación de desechos resultan indispensables para la recuperación de los esfuerzos realizados en el entrenamiento o la competencia.

b) Subsistema respiratorio.

El subsistema respiratorio cumple dos funciones indispensables para el funcionamiento adecuado del organismo: 1) el intercambio gaseoso entre CO_2 y O_2 que se requiere para llevar a cabo la oxidación biológica, la producción de energía, la eliminación de los productos de desecho (remanentes de la oxidación, H_2O y CO_2) y para contribuir junto con los riñones a mantener el equilibrio ácido-base del organismo por medio del sistema amortiguador $\text{HCO}_3^- / \text{H}_2\text{CO}_3$; y 2) la eliminación de calor producido por la actividad ventilatoria, aunque en los seres humanos la proporción de calor perdido por este mecanismo sea mucho menor en comparación con el del sudor o la convección (Guyton y Hall, 1997. Pp. 998). El patrón respiratorio se altera inmediatamente al anticipar una demanda extraordinaria por parte del organismo, y existen datos que apoyan la idea de que

se altera antes de iniciar la actividad, y no como una respuesta a ella. Al parecer, esta respuesta se da al menos en parte como producto del aprendizaje (Guyton y Hall, 1997. Pp. 575).

c) Subsistema termorregulador.

La gran cantidad de calor generada por el ejercicio debe ser disipada por medio de los mecanismos termorreguladores del organismo. El calor excesivo aumenta la temperatura corporal, que altera y puede destruir la estructura de las proteínas y las membranas de las neuronas, por lo que es indispensable mantenerla en niveles ideales para el funcionamiento óptimo del metabolismo celular. Los mecanismos de control de la temperatura están a cargo de los centros de regulación de temperatura del hipotálamo, donde hay neuronas sensibles a la temperatura que desencadenan toda una serie de reacciones como vasodilatación periférica, sudoración, inhibición de la termogénesis química y temblores de los músculos (Guyton y Hall, 1997. Pp. 994). Estos mecanismos juntos contribuyen eficientemente a la disminución de la temperatura corporal interna, lo que permite que el organismo siga realizando funciones metabólicas normales en condiciones de intensa generación de calor.

d) Subsistema Neuroendócrino.

El subsistema neuroendócrino contribuye a regular prácticamente todas las funciones y reacciones metabólicas del organismo humano, desde las que toman meses o incluso años para llevarse a cabo (como el crecimiento) hasta las que se realizan en intervalos de unos cuantos segundos (como la activación simpática producida por el estrés y la excitación). La acción de las hormonas está regulada por diversos centros encefálicos, entre los que se encuentran el hipotálamo, la hipófisis y el sistema límbico. La activación e inhibición producida sobre las glándulas suprarrenales por el sistema nervioso autónomo está mediada por los neurotransmisores noradrenalina y acetilcolina, que desencadenan la producción de mayores cantidades de estas sustancias que activan funciones corporales necesarias para responder inmediatamente a los estímulos externos (vasoconstricción periférica, alertamiento, aumento de frecuencia cardíaca y presión arterial, dilatación pupilar, etc.) así como liberación de cortisol y otras hormonas involucradas en la producción de energía inmediata para la lucha o la huida. Estas reacciones corporales permiten al levantador preparar adecuadamente al organismo para la realización de los grandes esfuerzos físicos necesarios para el levantamiento de pesos máximos.

Por otra parte, después de la competencia o el entrenamiento, resulta necesario reponer las reservas corporales, reparar los daños sufridos por las estructuras musculoesqueléticas y preparar al organismo para responder nuevamente a demandas similares. Todos estos procesos son regulados también por hormonas que afectan directamente la expresión de diversos genes (hormonas esteroideas) o que mandan señales celulares a través de segundos mensajeros (Alberts et al, 2002. Pp. 831-906). La liberación de estas hormonas corre a cargo también de las estructuras hipotalámicas y la hipófisis, que aseguran la vuelta a la normalidad de las funciones y las estructuras corporales. El control del metabolismo mineral y la eliminación de productos de desecho producidas por el ejercicio, así como las sensaciones de hambre, sed, sueño y otras que conducen al levantador a satisfacer sus necesidades de nutrientes y descanso necesarios para la recuperación están mediadas

también por el sistema neuroendócrino a través del eje hipotálamo hipofisiario (Guyton y Hall, 1997. Pp. 1009-1098).

5.- Factores involucrados en el funcionamiento óptimo del sistema.

Para que el sistema (el levantador) funcione de manera adecuada, deben concurrir una serie de factores que afectan su constitución (genéticos), su funcionamiento (bioquímicos, biofísicos y fisiológicos), su desarrollo (educativos, interacción con el medio ambiente y políticas deportivas) e incluso la manera en que ha quedado configurado a través de las generaciones (evolutivos). Todos ellos afectan al sistema de maneras diversas y a menudo decisivas. Algunos han sido ya bastante estudiados y se conocen bien sus efectos, mientras que otros permanecen bajo estudio y revisión constantes. A continuación se reseñarán brevemente algunos de sus efectos mejor conocidos.

Factores genéticos.

Los factores genéticos afectan directamente la constitución del levantador y la expresión de sus características físicas y probablemente psicológicas. La talla, la proporción entre los segmentos corporales, el biotipo corporal, la proporción entre fibras musculares de contracción lenta y rápida, las inserciones musculares, la expresión de enzimas relacionadas con la recuperación, el desarrollo y la contractilidad muscular, la anchura de huesos, la constitución del cartílago y el colágeno, son algunas de las muchas variables determinadas por el genoma que son bien conocidas por determinar las potencialidades del pesista y su posible desarrollo futuro. Un pesista con gran proporción de fibras musculares de contracción lenta difícilmente logrará generar la potencia necesaria para obtener la trayectoria óptima de la pesa. Un colágeno de “baja calidad” no soportará el estrés traumático al que se ven sometidas las estructuras de los tendones y las articulaciones en el entrenamiento diario.

El factor genético ha sido asociado también en los últimos años con la susceptibilidad a ciertas enfermedades y la expresión de algunas características psicológicas (Ridley, 2001. Pp. 185). Las demandas del entrenamiento de alto rendimiento exigen al atleta un buen estado de salud y óptimas capacidades de recuperación. Así mismo, se conoce que la expresión de ciertas hormonas, como la testosterona, influye en la expresión de ciertas características psicológicas necesarias en el deporte de competición, como la agresividad y la competitividad (Ridley, 2001. Pp. 181). Es cierto que la expresión de muchos de estos rasgos parece involucrar la acción de grandes grupos de genes en estrecha interacción con el medio ambiente, pero no debe perderse de vista que en última instancia, el sistema sólo podrá ejecutar las acciones que le permita la manera en que está constituido; y esta constitución depende directamente de su patrimonio genético y sus posibilidades de expresión.

Factores bioquímicos.

Los factores bioquímicos involucran todas las reacciones metabólicas que permiten el funcionamiento del ser vivo, tanto las anabólicas (síntesis de sustancias) como las

catabólicas (degradación de sustancias). Gracias a estos procesos, el organismo puede recuperarse de los esfuerzos realizados, sustituir proteínas y estructuras dañadas por otras nuevas y funcionales, y quedar en condiciones de retornar a la actividad. En el Levantamiento de Pesas se incitan de manera importante todos los sistemas bioquímicos del cuerpo, tanto los anabólicos como los catabólicos.

Entre estos sistemas ocupan un lugar destacado aquellos que proporcionan abasto energético al organismo. Ya se dijo que el Levantamiento de Pesas es un deporte de intensidad máxima, con gran consumo de energía por unidad de tiempo, y debido a que los ejercicios se realizan en intervalos de entre 1 y 10 segundos, el sistema energético que proporciona la energía instantánea para la realización de la actividad es el del ATP – fosfocreatina, adaptado para el trabajo en condiciones anaerobias. La eficiencia de las enzimas, especialmente la creatinfosfoquinasa II (Zorzano y Gumá, 1991), es indispensable para que esta vía metabólica proporcione energía eficientemente. La energía necesaria para mantener el entrenamiento durante el tiempo requerido depende de enzimas adicionales que también varían en eficiencia de individuo a individuo (Zorzano y Gumá, 1991).

Los procesos de recuperación energética siguen los mismos principios y alcanzan su máximo nivel inmediatamente después del entrenamiento (Zorzano y Gumá, 1991). Los procesos de reparación y sustitución de tejidos tienen lugar especialmente durante el sueño nocturno por mediación de la hormona de crecimiento, así como también la reposición de los depósitos de oxígeno muscular. Es bien conocido a nivel anecdótico que los atletas capaces de recuperarse más rápidamente de las demandas impuestas por el entrenamiento son los que obtienen mayor provecho del entrenamiento y consiguen un nivel deportivo más elevado. El entorno hormonal particular, la eficiencia enzimática, la calidad y cantidad de nutrientes (carbohidratos, grasas, proteínas, vitaminas, minerales y otros) y la disponibilidad de sustratos determinan de manera general la eficiencia de los procesos de adaptación, reparación y el nivel de sollicitación que será capaz de generar el atleta tanto en entrenamiento como en competencia. La metodología moderna del entrenamiento y nutrición deportiva permiten determinar con gran precisión el momento en el que el atleta alcanzará su forma deportiva óptima por medio de la manipulación de estas variables.

c) Factores biofísicos.

Los principales factores biofísicos que intervienen en el Levantamiento de pesas tienen que ver con las propiedades intrínsecas de los tejidos constituyentes del cuerpo del pesista. Entre ellas están la resistencia de los tejidos, las características de los brazos de fuerza y de palanca de las diversas articulaciones y la disposición, conformación y tamaño del esqueleto óseo.

Los huesos y los músculos están relacionados entre sí, no sólo porque los músculos condicionen el movimiento de los planos óseos, sino también porque las características de unos influyen en los otros. Por ejemplo, la fuerza que las cargas externas o la gravedad ejercen sobre los músculos abductores, extensores y flexores de la pierna depende directamente de la disposición del esqueleto de la pierna. Así mismo, variando la posición de los pies podemos reducir la fuerza que los músculos abductores deben generar para soportar la pierna. Lo ideal es colocar los pies en línea con la cabeza del fémur (Benedek y

Villars, 1973. Pp. 3-24). Los levantadores de pesas no acostumbran utilizar una posición de los pies tan cerrada como la que esta consideración implica, pues les dificultaría la adopción de la posición inicial. Sin embargo, esto ilustra el principio de que los factores posturales como la colocación de los pies están influidos por la disposición de los huesos y la fuerza de los planos musculares que se insertan en ellos y los mueven. Esto también contribuye a explicar por qué a algunos levantadores les resulta más cómoda una cierta separación de los pies y a otros otra. Por otra parte, los déficits musculares pueden producir alteraciones constitutivas del esqueleto; por ejemplo, los abductores de la cadera generan curvaturas anormales de la espina dorsal cuando se encuentran debilitados (Benedek y Villars, 1973. Pp. 3-28).

La resistencia de los huesos, músculos y tendones plantea limitantes a las cantidades de peso que se pueden manejar y a la manera en que se pueden manejar. Los huesos por ejemplo pueden resistir fuerzas de tensión de entre 12 y 16 kg/mm² de sección transversal (unos 20,000 bares, en medida de presión) y deformarse hasta un 1.5% de su longitud, siendo los componentes del organismo mejor adaptados para soportar la tensión y las fuerzas de compresión (especialmente los huesos de las extremidades). Comparativamente, el tendón resiste solamente 200 bars y el cartilago 120 bars (Benedek y Villars, 1973. Pp. 3-68). Estos datos contribuyen a explicar por qué la gran mayoría de las lesiones en el Levantamiento de Pesas involucran al tendón, el cartilago y el músculo (Renström, 1999. Pp. 613-620). Los discos intervertebrales resultan fundamentales en el funcionamiento adecuado de la columna vertebral durante el Levantamiento de Pesas. Estas estructuras absorben los impactos y transmiten uniformemente las fuerzas externas a la vértebra subyacente soporta una compresión de hasta 35% de su volumen antes de romperse, lo cual implica unos 1,500 kg en la columna lumbar; 1,150 kg en la columna torácica y 320 kg en la columna cervical (Benedek y Villars, 1973. Pp. 3-41). Esto en las mejores condiciones posibles para el disco (cuando el peso está distribuido de manera uniforme). Pero si el disco recibe la carga en alguno de sus extremos, como cuando se encorva la espalda, las fuerzas que actúan sobre él se hacen mayores y la resistencia del disco se ve disminuida, lo que puede dar lugar a una ruptura. Esto explica la importancia fundamental de conservar la espalda en posición erecta durante los levantamientos pesados: la fuerza se distribuye uniformemente a través de los discos en su condición de máxima resistencia.

Los huesos se mueven en las articulaciones bajo la influencia de los músculos, y desde el punto de vista mecánico actúan como palancas cuya función es trasladar el peso. Toda palanca tiene un punto de apoyo (en este caso la articulación), un brazo de resistencia (la distancia desde el punto de apoyo hasta el punto donde se aplica el peso) y un punto de aplicación de la fuerza (la inserción del músculo o músculos que la mueven). Todos estos factores determinan la función de los planos óseos, la fuerza que puedan generar y la carga que puedan desplazar (Cuervo y González, 1991. Pp. 64). Los músculos de las piernas son las palancas más eficientes y las que pueden realizar mayor trabajo, debido a que los sus músculos están insertados lejos del punto de apoyo y proporcionan un poderoso brazo de palanca; estos músculos tienen la mayor sección transversal y sus puntos de apoyo (articulaciones de la rodilla y la cadera) son móviles y resistentes. Esto determina que las piernas proporcionen la mayor cantidad de la fuerza necesaria en el Levantamiento de Pesas (algunos entrenadores consideran que hasta el 70% de la fuerza total), mientras que el resto de los planos musculares aportan proporcionalmente menor capacidad de trabajo de

acuerdo a las características de los huesos, músculos y articulaciones que los constituyen (Cuervo y González, 1991. Pp. 64).

d) Factores fisiológicos

Los principales factores fisiológicos relacionados con el Levantamiento de Pesas tienen que ver con el funcionamiento del sistema nervioso y el aparato muscular. Los subsistemas homeostáticos tienen también una participación fundamental en el funcionamiento del organismo, pero las funciones principales de éstos ya han sido mencionadas en secciones anteriores.

Los músculos tienen la capacidad de contraerse, debido a lo cual pueden proporcionar la fuerza necesaria para el movimiento. El músculo consta de miles de unidades contráctiles conocidas como fibras musculares, envueltas en una amplia red de elementos de sostén. El mecanismo de la contracción es demasiado complejo y su exposición está fuera de los alcances del presente trabajo (para exposiciones amplias sobre el mecanismo de la contracción consúltense Loeb y Ghez, 2001; y Alberts et al, 2002. Pp. 949-968). Aquí se mencionará solamente que las fibras musculares se contraen en respuesta a un estímulo nervioso proporcionado por las motoneuronas de la médula espinal o por las de los núcleos motores de los nervios craneales. Las motoneuronas se organizan con las fibras musculares en un arreglo conocido como unidad motora, que consta de una neurona motora y una cierta cantidad de fibras musculares a las que inerva. La capacidad de contracción de las fibras musculares depende de las características de los elementos que las constituyen. Las fibras de contracción rápida responden en intervalos considerablemente menores que las fibras de contracción lenta. Cada músculo posee proporciones diferentes de fibras de contracción lenta y rápida en cada individuo, y esta proporción varía considerablemente de un individuo al otro e incluso de una especialidad deportiva a otra (Platonov, 1988. Pp. 258). Debido a las características particulares del Levantamiento de Pesas, resulta muy conveniente estar dotado con una mayor proporción de fibras de contracción rápida, que son más grandes, potentes y debido a su inervación característica se contraen de manera más coordinada que las de contracción lenta y todos los tipos intermedios (Loeb y Ghez, 2001).

El sistema nervioso (empleamos aquí la denominación común para fines de claridad) está constituido por un tipo celular, la neurona, especializada en el mantenimiento de una diferencia de potencial electroquímico a través de su membrana, de transmitir los cambios de ese potencial a lo largo de toda su extensión y de alterar el potencial de membrana de otras neuronas y de células musculares y glandulares. Los mecanismos que producen y regulan estas propiedades tampoco se expondrán aquí (Kandel, Schwartz y Jessell, 2001b para una exposición detallada de estos mecanismos). Las neuronas cuentan también con múltiples estructuras de soporte y alimentación que aseguran su funcionamiento óptimo. La característica que permite al sistema nervioso su versatilidad de acción y el control de la gran mayoría de las funciones corporales es su enorme complejidad de organización. Las neuronas se organizan en núcleos y estructuras que constan de millones (y hasta miles de millones) de estas células, profusamente interconectadas entre sí y con las de otras estructuras, lo que les permite realizar y coordinar funciones tan complejas como el pensamiento, el lenguaje y la conducta motora. La mayor parte de los hechos y las hipótesis

expuestas en el presente trabajo se refieren al funcionamiento de estas estructuras, en el contexto integrativo del Levantamiento de Pesas, se verá cómo las funciones de las estructuras nerviosas se influyen entre sí y la manera en que pueden conjuntarse estructuras y funciones en el control de una conducta compleja. El nivel de conocimiento actual sobre la estructura anatómica y celular del sistema nervioso es bastante amplio, pero en cambio, sus propiedades funcionales y la manera en que las neuronas interactúan para llevar a cabo sus complejas funciones resultan hasta la fecha mucho menos comprendidas.

Entre los aspectos conocidos del sistema nervioso que más influyen en el Levantamiento de Pesas está su organización plástica y su capacidad de reclutamiento de las unidades motoras. La organización plástica determina la manera en que las estructuras estarán implicadas en el control del levantamiento. Cuando la organización de los programas motores, las vías de conexión entre las estructuras nerviosas y el control de los mecanismos de corrección de errores están fortalecidos por la práctica constante, los movimientos se llevan a cabo de manera más eficiente y automática, empleando cada vez menos recursos de procesamiento (ver capítulos del 4 al 6). Esto constituye una importante ventaja, pues en tanto que el deporte es de ejecución máxima, los recursos disponibles pueden concentrarse en los mecanismos que permiten el manejo del máximo peso posible, en lugar de ocuparse de la vigilancia de los mecanismos en sí. La capacidad de reclutamiento de las unidades motoras depende en parte de la organización plástica determinada por el entrenamiento y en parte de las características de conducción del impulso nervioso de las neuronas, como la velocidad a la que puede viajar el impulso a través de ellas, que depende del diámetro de las fibras nerviosas, la cantidad de contactos sinápticos sobre cada neurona, la naturaleza activadora o inhibidora de cada sinapsis, la coincidencia en el tiempo de varios estímulos, las distancias que deben recorrer los potenciales de acción y el tipo de unidad motora de que se trate (Kandel y Siegelbaum, 2001a y b).

e) Factores educativos.

En este grupo se engloban posiblemente la mayor cantidad de factores que pueden influir en el desarrollo del pesista. Involucran desde condiciones sociales y culturales a nivel local, nacional y mundial hasta factores como la disciplina y el estilo técnico utilizado por el entrenador para la enseñanza. Por lo tanto, sólo es posible hacer algunas consideraciones sobre la importancia relativa de algunos de los factores educativos más importantes involucrados en el desarrollo del pesista. Debe aclararse que la inmensa mayoría de ellos no han sido sujetos a un estudio sistemático (o por lo menos, no los hemos encontrado), y mucho de lo que aquí se plantea está sujeto a revisiones posteriores.

En primer lugar, el Levantamiento de Pesas no es un deporte muy popular en América, mientras que en países de Europa del este se celebran campeonatos con una alta concurrencia de público y los pesistas son figuras admiradas por la sociedad. En México se trata de una actividad marginal, muy poco conocida y practicada, y casi siempre se le confunde con el fisicoculturismo. Por lo mismo, la cantidad de personas que se interesan por ella es muy reducida.

En segundo término, el Levantamiento de Pesas, al ser un deporte "amateur", no proporciona por sí mismo un medio de vida o riqueza para sus practicantes, a menos que se

trate de figuras de élite mundial. En la situación actual, este factor es muy apreciado por la muchas personas, y la situación propia del Levantamiento de Pesas suele desalentarlos para la práctica del deporte. Son muchos los deportistas prometedores que abandonan el entrenamiento antes de ingresar a la licenciatura o al concluirla porque no ven que el deporte les proporcione un medio de vida que les aliente a continuar su práctica.

El entorno educativo familiar es fundamental. No se han encontrado datos concretos al respecto, pero aparentemente, el deporte no es considerado como un medio de vida apreciado por los padres de familia mexicanos. Esta manera de pensar es transmitida a los hijos, y se dan muchos casos de deportistas que ven en el entorno familiar una fuente de censura más que de apoyo. Los padres los instan a abandonar la práctica del deporte y dedicarse plenamente a los estudios. La situación es distinta en países como Cuba, donde el deporte se considera un potente medio educativo, apreciado por padres y entrenadores.

La disciplina, la conducta enfocada a objetivos y la flexibilidad de patrones de conducta influyen también de manera decisiva en la formación de los levantadores de pesas. El apego al plan de entrenamiento resulta de lo más esencial, y es queja generalizada de los entrenadores que los atletas se saltan sesiones de entrenamiento o realizan ejercicios en orden distinto al programado o con técnicas inadecuadas. También es muy común que el atleta deje de realizar ciertos ejercicios que le resultan especialmente difíciles, sin advertir que son precisamente éstos los que ayudan en mayor grado a corregir deficiencias técnicas o físicas trascendentales por su acción sobre los subsistemas homeostáticos, sensoriales e integradores. Es muy común la observación de que los levantadores sacrifican los beneficios a largo plazo por la comodidad a corto plazo. Son muchos los entrenadores del medio mexicano que reportan a nivel anecdótico haber perdido grandes prospectos por su falta de disciplina o la estrechez de sus objetivos.

Por último, debe señalarse el papel de los prejuicios de todo tipo con respecto al deporte y su práctica. Estos prejuicios abarcan desde daños potenciales del deporte sobre sus practicantes (la disminución de estatura es un ejemplo clásico) hasta la manera en que debe practicarse el deporte o los efectos inmediatos que debería tener sobre el organismo. Existen muchos atletas que rechazan los beneficios de la hidratación durante el entrenamiento o la competencia, sin advertir que es uno de los factores que condiciona más rápidamente la pérdida de rendimiento deportivo (Guyton y Hall, 1997. Pp. 1176).

f) Interacción con el medio ambiente.

En este apartado nos referimos a factores físicos ambientales, como el clima, la temperatura, la humedad y la altitud. Los climas cálidos y secos condicionan una pérdida acelerada de líquidos corporales, que el atleta debe suplir continuamente durante el desarrollo del entrenamiento y la competencia (Guyton y Hall, 1997. Pp. 1176). La altitud parece influir también en el desempeño de los pesistas, ya que a mayor altitud existe un menor porcentaje de oxígeno en el aire. Aunque el Levantamiento de Pesas es un deporte de naturaleza anaerobia, la recuperación tras una serie de varias repeticiones o un entrenamiento completo sí depende del transporte de oxígeno a la célula muscular, pues los sustratos que proporcionan la energía para el entrenamiento o la competición prolongados

requieren ser oxidados en las mitocondrias de las células. Una mayor eficiencia en el sistema de transporte de oxígeno puede ser una ventaja competitiva para el atleta.

Todos los factores mencionados tienen efectos concretos sobre el organismo, pero también pueden influir de manera indirecta sobre el pesista por activación inadecuada de los subsistemas integradores. Por ejemplo, el calor o el frío pueden producir incomodidad a algunos levantadores, de manera que su subsistema atencional puede quedar enganchado a estos factores ambientales, distrayendo la atención de la competencia o el entrenamiento. La activación emocional que esto puede producir constituye también un dispendio de energía y una desviación del foco atencional que puede resultar importante durante el desarrollo de la competencia.

g) Políticas deportivas

Las políticas deportivas constituyen un factor de influencia sobre los atletas que al parecer, no ha recibido la debida atención por parte de autoridades e investigadores. Sin embargo, los atletas y entrenadores se quejan a menudo de que existen políticas deportivas que representan un obstáculo en vez de una ventaja para el desarrollo de los pesistas. El reporte general de atletas y entrenadores es que en México, los deportistas destacados reciben apoyo durante su época juvenil, cuando son menores de 20 años. Pero si al llegar a esta edad no han obtenido resultados destacados a nivel internacional, las autoridades deportivas se olvidan de ellos. Esto juega en contra de la preparación de atletas de talento que se inician tarde en la actividad deportiva o que se han visto retrasados por factores como las lesiones o cambios importantes en su ambiente familiar o educativo; sin contar también a los que inician su desarrollo de manera tardía. El sistema favorece a los atletas que se desarrollan rápidamente o que tienen la fortuna de tener un entorno más estable o que logran permanecer libres de accidentes y lesiones. Es muy común observar que un atleta, al no sentirse apoyado, decida terminar su carrera deportiva sin haber alcanzado su nivel máximo de desarrollo. Desde hace cinco años, existe el proyecto CIMA (Compromiso Integral de México con sus Atletas), que proporciona apoyos, becas y estímulos a aquellos deportistas que se ubican entre los primeros 16 a nivel mundial. Sin embargo, el sistema adolece de serios defectos: no toma en cuenta a los atletas talentosos que se iniciaron tarde o iniciaron su desarrollo de manera tardía y que llegan a este nivel bastante después de los 20 años. Tampoco toman en consideración los ciclos y variaciones naturales que experimenta la forma deportiva de los atletas durante su preparación. Si alguno decae del 16° lugar a nivel mundial, se ve eliminado del programa, con lo que queda privado de los apoyos necesarios para volver a su forma de competencia o superar el nivel que haya tenido anteriormente.

2.- Consideraciones de metodología del entrenamiento en Levantamiento de Pesas. Posible correlato con mecanismos de plasticidad.

El entrenamiento se considera como el conjunto de métodos, técnicas, y procedimientos que contribuyen a mejorar y potenciar las cualidades físicas, técnicas y psicológicas que están involucradas en el desempeño de alguna actividad, con la finalidad de que un individuo consiga en ella el máximo rendimiento que le permita su equipo psicobiológico. En el ámbito del deporte, el entrenamiento puede considerarse como “el conjunto de las tareas que aseguran una buena salud, una educación, un desarrollo físico armonioso, un dominio técnico y táctico y un alto nivel de desarrollo de las cualidades específicas” (Platonov, 1988. Pp. 10).

El entrenamiento deportivo es un proceso a largo plazo, gradual y complejo, que debe tomar en cuenta las características generales y específicas del desarrollo humano (tema que se abordará en el siguiente capítulo), las características específicas de cada deporte, y de cada individuo, así como el ambiente familiar, social, cultural e histórico en el que se desenvuelve. Por esto, la cantidad de factores que deben tomarse en cuenta en el proceso de entrenamiento es muy grande; y algunos de ellos, como el ambiente social, la percepción del deporte por parte de la sociedad y las condiciones de vida quedan casi por completo fuera del control de atletas y entrenadores. Sin embargo, en la actualidad se aspira a controlar eficazmente la mayor cantidad posible de factores para lograr el nivel de ejecución más alto que permitan las capacidades del atleta. El entrenamiento adecuadamente planeado, controlado y dosificado constituye el factor decisivo para el logro de resultados competitivos a nivel nacional e internacional. Los altos niveles competitivos actuales exigen el desarrollo pleno de las capacidades básicas y específicas de los competidores de todas las disciplinas deportivas. Un entrenamiento mal planeado, mal dosificado o con saltos e interrupciones puede terminar con las aspiraciones competitivas del atleta. Cuando el entrenamiento no constituye un desafío máximo para las potencialidades del atleta no se logrará obtener el máximo nivel competitivo posible; porque su organismo no se ve obligado a utilizar sus mecanismos de adaptación, que le permiten manejar esfuerzos cada vez más grandes. Esta condición de subentrenamiento (déficit de entrenamiento) hará que el atleta se verá en desventaja contra aquellos rivales de su mismo nivel que sí hayan obtenido el máximo nivel de sollicitación o exigencia de su entrenamiento. El sobreentrenamiento es todavía más pernicioso, pues predispone al agotamiento y a las lesiones y puede detener o revertir el progreso obtenido por el atleta, independientemente de su nivel. Esto se da porque los subsistemas homeostáticos y los mecanismos plásticos del organismo no tienen el tiempo suficiente para reparar los daños causados por el estrés y restaurar las capacidades funcionales. Es por esto que el entrenamiento del deportista debe ser planeado y controlado año por año y sesión por sesión durante toda la carrera deportiva.

Desde el punto de vista psicobiológico, el entrenamiento significa plasticidad y desarrollo. Ambos términos son muy amplios y en la actualidad se les utiliza para designar una gran cantidad de procesos que implican construcción, degradación, reconstrucción y adaptación de estructuras funcionales a niveles molecular, celular, tisular y orgánico. La plasticidad implica tanto cambios detectables solamente a nivel molecular (como el

aumento de síntesis de ácidos nucleicos, proteínas y receptores en las células de las estructuras de subsistemas homeostáticos, que les permiten realizar más eficientemente sus funciones), y grandes cambios orgánicos, tan notables como el aumento de peso y masa muscular; pasando por cambios en la organización de las redes neuronales (Pantev et al, 2003), las neuronas que constituyen estas redes y los receptores de alguno de los subsistemas sensoriales (Wolpaw, 1985). El problema se complica si consideramos que el atleta inicia su proceso de entrenamiento cuando muchos de sus subsistemas no han alcanzado todavía la configuración y el nivel de funcionamiento que tendrán en la madurez, y hoy parece muy probable que el entrenamiento deportivo influya significativamente en el desarrollo y la funcionalidad de gran cantidad de subsistemas corporales (ver capítulo 3). Así, el entrenamiento afecta prácticamente todos los subsistemas que constituyen el organismo del atleta, tanto en su desarrollo como en su funcionamiento. Los efectos del entrenamiento continuado a lo largo de muchos años nos proporcionan la respuesta a la pregunta: ¿cómo es posible que un individuo maduro pueda levantar entre 1.6 y 3.16 veces su propio peso corporal hasta el máximo de sus posibilidades anatómicas y en un periodo de tiempo inferior a los 10 segundos? El proceso de entrenamiento es largo porque los procesos plásticos y de desarrollo del organismo requieren largos periodos de tiempo. Por ejemplo, El desarrollo de la fuerza muscular toma años de entrenamiento y se prolonga hasta edades muy avanzadas (capítulo 3), puesto que la hipertrofia de las células musculares es un proceso lento que implica síntesis de proteínas, adaptación a la carga impuesta a los músculos y desarrollo de estructuras anexas como los tendones y las articulaciones que deben desarrollarse de la manera más equitativa posible para soportar las fuerzas y el traumatismo repetido que implica el entrenamiento (Platonov, 1988. Pp. 236; Guyton y Hall, 1997. Pp. 1170; Salter, 2000. Pp. 543). La adaptación de los propioceptores y los mecanismos de control de la postura (de manera destacada los reflejos vestibulares) también toma meses, aun cuando el atleta haya conseguido la maduración completa de su sistema nervioso (capítulo 4). El esqueleto, las articulaciones y ligamentos también deben adaptarse y fortalecerse para resistir la gran intensidad de entrenamiento, indispensable para la mejora competitiva. El sistema nervioso también exhibe cambios debidos al entrenamiento, entre los que se encuentran el reacomodo de las zonas de representación del cuerpo en la corteza cerebral (Kandel, 2001a) y la construcción de nuevos patrones de percepción y movimiento. El aprendizaje de nuevos patrones motores produce una intensa activación cortical, la cual se ha relacionado con procesos plásticos que involucran la destrucción y generación de sinapsis (Krakauer y Ghez, 2001). También se ha encontrado que el aprendizaje y perfeccionamiento de una nueva tarea activa áreas corticales que regulan aspectos de temporización, atención y memoria indispensables para que el atleta obtenga un control adecuado de la tarea y una clara percepción de los patrones motores que debe corregir (capítulo 4). Toda esta actividad plástica consume gran cantidad de energía y produce agotamiento y estrés, por lo que resulta indispensable incluir intervalos de recuperación con cargas e intensidades que permitan restituir los niveles adecuados de funcionamiento del organismo. De todo esto se desprende que el entrenamiento requiere que gran cantidad de procesos se lleven a cabo en tiempos adecuados. Como abarca tantos factores, la influencia del entrenamiento se manifiesta inclusive en el ámbito familiar, social y colectivo. Es por eso que se considera importante exponer en este capítulo las consideraciones básicas de teoría y técnica del entrenamiento de Levantamiento de Pesas realizando, cuando ello sea posible, el correlato psicobiológico entre los componentes del entrenamiento y los procesos de adaptación del organismo.

Conceptos básicos.

El proceso de entrenamiento considera al individuo como un todo integrado en el que convergen la gran cantidad de factores que se han mencionado en el capítulo anterior. Cada deporte plantea demandas específicas a sus practicantes. Por ejemplo, la carrera de maratón exige altos niveles de resistencia específica, mientras que el levantamiento de Pesas y los deportes de lanzamiento exigen los más altos niveles de desarrollo de la fuerza y la velocidad (Platonov, 1988). Pero existen cuatro cualidades físicas básicas que intervienen en todo deporte que pueda considerarse: la fuerza, la velocidad, la flexibilidad y la resistencia. En el Levantamiento de Pesas intervienen decisivamente la fuerza y la velocidad, pero es indispensable un nivel de flexibilidad adecuado que permita al levantador adoptar y mantener la postura necesaria para realizar sus levantamientos. Así mismo, es necesario un elevado nivel de resistencia específica para soportar las demandas físicas del entrenamiento de carga muy alta, típico de las últimas fases de la preparación general, y el trabajo de alta intensidad de las etapas de preparación específica y competitiva.

El entrenamiento en sí gira en torno a dos componentes fundamentales que se complementan entre sí, conocidos como la carga y la intensidad. El atleta debe recibir una cantidad sustancial de ambos componentes, pero las características de los mismos no permiten que puedan aplicarse de manera simultánea en una sola sesión de entrenamiento. Es necesario planear adecuadamente el entrenamiento para cumplir con este propósito. En las secciones siguientes veremos por qué estos componentes del entrenamiento son complementarios y contrapuestos.

El entrenamiento está estructurado de manera cíclica, con periodos de alta intensidad alternados con periodos menos intensos, periodos de reposo activo y periodos de recuperación. Esto es así porque el entrenamiento implica desgaste de sustratos energéticos, nutrientes, destrucción y regeneración de estructuras, y cantidades considerables de estrés físico y psicológico; todo lo cual resta capacidad funcional al atleta y lo predispone a las lesiones. Está bien documentado en la literatura médica el surgimiento de fracturas por estrés en deportistas sobreentrenados (Salter, 2000. Pp. 534), y parece ocurrir lo mismo en el caso de desgarres musculares y tendinosos (Weinberg y Gould, 1996. Pp. 468-472). El estrés produce liberación de cortisol y otros mediadores químicos que afectan el sistema inmunológico e inhiben la síntesis de proteínas necesarias para la reparación de las estructuras dañadas por el entrenamiento (Ridley, 2001. Pp. 179). El estrés psicológico puede producir sentimientos de aversión hacia el entrenamiento, y si la carga resulta grande o excesiva con demasiada frecuencia, el atleta gradualmente irá perdiendo el entusiasmo y puede acabar por abandonar el deporte (Platonov, 1988. Pp. 173).

El entrenamiento también debe estructurarse de manera tal que permita obtener el nivel adecuado de las capacidades físicas fundamentales, que a su vez conducirá a obtener la mejor expresión de las cualidades específicas del deporte.

El entrenamiento para los niños y adolescentes difiere considerablemente del que siguen los pesistas jóvenes y maduros, dadas las diferencias de conformación, desarrollo y expresión de las capacidades físicas y psicológicas de los atletas en las distintas edades y que serán abordadas en el capítulo 3. Por último, el entrenamiento se estructura tomando en cuenta los objetivos de los entrenadores y los atletas a corto, mediano, a largo plazo y para toda la carrera competitiva.

Cualidades físicas fundamentales.

Las cuatro cualidades físicas fundamentales son consideradas así porque se expresan en todos los deportes y de ellas se derivan todas las demás. Al entrenamiento dirigido a la mejora sistemática de estas cualidades se le conoce como preparación física, y adquiere diferente forma de acuerdo con el deporte que se considere (Platonov, 1988. Pp. 125). El Levantamiento de Pesas, como deporte de fuerza-velocidad enfatiza el desarrollo de estas dos cualidades, pero no descuida el desarrollo de la flexibilidad y la resistencia, pues contribuyen de manera decisiva a la expresión de las primeras.

Fuerza.- Ya se definió en el capítulo 1 a la fuerza como la capacidad para producir trabajo. En el ámbito del deporte, se le considera como la capacidad del atleta para vencer resistencias externas o contrarrestarlas con esfuerzos musculares (Cuervo y González, 1991. Pp. 60). En el Levantamiento de Pesas es especialmente importante el desarrollo de la fuerza rápida o fuerza explosiva, relacionada directamente con la potencia. La fuerza depende fundamentalmente de la sección transversal del músculo y de los patrones coordinados de estimulación nerviosa generados a nivel central y medular (capítulo 1). El mejoramiento de estas características se consigue utilizando diversos ejercicios con pesos considerables y a altas velocidades, que imponen fuertes demandas adaptativas a los músculos, al tejido conectivo, al sistema nervioso y a los subsistemas homeostáticos en general. Los músculos y el tejido conectivo reaccionan a la demanda producida por estos ejercicios mediante un mecanismo adaptativo conocido como hipertrofia, que consiste en una serie de procesos que aún no están bien descritos, gracias a los cuales cada fibra muscular individual aumenta su diámetro mediante la síntesis de proteínas contráctiles. El incremento del diámetro de las fibras individuales contribuye a incrementar la sección transversal del músculo, y gracias a ello su capacidad para desarrollar fuerza (Guyton y Hall, 1997. Pp. 1170; Cotran, Kumar y Collins, 2000). El tejido conectivo también sufre hipertrofia, la cual es mucho más lenta que la del músculo, y pronto veremos las consecuencias que esto tiene en la planeación del entrenamiento. El mejoramiento de los patrones de estimulación nerviosa y los mecanismos de temporización rápida son también muy importantes al incremento de la fuerza y la velocidad. Los procesos plásticos involucrados en ello son muy complejos y abarcan modificaciones a nivel de la unión neuromuscular (Lu y Hyun-Soo, 2003), las motoneuronas que inervan al músculo, en el músculo mismo (Gomez-Pinilla et al, 2002; Ying et al, 2003), así como las redes neuronales involucradas en la planeación y ejecución del movimiento (Krakauer y Ghez, 2001).

Hay dos clases de ejercicios que contribuyen al aumento de la fuerza: los de acción local, que actúan sobre unos pocos grupos musculares; y los de acción general, que actúan sobre

todo el cuerpo. En el Levantamiento de Pesas se utilizan principalmente ejercicios de acción general, porque los levantamientos se realizan utilizando muchos grupos musculares de manera coordinada. Entre estos ejercicios se incluyen diversas variantes del Arranque y el Envión (ejercicios auxiliares), los jalones y las sentadillas (ejercicios especiales). Se utilizan de manera limitada una amplia variedad ejercicios especiales de acción local para el desarrollo de la fuerza de piernas, hombros, pecho y espalda, especialmente cuando el levantador tiene algún déficit muscular en alguna de estas áreas. El desarrollo de la musculatura de los brazos no se enfatiza tanto y en muchos casos se les entrena sólo de manera esporádica, sobre todo los atletas de alta calificación, debido a su intervención limitada en el curso de levantamiento (capítulo 1).

Es necesario insistir que los ejercicios de Levantamiento de Pesas tienen carácter mixto y son muy pocos los que entrenan una cualidad física de forma aislada. En la sección correspondiente a la velocidad veremos que la fuerza y la velocidad están íntimamente relacionadas, aunque no se presentan necesariamente juntas (por eso, en fisiología del deporte se distingue la fuerza lenta o estática de la fuerza rápida). El Arranque y sus variantes son ejercicios de fuerza-velocidad, mientras que el Envión y sus variantes involucran un componente de fuerza mucho mayor. El ejercicio de fuerza que se incluye en casi todas las sesiones de entrenamiento son las sentadillas, para el incremento de masa muscular y fuerza en las piernas.

Desde hace muchos años, en el entrenamiento de pesistas muy jóvenes interesa más el desarrollo de la técnica, el equilibrio, la flexibilidad y la velocidad que el de la fuerza, porque los entrenadores se han percatado de que esto conduce a un desarrollo más armónico de las cualidades físicas fundamentales y a la prevención de lesiones. La investigación actual ha acumulado numerosas evidencias que respaldan esta forma de preparación. Para empezar, las estructuras que intervienen en la expresión de otras cualidades físicas alcanzan su nivel máximo de desarrollo antes que el sistema musculoesquelético (capítulo 3), y el entrenamiento y el curso normal del desarrollo humano contribuyen a que se alcancen antes niveles óptimos de desarrollo para estas cualidades que para la fuerza. La flexibilidad, por ejemplo, tiende a declinar desde la pubertad (Craig, 1997), por lo cual su desarrollo en los niños es especialmente importante para mantener niveles adecuados en el deporte de alto nivel. El desarrollo del subsistema vestibular se completa hasta después de los 15 años (ver capítulo 3), de manera que a la edad de inicio propia del Levantamiento de Pesas se está en una situación ideal para contribuir a su desarrollo y consolidación. En cambio, el desarrollo de la fuerza es el más tardado de todas las cualidades físicas fundamentales y se extiende a lo largo de muchos años. Esto se debe en parte a que el desarrollo del esqueleto y la maduración del entorno hormonal que permite la síntesis de proteínas y el crecimiento de los músculos y el tejido conectivo se completan hasta la edad adulta, entre los 17 y los 20 años (Malacara y Galindo, 1998). Algunos atletas obtienen ganancias en fuerza después de los 40 años de edad (Cuervo y González, 1991. Pp. 72). Existen casos de atletas que compiten en deportes de fuerza estática (con muy escaso componente de velocidad, como el Levantamiento de Potencia y las competencias de "el Hombre más Fuerte del Mundo") y han roto records mundiales con más de 40 años de edad. En el entrenamiento de los pesistas, el desarrollo de la fuerza cobra gran interés cuando el atleta tiene entre 16 y 17 años, habiéndose entrenado para entonces durante un periodo de entre 4 y 7 años (Cuervo y González, 1991. Pp. 84).

Velocidad.- La velocidad puede ser definida como manifestaciones elementales de rapidez, tales como tiempo de latencia de las reacciones motoras o la velocidad de ejecución del movimiento (Platonov, 1988. Pp. 126). La velocidad se suele asociar a la proporción de unidades motoras de contracción rápida que tienen los músculos del atleta y a la generación de patrones coordinados de contracción muscular a nivel del sistema nervioso central (Cuervo y González, 1991. Pp. 23). Estos patrones producen que se contraigan y relajen alternativamente y con el ajuste temporal adecuado los grupos musculares involucrados en el movimiento. En el deporte, la velocidad consiste fundamentalmente en la rapidez con la que se ejecuta el gesto deportivo.

En el Levantamiento de Pesas se entrena la velocidad de manera más o menos aislada mediante series de carreras cortas, con distancias comprendidas entre los 30 y los 100 m. y ejecutadas a la mayor velocidad que sea posible. Sin embargo, debe hacerse notar que la velocidad "pura", así como la fuerza "pura" no es garantía de rendimiento en este deporte. Por ello, la velocidad se entrena preferentemente de manera integral utilizando ejercicios con pesas, especialmente variantes del Arranque, Envión y jalones que enfatizan el componente de velocidad en el movimiento. También se utilizan diversos tipos de saltos pliométricos (con rebote sobre las articulaciones) que estimulan los mecanismos reflejos musculares que permiten obtener una contracción más rápida e intensa por medio de la activación del reflejo miotático. Esto contribuye a mejorar la fuerza, la capacidad contráctil del músculo y disminuir la latencia de respuesta de las motoneuronas de la médula espinal. Es posible que esto se de por medio de mecanismos que involucran plasticidad de receptores del subsistema somatosensorial (Mendell, Munson y Arvanian, 2001), la hipertrofia de las fibras que constituyen la unidad motora, y posiblemente facilitación de motoneuronas mediada por estructuras encefálicas, como las neuronas serotoninérgicas del tronco encefálico (Hounsgaard, Hultborn y Khien, 1986). Las variantes de los ejercicios que enfatizan la velocidad se utilizan entre 1 y 3 veces por semana, de acuerdo a la parte del ciclo competitivo que se considere y las características del atleta. Los saltos y las carreras se suelen utilizar al final del entrenamiento.

Debe insistirse en que el Levantamiento de Pesas es un deporte de fuerza-velocidad que requiere ambas características físicas para generar la potencia necesaria para desplazar la barra y el cuerpo del atleta con la rapidez que lo requieren los levantamientos, tal como se expuso en el análisis biomecánico del deporte. Todos los deportes requieren cierta proporción de ambas cualidades. La fuerza y la velocidad están íntimamente relacionadas, ya que la fuerza depende de la sección transversal del músculo y de la capacidad del sistema nervioso para reclutar coordinadamente las unidades motoras, mientras que la velocidad tiene que ver con la capacidad de reacción ante estímulos internos y externos, la coordinación temporal de los patrones de procesamiento nervioso y la latencia de las respuestas musculares. La capacidad de levantar grandes pesos no implica que se lo pueda hacer rápidamente, porque si los subsistemas sensoriales no están adecuadamente ajustados para reaccionar a los estímulos externos, el tiempo de llegada de la información sensorial a las estructuras encargadas del control del movimiento será mayor; si no se han establecido patrones eficientes y temporalmente ajustados de procesamiento de información en el sistema nervioso central, tomará mas tiempo coordinar y ejecutar una orden motora; si las órdenes de la corteza motora no siguen vías de máxima eficiencia establecidas con

asistencia de las áreas promotora, motora suplementaria y el resto de las estructuras encefálicas encargadas del ajuste del movimiento, el tiempo para ejecutar una orden motora se alargará y si las unidades motoras no son capaces de reclutar rápidamente una gran cantidad de fibras musculares, el movimiento no podrá ser rápido. De manera recíproca, el poder realizar rápidamente un movimiento no implica que se pueda hacerlo contra grandes pesos. Si la sección transversal del músculo es pequeña, su conjunto de fibras musculares no podrá realizar gran trabajo (recordemos que un músculo cualquiera sólo puede desarrollar una fuerza de entre 3 y 4 kg/cm²); si además se tiene una escasa proporción de fibras musculares blancas y unidades motoras pequeñas, resulta difícil reclutar de manera coordinada la gran cantidad de fibras musculares que requiere un levantamiento pesado. Además, la manifestación de cualquiera de estas cualidades está relacionada con la configuración anatómica del individuo y su flexibilidad. El desarrollo excesivo de una de las cualidades (más allá del nivel óptimo requerido por la actividad) constituye un dispendio de tiempo y energía y puede alterar sustancialmente la ejecución de los movimientos (Herrera A, 1991. Pp. 118). El entrenamiento de ambas cualidades constituye más del 90% del trabajo diario del levantador. Como los mecanismos musculares y nerviosos que generan ambas cualidades están estrechamente relacionados, pueden ser entrenados de manera concurrente con la selección adecuada de ejercicios (Platonov, 1988. Pp. 145).

Flexibilidad.- En el ámbito del deporte, se define a la flexibilidad como la capacidad de una articulación de moverse libremente a lo largo de todo su intervalo de movimiento (Mac Dougall, Wenger y Green, 1995. Pp. 381). Esto significa que los elementos de sostén y medios de unión como los músculos, los tendones y las cápsulas articulares permiten un movimiento completo de la articulación hasta los límites impuestos por los relieves y estructuras óseas. Para efectos del deporte, sólo cuenta la flexibilidad de las articulaciones clasificadas como móviles (con mucho movimiento) y semimóviles (con poco movimiento). En el Levantamiento de Pesas, las más importantes del primer tipo son las de la cadera, rodillas, hombros, codos, muñecas y tobillos. Las de segundo tipo son las que existen entre las vértebras y sus elementos adyacentes.

Para fines deportivos, se distingue entre dos tipos de flexibilidad: la estática y la dinámica. La flexibilidad estática es la capacidad de la articulación de alcanzar su máximo grado de movilidad como respuesta a una carga estática o el estiramiento suave y continuo (Platonov, 1988. Pp. 157). La flexibilidad dinámica se manifiesta cuando la articulación es capaz de alcanzar un grado óptimo de movimiento para permitir el empleo óptimo de los recursos físicos y técnicos del atleta al ejecutar sus movimientos. En el Levantamiento de Pesas ambos tipos de flexibilidad son importantes. Los grandes levantadores se distinguen a menudo por su gran flexibilidad, que les permite adoptar las posiciones más ventajosas para realizar sus levantamientos con gran comodidad y eficiencia. Muy a menudo existen defectos técnicos producidos por falta de flexibilidad, que obligan al levantador a ejecutar trayectorias incorrectas o adoptar posiciones forzadas que requieren levantar la barra a mayor altura que sus rivales o le impiden utilizar ventajosamente las fuerzas elásticas de la barra los mecanismos reflejos que mejoran el reclutamiento muscular (por ejemplo, el reflejo miotático, discutido en el capítulo 4).

El trabajo de flexibilidad se centra en el desarrollo de ambos tipos de flexibilidad, mediante programas de ejercicios ejecutados principalmente al terminar el entrenamiento o al principio del mismo. Los mismos ejercicios clásicos y sus variantes contribuyen al desarrollo de la flexibilidad dinámica, aunque esta se manifiesta mucho más tarde (Platonov, 1988. Pp. 157 y 161). Generalmente los entrenadores, especialmente en países como México, enfatizan el trabajo de flexibilidad en niños y jóvenes, descuidándolo en levantadores mayores. Esto da como resultado rigidez de ciertas articulaciones (principalmente la del hombro) que afectan la técnica del levantador e impiden ejecutar los levantamientos con la fuerza y velocidad necesarias (Herrera A, 1991. Pp. 72 y 73).

Resistencia.- La resistencia se define como la capacidad del atleta de mantener la capacidad de trabajo a lo largo de una sesión de entrenamiento o una competición (Platonov, 1988. Pp. 146). El entrenamiento de esta cualidad requiere el desarrollo pleno de los subsistemas homeostáticos para utilizarlos eficientemente en la actividad que se realiza. El entrenamiento de la resistencia contribuye además a obtener una preparación mental adecuada que permita soportar la fatiga propia de los entrenamientos largos (Platonov, 1988. Pp. 146). En el Levantamiento de Pesas, el desarrollo de la resistencia no está relacionado con el deporte en sí mismo, puesto que las competiciones y los levantamientos tienen una duración reducida. El entrenamiento de resistencia en levantamiento de Pesas consiste en desarrollar una carga de trabajo tal, que prepare a los subsistemas homeostáticos, sensitivos e integradores del levantador para el trabajo específico y de competencia que requiere elevadas intensidades de entrenamiento. Estas intensidades imponen gran cantidad de estrés físico y psicológico, aún cuando los entrenamientos sean breves y el organismo debe ser preparado para manejarlo.

El trabajo de la resistencia se utiliza en atletas de cierto nivel deportivo (mayores de 13-14 años y con más de 3-4 años de experiencia deportiva) (Cuervo y González, 1991. Pp. 84) y aumenta paralelamente con el nivel y la edad del levantador. Consiste principalmente en aumentar la carga de trabajo, y especialmente el trabajo de fuerza (sentadilla y ejercicios auxiliares), inmediatamente después de haber realizado gran cantidad de trabajo de fuerza-velocidad en la rutina de cada día. El agotamiento que esto produce vacía las reservas de oxígeno, glucógeno y agua (Guyton y Hall, 1997. Pp. 1174), pero esto permite poner en juego mecanismos de sobrecompensación producidos por la acción de los subsistemas homeostáticos que permiten que el músculo y el hígado almacenen mayores cantidades de glucógeno y oxígeno de la que tenían cuando se estableció la demanda de entrenamiento, lo cual aumentan la capacidad de trabajo del atleta en sesiones subsiguientes (Platonov, 1988). Además, como el trabajo de resistencia implica menor intensidad, permite que los tendones, ligamentos y articulaciones pongan en juego sus mecanismos plásticos para fortalecerse y adaptarse a las demandas del entrenamiento de alta intensidad que vendrá después. Este aumento del trabajo se utiliza sobre todo en los últimos mesociclos de la preparación general, dando lugar frecuentemente a sesiones divididas que en su conjunto pueden sumar entre 4 y 9 horas al día, dependiendo de la metodología empleada por el entrenador y el nivel competitivo del atleta. Este tipo de trabajo prolongado se puede realizar hasta 3 veces por semana en atletas de categoría mundial, ya que sus mecanismos homeostáticos producen mayor grado de sobrecompensación y pueden mantenerlo a lo largo de más sesiones de entrenamiento (Platonov, 1988. Pp.185).

La carga y la intensidad.

La planeación de la preparación de los levantadores de pesas y de los deportistas en general gira en torno a dos componentes básicos del entrenamiento deportivo: la carga y la intensidad. Ambos son complementarios, aunque uno tiende a predominar sobre el otro si consideramos una sola sesión de entrenamiento. Juntos caracterizan las demandas impuestas a los deportistas en cada sesión de trabajo. Todo deportista debe recibir una dosis sustancial de ambos componentes, pero éstas deben estar ajustadas a las características y al nivel del deportista, del entrenamiento que se esté realizando, de la parte del ciclo de preparación que se considere y de los objetivos que se persigan (Platonov, 1988. Pp. 96 y 97). La mala dosificación de estos componentes conduce al atleta ya sea al subentrenamiento, con lo que no conseguirá llegar al tope de sus potencialidades físicas; o peor aún, al sobreentrenamiento, que con mucha frecuencia conduce a las lesiones y el agotamiento físico, funcional y psicológico.

La carga se define como el volumen total de trabajo realizado durante la sesión de entrenamiento, y en el Levantamiento de Pesas abarca todas las repeticiones de los cuatro tipos de ejercicios principales que se realizan durante la sesión: el Arranque, el Envión, la sentadilla y los jalones, en cualquiera de sus variantes (Cuervo y González, 1991. Pp. 52-59). Aunque no existe un acuerdo universal al respecto, la clasificación de la carga recibida en una sesión de acuerdo al número de repeticiones que se ejecutan puede reseñarse como se muestra en la tabla 2-1. Es posible dar una idea de estas diferencias señalando que una sesión de 70 repeticiones puede realizarse en 1 ½ h, mientras que una de 120 repeticiones puede requerir más del doble de este tiempo, debido a que el cansancio producido por el trabajo compromete la acción de los subsistemas homeostáticos por que 1) se agotan los sustratos energéticos que proporcionan la energía necesaria para mantener las contracciones musculares intensas, 2) se acumulan de sustancias de desecho (como el ácido láctico); y 3) la precisión y coordinación de los movimientos comienza a deteriorarse (Platonov, 1988; Zorzano y Gumá, 1991). Debido a esto, el atleta se ve obligado a tomar descansos cada vez más prolongados. Las sesiones de carga ligera se utilizan muy a menudo en el mes anterior a la competición, para reposar después de una gran cantidad de sesiones de carga pesada o muy pesada, o durante todo el ciclo de preparación de atletas novatos, niños o con poca experiencia. Las sesiones de carga ligera permiten incrementar mucho la intensidad, mientras que las de carga pesada o muy pesada ponen a prueba la capacidad de los sistemas homeostáticos y e integradores de atleta con el fin de desarrollar la resistencia al trabajo prolongado de fuerza y la capacidad psicológica para soportar el estrés (Platonov, 1988. Pp. 194).

Carga	Nº de repeticiones
Ligera	- 70
Media	71-85
Pesada	86-110

Muy pesada	+110
------------	------

Tabla 2-1.- Clasificación de las cargas de entrenamiento.

La intensidad está directamente relacionada con dos factores de la ejecución de los ejercicios durante el entrenamiento: el porcentaje del peso máximo utilizado en cada ejercicio (PPM) y los intervalos de descanso entre series de ejercicios. En el Levantamiento de Pesas, los intervalos de descanso entre series de ejercicios durante el entrenamiento carecen casi por completo de relevancia: los levantadores descansan tanto como lo necesiten, de tal manera que la intensidad está dada casi exclusivamente por el PPM utilizado en cada ejercicio. Una intensidad del 85% significa que el ejercicio se realiza con el 85% del peso que el atleta es capaz de realizar en una sola repetición del ejercicio. Por ejemplo, si el levantador puede levantar un máximo de 160 kg en sentadilla, una intensidad del 85% significa que el levantador realiza el ejercicio utilizando 136 kg (en la práctica utilizará 135 kg). Los valores de intensidad considerados en la planificación del entrenamiento se reseñan en la tabla 2-2.

Intensidad	PPM
Muy ligera	- 60 %
Ligera	60-79 %
Media	80-85 %
Alta	86-95 %
Submáxima	96-99 %
Máxima	100 %

Tabla 2-2.- clasificación de las intensidades de entrenamiento

La intensidad utilizada en cada sesión de entrenamiento depende de la carga, la parte del ciclo de entrenamiento que se considere y los objetivos específicos que se persiguen. Las sesiones con intensidad ligera y muy ligera se utilizan en los periodos de recuperación y muy al principio de la preparación general porque imponen demandas muy ligeras a los subsistemas homeostáticos y los mecanismos plásticos del organismo y no resultan útiles para incrementar el nivel específico de ninguna de las cualidades físicas fundamentales, excepto la de la flexibilidad estática (Platonov, 1988. Pp. 204). Las sesiones de intensidad alta, máxima y submáxima se utilizan muy rara vez y solamente cuando está muy próxima la fecha de la competición e interesa desarrollar al máximo la fuerza, la velocidad y la potencia específicas del Levantamiento de Pesas. Este tipo de cargas tan pesadas compromete al máximo el funcionamiento de todos los subsistemas corporales, razón por la cual se les utiliza esporádicamente, pues la recuperación después de este tipo de trabajo toma mucho tiempo. La razón de esto estriba en algunos de los mecanismos de adaptación del tejido vivo que ya hemos comentado. Para resistir una mayor demanda, los músculos y el tejido conectivo deben hipertrofiarse. El entrenamiento de alta intensidad produce microtraumatismos y pequeños desgarrs de músculos, tendones, cartílago y articulaciones

(Salter, 2000). La respuesta normal de los músculos y el tejido conectivo a estas lesiones es regenerarse e hipertrofiarse (Girolami, Anthony y Frosch, 2000). Pero la velocidad de los mecanismos compensatorios no es la misma en todos los tejidos. El músculo es el tejido del organismo con mayor capacidad y rapidez de hipertrofia (Cotran, Kumar y Collins, 2000), pero la capacidad del tejido conectivo para poner en juego estos mecanismos adaptativos es mucho más limitada, y en el caso del cartílago prácticamente no existe esta capacidad (Salter, 2000. Pp. 33-56). Por ello, aunque los músculos de un atleta puedan adaptarse e hipertrofiarse rápidamente, no es posible utilizar altas intensidades con mucha frecuencia. El músculo se recuperará rápidamente de las lesiones producidas por el ejercicio de alta intensidad, pero el tejido conectivo y el cartílago no. La acumulación de pequeños traumatismos conduce a la aparición de traumatismos importantes, y debido a la limitada capacidad de estos tejidos para regenerarse, el atleta tardará mucho tiempo en sanar de un desgarro tendinoso o una ulceración del cartílago (Salter, 2000. Pp. 33-56). Por todo esto, es indispensable mantener el nivel de intensidad en un límite tolerable por el tejido conectivo y utilizar altas intensidades esporádicamente, o cuando el tejido conectivo ya se fortaleció gracias al trabajo continuado con intensidades medias.

Ahora es fácil ver por qué la carga y la intensidad son complementarias y contrapuestas. Son complementarias porque su manipulación inteligente permite trabajar todas las cualidades físicas fundamentales. Altas intensidades permiten trabajar la fuerza, mientras que las cargas altas desarrollan resistencia específica y adaptación de los subsistemas homeostáticos y el tejido conectivo. A la vez, son contrapuestas porque las características bioenergéticas, bioquímicas, biofísicas, fisiológicas y homeostáticas del organismo no permiten mantener un trabajo muy intenso durante periodos prolongados de tiempo. El entrenamiento de alta intensidad prolongado por mucho tiempo termina con los sustratos energéticos debido a la gran cantidad de energía que utiliza, prolonga demasiado los tiempos de recuperación, destruye los tejidos musculares y conectivos y además produce agotamiento psicológico del atleta (Platonov, 1988. Pp. 205). Se puede entrenar muy intensamente o durante mucho tiempo, pero no ambas cosas a la vez. La falla en la dosificación adecuada de estos componentes es la causa más frecuente de sobreentrenamiento, lesiones y agotamiento físico y psicológico del atleta (Platonov, 1988. Pp. 278).

El Proceso de entrenamiento del pesista.

El entrenamiento del levantador de pesas se considera en la actualidad como un proceso a largo plazo. El desarrollo de las cualidades físicas del pesista y los procesos de adaptación a las grandes cargas de entrenamiento que requiere la preparación del pesista de élite sólo pueden obtenerse mediante un entrenamiento consistente y adecuadamente planeado realizado a lo largo de muchos años, y esto es porque los mecanismos plásticos y el desarrollo de algunos subsistemas corporales también toma mucho tiempo. Los intentos por acelerar inadecuadamente el proceso constituyen uno de los principales motivos por los que el pesista abandona la práctica del deporte. Los perjuicios que esto ocasiona no se observan inmediatamente, pero algunos años después resulta notorio el estancamiento de resultados, se producen traumatismos serios y finalmente el pesista abandona el deporte (Cuervo y González, 1991. Pp. 87).

La edad de inicio habitual en el deporte es de 12 años en los países americanos, pero muchos pesistas se inician bastante antes. El entrenamiento de estos pesistas jóvenes se planea de tal manera que conduzca en unos seis años al logro de resultados destacados a nivel internacional. Esta planificación del entrenamiento a lo largo de varios años se denomina plurianual, a largo plazo o prospectiva, y requiere que se definan con precisión las características y objetivos de cada año de entrenamiento. Ningún año es independiente de otro, pues los objetivos para cada uno dependen directamente de los objetivos conseguidos en el año anterior. En términos psicobiológicos, se puede decir que los procesos de desarrollo y plasticidad construyen cada año sobre los niveles obtenidos el año anterior: los músculos y el tejido conectivo se hipertrofiarán, para estar en capacidad de manejar cargas e intensidades mayores, los subsistemas homeostáticos aumentarán la capacidad de recuperación del organismo, los programas motores se ajustarán y las redes neuronales se fortalecerán por mediación de los mecanismos neurotróficos que comentaremos un poco más adelante. Los entrenadores deben determinar el volumen anual de entrenamiento con pesas, la frecuencia semanal de los entrenamientos con pesas y el tiempo diario que se les dedicará con base en las capacidades actuales del levantador. Se determinan también los deportes auxiliares (diversas especialidades de atletismo, gimnasia y deportes de equipo) que intervendrán en la preparación del pesista. Los deportes auxiliares contribuyen de manera decisiva a desarrollar la velocidad, resistencia y flexibilidad porque imponen demandas a las redes neuronales y los mecanismos plásticos involucrados en el desarrollo de estas cualidades. La velocidad y especialmente la flexibilidad se desarrollan relativamente rápido y muy adecuadamente durante los primeros años, mientras que el desarrollo de la fuerza se reserva para años posteriores, como lo hemos comentado más arriba.

El volumen de entrenamiento aumenta con cada año que pasa, así como la frecuencia de entrenamiento semanal y el tiempo de entrenamiento diario. Esto se debe a que el organismo se va adaptando a los niveles de entrenamiento por medio de los mecanismos plásticos que hemos comentado, y lograr un incremento en los niveles de adaptación requiere niveles de carga e intensidad cada vez más altos. Debido a esto, a los atletas de élite les toma gran cantidad de tiempo y trabajo seguir obteniendo ganancias en fuerza, velocidad y resistencia (Mac Dougall, Wenger y Green, 1995. Pp. 130). Durante los primeros años el entrenamiento con pesas enfatiza el aprendizaje de los ejercicios clásicos y sus principales variantes, así como los ejercicios especiales más útiles para el desarrollo de las cualidades físicas fundamentales, además del balance y el equilibrio proporcionados por los subsistemas somatosensorial, visual y vestibular (este último, como veremos en el capítulo 3, no está aún completamente maduro antes de los 15 años). Los siguientes años se trabaja en la consolidación de la técnica de los ejercicios y el aprendizaje de otros que permiten eliminar defectos técnicos y desarrollar fuerza específica. El trabajo de perfeccionamiento y consolidación de la técnica se prolonga durante toda la vida deportiva del pesista.

El entrenamiento plurianual se divide en años de entrenamiento. La preparación anual constituye la base para la consecución de objetivos específicos y es la unidad de planeación que abarca en sí misma todas las variaciones y regímenes de entrenamiento que intervienen en la preparación del pesista. Los objetivos anuales constituyen la base de la planeación en

el Levantamiento de Pesas, y se programan en dependencia de la edad, el nivel de desarrollo del pesista y los objetivos de la planificación plurianual. Un año parece una unidad de tiempo razonable para el logro de objetivos, porque los cambios plásticos relativamente permanentes que son necesarios para obtener ganancias de fuerza, velocidad y mejora de los patrones de coordinación y temporización son lentos. Por ejemplo, el aumento de fuerza requiere hipertrofia muscular, mejoramiento de los mecanismos de reclutamiento muscular y reorganización de programas motores a nivel cortical. La hipertrofia muscular significativa es relativamente rápida comparada con otros mecanismos plásticos, pero requiere meses o hasta años para obtener el nivel requerido por los competidores de nivel internacional (Cuervo y González, 1991. Pp. 72). El mejoramiento de los mecanismos de reclutamiento muscular requiere cambios en la conformación de la unión neuromuscular. Estos procesos están mediados por neurotrofinas (producidas por el músculo) y neuroregulinas (producidas por la motoneurona que inerva las fibras musculares) y toman desde días hasta meses (Sanes y Jessell, 2001; Lu y Hyun-Soo, 2003). La motoneurona requiere sintetizar nuevas proteínas para formar ramificaciones más robustas y que hagan contacto sináptico con más fibras musculares para producir patrones de coordinación muscular más eficientes, pero los mecanismos de transporte de proteínas por el axón recorren apenas unos 2 mm por día (Girolami, Anthony y Frosch, 2000), y la distancia desde el cuerpo de la motoneurona hasta los músculos de la pierna es de varias decenas de centímetros. La reorganización cortical requiere varias semanas (Kandel, 2001a), y como ya hemos visto, la adaptación del tejido conectivo requiere meses y hasta años. Esto sin contar el tiempo que toma la consolidación y reorganización del esqueleto, el desarrollo de los subsistemas homeostáticos y la consolidación definitiva del entorno hormonal y el subsistema vestibular.

El entrenamiento anual está constituido por un gran periodo de tiempo que se dedica al entrenamiento y un periodo mucho más breve de descanso activo o pasivo. El periodo de entrenamiento se denomina macrociclo, y su duración varía en dependencia de la fecha de la competición principal de cada año. En la mayoría de los casos abarca diez meses y está dividido en periodos más cortos que se consagran a tipos particulares de entrenamiento que permiten el desarrollo de algunas cualidades físicas al tiempo que se conserva el nivel de las otras (Platonov, 1988. Pp. 205). Estas divisiones se llaman mesociclos y corresponden más o menos a un mes (4 semanas) de entrenamiento. Por último, cada mesociclo consta a su vez de varios microciclos, equivalentes a una semana de entrenamiento. En los microciclos se varía la carga y la intensidad de los entrenamientos de tal manera que el atleta pueda recibir la carga y la intensidad adecuadas para el cumplimiento de los objetivos propuestos, previniendo lesiones y sobreentrenamiento. Enseguida veremos la organización de cada periodo de entrenamiento, los objetivos que se pretenden en cada uno y algunos de los cambios plásticos que parecen estar involucrados.

Estructura y contenidos del macrociclo.- El macrociclo se estructura en cuatro periodos con objetivos de preparación muy bien definidos. El primer periodo, que dura aproximadamente 6 meses y abarca 6 mesociclos es el de preparación general. Durante el mismo se busca el desarrollo de las cualidades físicas fundamentales, especialmente la fuerza, la resistencia específica y la preparación de los tejidos óseo, muscular y conectivo para el entrenamiento de alta intensidad. Se realizan muchas variantes de los ejercicios clásicos que permiten corregir y eliminar defectos técnicos y mejorar la velocidad y la

flexibilidad dinámica. Es posible que la eliminación de defectos técnicos se logre a nivel de plasticidad de las redes neuronales implicadas en el movimiento y el arreglo del árbol sináptico de las motoneuronas, aunque hasta ahora, los estudios de plasticidad inducida por el ejercicio han abarcado periodos de tiempo cortos, pero han encontrado cambios considerables a nivel de expresión RNA mensajero y proteínas sinápticas involucradas en la formación y fortalecimiento de sinapsis en el músculo, la unión neuromuscular e inclusive el hipocampo (Gómez-Pinilla et al, 2001; Gómez-Pinilla et al, 2002; Vaynman, Ying y Gómez-Pinilla, 2003). El porcentaje de ejercicios encaminados al desarrollo de la fuerza es mayor que el de ejercicios que contribuyen a desarrollar la fuerza-velocidad y la técnica. Al principio del ciclo los porcentajes aproximados son 60 y 40% respectivamente. En el tercer o cuarto mesociclo se modifican los porcentajes a 55 y 45% y en el quinto o sexto mes cambian a 50 y 50% respectivamente. Los ejercicios de fuerza permiten la adaptación del tejido conectivo, de manera que pueda resistir las altas intensidades del entrenamiento específico, y las cargas altas de entrenamiento permiten la adaptación de los subsistemas homeostáticos para proporcionar mayor cantidad de energía, necesaria también para el entrenamiento de gran intensidad (Platonov, 1988). La carga mensual de entrenamiento aumenta progresivamente hasta el quinto mesociclo aproximadamente, para empezar a descender a partir del sexto mesociclo. La intensidad aumenta a través de todo el macrociclo hasta llegar a su máximo en el noveno mes.

A partir del sexto o séptimo mesociclo, inicia el periodo de preparación específica que dura entre dos y tres meses. La carga de entrenamiento disminuye, mientras que la intensidad aumenta. Para este momento, el tejido conectivo está listo para resistir la intensidad de entrenamiento requerida para el trabajo destinado al incremento de la fuerza y la velocidad. Gracias a esto, el entrenamiento adquiere un carácter mucho más específico, con mayor proporción de ejercicios clásicos. Se dejan de hacer algunas variantes de los ejercicios y se reduce la cantidad de ejercicios auxiliares utilizados. Los entrenamientos son más cortos y además del desarrollo de la fuerza-velocidad se busca la consolidación de la técnica de los ejercicios clásicos. Los ejercicios técnicos ocupan ahora un 55% del total, mientras que los de fuerza se reducen al 45% aproximadamente.

El noveno mesociclo se consagra a la preparación competitiva. El entrenamiento anual se calendariza de manera que el final del mismo coincida con la competencia. En este periodo la carga alcanza su valor mínimo, mientras que la intensidad alcanza su máximo. El entrenamiento consta de un 60% de ejercicios técnicos y un 40% de ejercicios de fuerza. Se utilizan ya muy pocos auxiliares y los ejercicios clásicos se practican casi diariamente, salvo algunas variantes destinadas al trabajo de la velocidad. Todo esto contribuye a obtener el mejoramiento de los patrones motores asociados a los levantamientos y el incremento de las cualidades de fuerza y velocidad ahora que los procesos plásticos del organismo han producido las adaptaciones necesarias. Los entrenamientos se acortan al mínimo para permitir la recuperación completa de las facultades del atleta. Durante la semana anterior a la competencia, bajan tanto la carga como la intensidad para permitir una recuperación completa.

Finalmente, después de la competencia se realiza un mesociclo transitorio o de recuperación, cuya finalidad es conseguir la recuperación física y psicológica completa del atleta. La carga es aproximadamente la del periodo de preparación específica, pero la

intensidad es la menor de todo el mesociclo. Este periodo de recuperación es fundamental porque permite la recuperación física, mental, y si es adecuadamente elaborado, permite al atleta iniciar el siguiente macrociclo con potencialidades físicas mejoradas (Platonov, 1988. Pp. 225). Sin embargo, ocurre que en muchas ocasiones no se lleva a cabo, con los consiguientes perjuicios para el atleta. El descanso permite la regeneración del tejido conectivo. Parece ser que también se ponen en marcha procesos que disminuyen las adaptaciones logradas por el entrenamiento; tal vez la degeneración parcial de algunas sinapsis que dependen de la actividad del músculo para su manutención (Lu y Hyun-Soo, 2003), la pérdida de algunas proteínas musculares (Girolami, Anthony y Frosch, 2000) y la disminución de señales que mantienen la funcionalidad de algunas uniones neuromusculares (Gómez-Pinilla et al, 2002). Pero a cambio, se obtiene una recuperación psicológica completa y si el descanso no es demasiado prolongado, el nivel de las adaptaciones seguirá siendo mayor que el que se tenía al inicio del macrociclo anterior.

Estructura y contenidos de los mesociclos.- Como ya se anotó, los mesociclos son unidades de trabajo equivalentes aproximadamente a un mes. En ocasiones se agrega a los primeros mesociclos una semana extra para proporcionar mayor trabajo de preparación general y ajustar las fechas de competición. El mesociclo permite proporcionar cierta carga de trabajo dosificada con precisión; incluye microciclos (semanas) de carga alta alternados con microciclos de carga más ligera. Esta disposición permite al atleta recuperarse o trabajar con intensidades más altas según sea necesario.

Cada mesociclo reúne características de carga e intensidad determinadas por su ubicación dentro del macrociclo, ya que esta ubicación es correspondiente al tipo de preparación que se está desarrollando. Estas características se reseñan en la tabla 2-3.

Tipo de Mesociclo	Carga	Intensidad
Prep. general	Alta	Media
Prep. específica	Moderada	Media-alta
Prep. competitiva	Ligera	Alta
Transitorio	Ligera	Ligera

Tabla 2-3.- Tipos de mesociclos y valores aproximados de la carga y la intensidad. Los mesociclos se denominan de acuerdo a la etapa del macrociclo que se considera

En esta tabla debe hacerse notar dos situaciones: en primer lugar, los valores de carga e intensidad de los mesociclos son valores promedio. En casi todos los mesociclos existen sesiones de carga o intensidad elevadas o bajas, pero puede afirmarse que el valor de carga del mesociclo considerado como un todo se ajusta a los valores presentados aquí. En segundo lugar, como ya se describió, la carga empieza siendo relativamente ligera incluso en la preparación general, para adquirir su valor máximo cerca del final de la misma y después descender nuevamente a lo largo del resto del macrociclo.

Los microciclos que integran cada mesociclo tienen distintos valores de carga. En general, se alternan microciclos con carga alta con otros de carga más moderada. Los microciclos de carga alta permiten poner en marcha los mecanismos plásticos relacionados con la mejora de la eficiencia de los mecanismos homeostáticos y la adaptación del tejido muscular y conectivo; mientras que los de carga baja con intensidad elevada permiten entrenar las cualidades de fuerza, imponer demandas adicionales a los mecanismos adaptativos de músculos y tejido conectivo y poner en juego mecanismos de facilitación sináptica destinados al incremento de la velocidad y la mejora de los patrones motores, como se expuso más arriba. La tabla 2-4 ilustra un ejemplo de cómo puede distribuirse la carga en los diversos microciclos que componen un mesociclo.

Mesociclo	Microciclo 1	Microciclo 2	Microciclo 3	Microciclo 4
P. general (carga alta)	Carga Alta	Carga Media	Carga Alta	Carga Ligera
P. específica (carga media)	Carga Media	Carga Alta	Carga Media	Carga Ligera
P. competitiva (carga ligera)	Carga Ligera	Carga Media	Carga Ligera	Carga Ligera
Transitorio (carga ligera)	Carga Ligera	Carga Ligera	Carga Media	Carga Ligera

Tabla 2-4.- Tipos de microciclos. Los microciclos se clasifican de acuerdo a sus valores de carga.

Se considera que un microciclo que incluya del 18 al 22% de la carga total del mesociclo es un microciclo de carga ligera; uno que incluya del 23 al 28% se considera de carga media, y uno que incluya del 29 al 35% es de carga alta.

La distribución de la carga mostrada en la tabla constituye un ejemplo entre muchos posibles. En la práctica, la carga puede asignarse de manera distinta a cada microciclo de acuerdo con los objetivos que se persigan, el tipo de mesociclo, el nivel del atleta y la ubicación del mesociclo dentro de la estructura del macrociclo. En el entrenamiento de atletas de élite a menudo se planean mesociclos que tienen 3 microciclos de carga alta y solamente uno de carga media con más de una sesión de entrenamiento al día, porque se busca incrementar la demanda para lograr adaptaciones adicionales. En el entrenamiento de niños no existen mesociclos de carga alta y apenas algunos de carga media (Cuervo y González, 1991. Pp. 85), porque los niveles de adaptación de sus subsistemas corporales es proporcionalmente menor y otros no han alcanzado su pleno desarrollo.

Los microciclos de carga alta no permiten dedicar muchas sesiones al entrenamiento de alta intensidad, mientras que los de carga ligera y moderada sí lo permiten. Así, los microciclos de carga alta tienen sesiones largas, con gran cantidad de trabajo de intensidad moderada. Los microciclos de carga ligera contienen pocas sesiones largas y mayor

cantidad de sesiones cortas con poca cantidad de trabajo y de gran intensidad. Los microciclos de carga alta se utilizan principalmente en el entrenamiento de la resistencia y la flexibilidad dinámica, mientras que los de carga ligera permiten concentrarse en el entrenamiento de fuerza-velocidad (que requiere pesos considerablemente más grandes, es decir, una intensidad más elevada), o bien en el reposo activo (principalmente en el periodo transitorio). La importancia de esta distribución del trabajo en los microciclos es que permite trabajar todos los aspectos de las cualidades físicas sin comprometer los subsistemas homeostáticos y la integridad de los mecanismos de adaptación del levantador. Entre mayor sea el nivel de desarrollo del levantador, mayor cantidad de carga podrá tolerar debido a que el funcionamiento de sus subsistemas homeostáticos, integradores y sus procesos plásticos son más eficientes que los de atletas menos experimentados.

Estructura y contenidos de los microciclos.- Para efectos prácticos, los microciclos pueden considerarse como semanas de trabajo. Cada microciclo incluye entre 4 y 8 sesiones de entrenamiento e incluso más para los atletas de élite, lo cual quiere decir que existen días en los que se realiza más de una sesión de entrenamiento.

Al igual que en los mesociclos, en los microciclos se alternan días de carga alta con días de carga ligera o moderada. Esto se hace para estimular todas las cualidades físicas fundamentales, sin llevar al levantador a un estado de sobreentrenamiento ocasionado por el agotamiento o la falla de sus subsistemas homeostáticos y sus mecanismos de adaptación. En el caso de que deba realizarse más de una sesión de entrenamiento al día, una de ellas tendrá una carga más elevada que la otra. Las sesiones de carga alta implican menor intensidad, mientras que las de carga ligera siguen el patrón opuesto. Un microciclo de entrenamiento presenta la siguiente estructura:

Día	1	2	3	4	5	6	7
Carga	Alta	Media	Alta	Baja	Alta	Baja	-----
Intensidad	Media	Media	Media	Alta	Media	Alta	-----

Este microciclo es típico de un atleta con algunos años de experiencia de entrenamiento (generalmente entre 3 y 4). En general, la mayoría de los microciclos se ajustan a esta estructura, excepto durante el entrenamiento del periodo competitivo. Los días de carga alta involucran gran volumen de trabajo, pero la intensidad de cualquiera de los ejercicios no suele rebasar el 80%. Esto permite poner en juego el entrenamiento de las cualidades de resistencia, adaptación del tejido muscular y conectivo y los subsistemas homeostáticos relacionados con la capacidad de recuperación. En estas condiciones, el daño que reciben las fibras musculares y el tejido conectivo es menor y permite que los procesos de regeneración e hipertrofia se lleven a cabo y permitan el incremento posterior de la intensidad. Los días de carga baja tienen un volumen de trabajo proporcionalmente menor; estos días permiten que una parte, e incluso la mayoría de los ejercicios se trabajen con intensidades del 85 al 90%, e incluso mayores. Esto permite incrementar las demandas sobre los tejidos muscular y conectivo, obligándolos a optimizar los mecanismos de hipertrofia y adaptación. Aunque no hemos encontrado referencias sobre estudios del efecto

del entrenamiento de fuerza y velocidad sobre los mecanismos plásticos del sistema nervioso, las descripciones de los procesos plásticos corticales (Bounomano y Merzenich, 1998; Kandel, 2001a; Pantev et al, 2003) nos permiten pensar que **estos procesos plásticos podrían estar mediados por el reclutamiento concurrente de gran número de unidades motoras, lo que incrementaría la cantidad de entradas somatosensoriales en las áreas somatosensitivas primarias, secundarias y el resto de las estructuras encargadas de planificar las acciones motrices. Esto podría modificar el patrón de estimulación de las áreas asociativas, el procesamiento de impulsos nerviosos, la representación cortical del movimiento, podría optimizar los patrones motores y e incrementar el número de sinapsis centrales concurrentes sobre las motoneuronas. Esto, a su vez, incrementaría la capacidad de estimulación de las motoneuronas y de las fibras musculares, poniendo en juego procesos de facilitación sináptica, los cuales están mucho mejor estudiados. Estos procesos son bastante rápidos: la motoneurona libera neuroregulinas que modifican la actividad muscular y el músculo ejercitado libera neurotrofinas que producen facilitación sináptica a corto plazo, además de que pone en juego vías de señalización con efectos plásticos a más largo plazo (del orden de días). Estos efectos conducen al incremento de contactos sinápticos de la motoneurona sobre el músculo (Lu y Hyun-Soo, 2003). Todos estos eventos harían que la motoneurona reclutará más fibras musculares, con mayor rapidez y de manera más coordinada, lo cual se observaría como un incremento de la fuerza y la velocidad.**

El entrenamiento diario.- Todo lo expuesto anteriormente determina que las sesiones de entrenamiento sean distintas entre sí, pero la estructura general de una sesión es siempre la misma, y se resume a continuación:

- 1.- Preparación.
- 2.- Calentamiento general.
- 3.- Calentamiento específico.
- 4.- Ejercicio técnico 1: variantes del Arranque.
- 5.- Ejercicio técnico 2: variantes del Envión (o del Clean o el Jerk).
- 6.- Variante de la Sentadilla.
- 7.- Variante de los Jalones.
- 8.- Ejercicios especiales.
- 9.- Estiramiento y “vuelta a la calma”.

La preparación involucra poner a punto todo lo que el levantador necesitará para su entrenamiento: vestimenta, agua para beber, implementos como correas o cinturón, etc. En algunos países se formaliza el entrenamiento hasta tal punto que el entrenador pasa lista y les da a los atletas indicaciones generales sobre el trabajo a realizar (Cuervo y González, 1991).

El calentamiento general prepara al organismo para la sesión de trabajo que se realizará. Involucra estiramientos, ejercicios gimnásticos y algunos tipos de salto o carrera. A menudo se considera al calentamiento como sinónimo de aumento de la temperatura corporal. En efecto, esto ocurre por mecanismos de vasodilatación, aumento del riego sanguíneo y estimulación simpática. Pero nosotros **consideramos que el calentamiento involucra también la preparación de las redes neuronales que van a intervenir en los**

levantamientos. El incremento de la actividad neuronal correlaciona con el incremento del flujo sanguíneo local en las redes neuronales (lo cual constituye la base de técnicas de imagenología, como la resonancia magnética funcional). La actividad muscular pone en juego mecanismos de facilitación sináptica mediados por neurotrofinas (Lu y Hyun-Soo, 2003), **es posible que estos sistemas de facilitación actúen a nivel de estructuras encefálicas, poniendo en juego mecanismos atencionales, emocionales y componentes de estimulación autónoma.** El calentamiento permite enfocar la atención en los movimientos que se van a realizar, y se sabe que el subsistema atencional es capaz de proporcionar influencias facilitadoras sobre otras estructuras neuronales y aumentar el tono cortical proporcionando medios adicionales de activación (ver sección correspondiente en el capítulo 4).

El calentamiento específico tiene la misma finalidad que el general, pero se realiza con los implementos y los movimientos propios del Levantamiento de Pesas: jalones varios y repeticiones de diversas variantes de los ejercicios con pesos muy ligeros principalmente. Este tipo de calentamiento permitiría llevar el enfoque atencional a aspectos específicos de ejecución.

El primer ejercicio propio del Levantamiento de Pesas que se realiza en la sesión es el Arranque o alguna de sus variantes. La variante utilizada depende de las deficiencias técnicas que exhiba el levantador (contribuyen a alterar o fortalecer el programa motor establecido para el levantamiento que se considere), así como para la carga planeada para el día de entrenamiento, el tipo de preparación que se está desarrollando y el día de la semana considerado. Conforme se acerca la competencia, se utiliza cada vez más el Arranque clásico, hasta realizarse casi a diario en las últimas semanas previas a la competencia, ya que es necesario reforzar el patrón motor y los recursos de procesamiento nervioso que se utilizarán en los levantamientos.

El segundo ejercicio que se realiza en la sesión es el Envién, el Clean, el Jerk o alguna de sus variantes. Se aplican aquí las mismas consideraciones hechas respecto al Arranque.

El tercer ejercicio realizado suele ser la sentadilla o alguna de sus variantes. En general, se utiliza la sentadilla normal o la sentadilla con la barra al frente del cuerpo, que desarrollan de forma muy específica la fuerza de las piernas y la resistencia general por medio de los mecanismos que hemos descrito en las secciones anteriores. Puede ocurrir que este ejercicio intercambie su lugar en el entrenamiento con los jalones. No se tiene evidencia de que este intercambio produzca perjuicios al levantador.

El cuarto (o tercer) ejercicio de la sesión es alguna variante de los jalones. El jalón es un ejercicio que implica realizar las primeras tres etapas del Arranque o del Clean (posición inicial, primer jalón y segundo jalón), llevando la pesa después a su posición de reposo sobre la plataforma. Este ejercicio contribuye a desarrollar la fuerza y velocidad específicas.

A continuación se realizan una serie de ejercicios especiales que contribuyen a aumentar la fuerza de ciertos grupos musculares específicos: las piernas, los brazos, el pecho o los

hombros; o a desarrollar velocidad y potencia con diversos tipos de saltos y carreras. También se emplean ejercicios de flexibilidad y estiramientos.

La vuelta a la calma consiste en proporcionar algún trabajo de muy baja intensidad, como diversos juegos deportivos de conjunto para disipar la tensión física y psicológica producida por el entrenamiento. **Así se permitiría la utilización de otras redes neuronales, al tiempo que disminuye la actividad de las que están involucradas en el entrenamiento.** Parece muy probable que esta estimulación suave permita que las variables fisiológicas regresen más rápidamente a niveles óptimos para poner en juego los procesos plásticos, de adaptación y recuperación del organismo. Este trabajo también permitiría el “descanso psicológico” debido a que los recursos atencionales y emocionales se desvían del entrenamiento y se enfocan en actividades sencillas y relajantes. Aunque la vuelta a la calma es considerada esencial en muchos países, en México suele ser ignorada por muchos atletas y entrenadores.

La preparación técnico-táctica del levantador de pesas.

El objetivo de la preparación técnico-táctica del levantador de pesas es ayudarlo a comprender sus posibilidades reales en una competencia, dependiendo de sus resultados, la calidad de los adversarios y el nivel o tipo de competencia (Cuervo y González, 1991. Pp. 96).

Este tipo de preparación, que tiene una importancia fundamental, se ve descuidada muy a menudo en países como México. En las competencias es necesario con mucha frecuencia adaptar la táctica, los incrementos de peso que se manejarán y el peso con el que se iniciará a las características de los rivales que se están enfrentando. Cuando el nivel de los adversarios es muy similar al del atleta considerado, el uso de la estrategia y la táctica adecuada puede decidir el resultado de la competencia. No es raro que un pesista inicie con un peso inferior al de los rivales, para incrementarlo después hasta en 10 o 15 kg, obteniendo de este modo un resultado sorpresivo o inesperado que puede afectar el desempeño de los rivales. Por supuesto, la realización de esto sólo será posible si el atleta entrena acorde con el plan elegido para la competencia, de manera que pueda realizar sin fallar sus intentos con los pesos seleccionados. Sin embargo, casi siempre ocurre que la elaboración del plan de competencia suele estar a cargo del entrenador, y aunque podría ser importante que el levantador estuviese enterado del plan de competencia, es el entrenador quien se encarga de su puesta en práctica durante la competencia para permitir que el atleta se concentre exclusivamente en sus levantamientos.

Otro aspecto importante y muy apreciado, sobretudo en países socialistas como Cuba, es la subordinación de los resultados individuales al beneficio del equipo en su conjunto. Para obtener los objetivos deseados puede ser necesario que un levantador obtenga resultados que estén por debajo de sus posibilidades reales, sacrificando sus intereses por los del equipo en su conjunto.

Merece comentario aparte la preparación psicológica del levantador de pesas. No se han encontrado tratados específicos sobre la preparación psicológica de levantador, y la poca

información de la que se dispone considera solamente la educación de la disposición competitiva y el desarrollo de la motivación. En la actualidad, esto ya no basta para garantizar el desarrollo adecuado del atleta. Es necesario un análisis de aquellos aspectos de la ejecución del deporte que pueden ser reforzados por la preparación psicológica, los elementos necesarios para que el atleta desarrolle un entrenamiento de calidad y la enseñanza de técnicas que garanticen los niveles adecuados de atención, concentración y activación emocional del atleta (Weinberg y Gould, 1996. Pp. 273-417; Balagué, 1997. Pp. 184-192). Los métodos para conseguir estos objetivos se encuentran bajo estudio o por estudiarse.

Un aspecto importante de la conducta de los atletas es la exhibición de la persistencia. Esta característica psicológica ha sido definida como el mantenimiento de respuestas altas en situaciones que involucren un esfuerzo elevado, con bajas densidades de reforzamiento inmediato, es decir, una tendencia a trabajar intensamente para conseguir algo, en situaciones en que las consecuencias dependen de sus acciones (Hernández, 1997. Citado por Muñoz, 2003). La persistencia es una cualidad psicológica decisiva en deporte, y el Levantamiento de Pesas no es la excepción. La gran cantidad de entrenamiento necesario debe realizarse día tras día y año tras año, en muchas ocasiones en ausencia de alguna recompensa inmediata. Muñoz (2003) ha encontrado que los deportistas exhiben comportamientos de persistencia mejor adaptados a la tarea que sujetos control no entrenados. El Levantamiento de Pesas actual está al margen de los beneficios económicos que aportan otros deportes, por lo cual el atleta dedicado debe exhibir pautas de motivación intrínseca (para una definición de motivación, véase el apartado correspondiente al subsistema motivacional en el capítulo 4). En muchas ocasiones no resulta claro si el atleta persiste en su deporte porque ya exhibía ese patrón de comportamiento antes de iniciarse en el deporte o porque es el mismo deporte el que conduce a la manifestación de esta cualidad psicológica. **Es posible que no se pueda establecerse una separación tajante entre estas dos posibilidades; un diseño experimental que explore estas diferencias debería ser longitudinal, con grupos grandes de individuos deportistas y no deportistas para ser estudiados a edades similares y en tiempos similares. Muchos entrenadores habilidosos son conocidos por su capacidad para motivar a sus deportistas y lograr que exhiban cualidades de persistencia, y los patrones de crianza en los que se desarrolle el atleta podrían tener también un papel decisivo en la exhibición de esta cualidad, pero también es posible que existan algunos componentes psicobiológicos que intervengan en la manifestación de esta cualidad, como podrían ser las capacidades plásticas del individuo (que le permitan adaptarse a las demandas de entrenamiento) y los niveles de algunos péptidos y neurotransmisores asociados con la manifestación de estados emocionales propicios para el desarrollo de estas conductas, como la serotonina y la dopamina (Véase el capítulo 4).**

Para cerrar este capítulo, debemos recalcar la importancia que tiene la relación entrenador-atleta para el desarrollo y perfeccionamiento del levantador de pesas. El entrenamiento en Levantamiento de Pesas es un proceso tutorial: el entrenador debe estar presente en la mayoría y preferentemente en todas las sesiones de entrenamiento de sus atletas para vigilar el desarrollo del entrenamiento, corregir errores técnicos, atender las situaciones de emergencia que pudieran presentarse, rediseñar los planes de entrenamiento en función de las necesidades individuales de cada levantador y proporcionar

retroalimentación positiva y apoyo emocional a los atletas. Los ejercicios realizados inadecuadamente o con intensidad excesiva para el estado funcional del levantador pueden traer como consecuencia un rápido deterioro de la técnica, estos defectos tienen gran tendencia a estereotiparse y afectar a los demás ejercicios (Herrera A, 1991. Pp. 117). Si el entrenador no se encuentra en el lugar y momento precisos para hacerse cargo de ello, los errores se perpetuarán, y una vez que esto sucede puede ser muy difícil eliminarlos. El entrenador debe poseer conocimientos indispensables para ayudar al atleta a formarse hábitos adecuados de descanso, nutrición y recuperación acordes con sus características, situación personal y nivel de desarrollo. También actuará como mediador entre el ambiente del atleta y su desempeño deportivo; es decir, como un mecanismo de retroalimentación adicional. Una de sus funciones principales consiste llamar la atención sobre los defectos de ejecución y comportamiento del levantador y proporcionar modelos y guía para corregirlos o mejorarlos. Todo esto da como resultado que la vinculación emocional entre el atleta y el entrenador se haga muy intensa, pues su relación de trabajo puede prolongarse durante muchos años. La intensidad, calidad y naturaleza de estas relaciones presenta también un campo fértil para estudios posteriores.

3.- Ontogenia del levantador de pesas.

La ontogenia, o desarrollo del pesista es uno de los factores más críticos a la hora de planear el entrenamiento y la vida deportiva de los atletas. Tanto las cualidades físicas fundamentales como los subsistemas sensoriales, integradores, homeostáticos y motores tienen un ritmo de desarrollo que debe ser respetado de acuerdo con la edad y condiciones de cada levantador. La aplicación de cargas o intensidades inadecuadas para el grado de desarrollo corporal o fisiológico del atleta culminan invariablemente con sobreentrenamiento, lesiones, agotamiento fisiológico y psicológico, y abandono del deporte por parte de los levantadores. En términos coloquiales del deporte, a esto se le conoce como “quemar” a un atleta, y a ello puede contribuir tanto el entrenador, planteando esquemas inadecuados de entrenamiento como el mismo atleta si es demasiado apresurado o indisciplinado y no acata las indicaciones de los entrenadores.

En el presente capítulo se expondrán los principios generales del desarrollo físico de los atletas, enfatizando de manera especial lo que se conoce sobre el desarrollo de los subsistemas involucrados en el deporte y mencionados en el capítulo 2. También se reseñará lo que se conoce sobre el desarrollo de las cualidades físicas fundamentales y los objetivos que se pretenden lograr en las diferentes etapas de desarrollo del atleta.

Patrones de desarrollo de algunos subsistemas.

La ontogenia del ser humano se cuenta entre las más prolongadas que se encuentran entre los animales en general y los mamíferos en particular. Por citar un ejemplo, el desarrollo completo del sistema musculoesquelético puede tomar entre 18 y 25 años, en dependencia de la raza, el sexo y las condiciones de alimentación de los individuos (Quiroz, 1998. Pp. 18-22). Algunos huesos, como la rótula, pueden terminar de conformarse (osificarse) hasta después de los 20 años de vida (Latarjet y Ruiz-Liard, 1989. Pp. 749), y el esqueleto puede reorganizarse hasta en un 18% de su estructura en un lapso de un año (Holick y Krane, 2002). Algunos subsistemas, como el de memoria pueden reorganizarse a lo largo de toda la vida, modificando o adaptando sus estructuras y contenidos inclusive a edades avanzadas (Kandel, 2001b; Kandel, Jessell y Sanes, 2001).

Es poca la información que hemos encontrado sobre el desarrollo de muchos subsistemas sensoriales e integradores, pero existen ciertas tendencias generales del desarrollo que serán anotadas en el presente capítulo. El desarrollo y el desgaste de las estructuras del organismo están relacionados con factores genéticos y ambientales que deben ser tenidos en cuenta en todo momento. En el Levantamiento de Pesas, es posible que el mismo proceso de entrenamiento contribuya como factor importante en el desarrollo de algunos subsistemas, además del musculoesquelético.

El entrenamiento del pesista inicia entre los 10 y los 12 años de edad. Para ese momento, algunos de los subsistemas sensoriales ya han establecido su plan básico, que es difícil de modificar. La investigación apunta a que los subsistemas visual, auditivo y somatosensorial se consolidan no mucho después del nacimiento (Hirabayashi e Isawaki, 1995; Kandel, Jessell y Sanes 2001). El subsistema visual alcanza el nivel de desempeño propio del adulto aproximadamente a los 15 años y el subsistema somatosensorial alcanza su nivel de

desempeño adulto mucho antes, aproximadamente entre los 3 y 4 años de vida (Hirabayashi e Isawaki, 1995). Sin embargo, aunque es posible que la estructura, eficiencia y densidad de receptores del sistema somatosensorial ya no varíen, se conoce que la representación cortical en las áreas somatosensoriales se modifica como resultado de la experiencia (Kandell, 2001a). Karni et al (1995, 1997. Citado por Doyon, 1997) han encontrado que la práctica prolongada de una secuencia simple de movimientos de los dedos está asociada con un aumento de la extensión espacial de la activación del área motora primaria correspondiente a la mano. Así mismo, el desarrollo del sistema vestibular es incompleto incluso después de los 15 años de edad (Hirabayashi e Isawaki, 1995). **Esto contribuye a explicar la importancia de uno de los objetivos que se persiguen en el entrenamiento de los primeros años del desarrollo del pesista: la consecución del balance y equilibrio.**

En conjunto, la información aportada por los subsistemas visual, vestibular y somatosensorial es indispensable para el control de la postura. En la edad de inicio de los pesistas, estos sistemas están aun completando su desarrollo. Como el entrenamiento de los niños y adolescentes está encaminado en buena parte al desarrollo del equilibrio y el balance indispensables para la adecuada realización de los ejercicios clásicos, es muy posible que influya en la reorganización cortical de patrones de movimiento, procesamiento e integración de información sensorial, y que contribuya a mejorar el desarrollo del subsistema vestibular, aún cuando resulta difícil comprobar experimentalmente el papel de las experiencias complejas en el desarrollo de los subsistemas sensoriales (Kandel, Jessell y Sanes, 2001). Se puede apuntar en este momento que el correlato del desarrollo psicomotor proporciona apoyo a estas ideas. Se ha observado que el desarrollo del sistema somatosensorial y el control de la postura parecen darse primero en las niñas que en los niños (Hirabayashi e Isawaki, 1995). Existen reportes anecdóticos de entrenadores que observan que las niñas consiguen adoptar la posición inicial adecuada para el levantamiento y mantenerla con más facilidad que los niños de la misma edad. Sin embargo, debe señalarse que al paso del tiempo, muchas de estas ventajas de desarrollo tienden a desaparecer y los chicos llegan a exhibir un nivel de desarrollo de sus subsistemas sensoriales similar al de las chicas.

El desarrollo de los subsistemas integradores plantea un problema más complejo. El desarrollo del subsistema de memoria es tal vez el mejor conocido, por lo menos a nivel descriptivo. El procesamiento cognitivo de los niños que se inician en el Levantamiento de Pesas ha alcanzado el estadio de operaciones concretas, y por ello es capaz de ejecutar instrucciones y reflexionar sobre ellas siempre que posea un marco de referencia concreto para hacerlo, por ejemplo, la observación de las acciones de su entrenador (Craig, 1997. Pp. 339 y 340). **Es posible que el desarrollo posterior de las capacidades cognitivas le permita asimilar y reflexionar sobre los elementos que constituyen la actividad del Levantamiento de Pesas y consiga de esta manera alguna mejora en su desempeño.** Por ejemplo, la metacognición (capacidad del individuo para supervisar su propio pensamiento) podría permitir al levantador supervisar críticamente su ejecución y realizar los ajustes pertinentes para mejorarla. La metacognición también permite vigilar y comprobar los contenidos de la memoria y alcanza un nivel de desarrollo óptimo después de los 15 años de edad (Craig, 1997. Pp. 343). Debido a la edad de iniciación en el deporte, la tendencia a la declinación de las capacidades de aprendizaje y memoria no suelen afectar a los levantadores de pesas. Sin embargo, debe hacerse la observación de que la edad de

inicio adecuada (entre los 10 y los 13 años) parece facilitar la asimilación de los elementos técnicos y son muchos los entrenadores que rechazan a candidatos a pesistas de 16 años de edad o más. Esto tiene que ver principalmente con políticas deportivas, aspectos educativos y la longitud de la carrera deportiva prevista para el levantador, pero también puede deberse a una posible disminución de la plasticidad cerebral en los deportistas mayores, debido a que su sistema de programación motora comienza a consolidarse y los procesos implicados en la plasticidad se vuelven menos eficientes. No se han encontrado investigaciones que confirmen estas ideas. Sin embargo, parece que a nivel anecdótico y por lo menos en México la observación empírica de los entrenadores suele confirmarse. Es muy raro que un atleta universitario que se haya iniciado en esta etapa consiga el nivel internacional, e incluso la primera fuerza nacional. Las excepciones encontradas las aportan casi siempre atletas que ya tenían amplia experiencia en alguna otra disciplina deportiva. Por otra parte, los contenidos de la memoria se expanden (y posiblemente se modifican) a lo largo de toda la vida. El papel del subsistema de memoria en el Levantamiento de Pesas se expondrá en el capítulo siguiente.

El desarrollo del subsistema de programación motora, al requerir la información proporcionada por el vestíbulo, no puede considerarse completo a la edad en que se suele iniciar el entrenamiento. **El tipo de entrenamiento realizado en estos años, en principio, podría contribuir al desarrollo del subsistema vestibular y el control de los reflejos vestibulares implicados en el control de la postura.** Los estudios de Karni y sus colaboradores (citados más arriba) permitirían plantear que la representación de los planos musculares más empleados en el Levantamiento de Pesas en la corteza motora primaria es más extensa en los atletas que realizan esta actividad (extensores del muslo y erectores espinales, principalmente). Como las cualidades integrativas del control del movimiento ejercitadas en el Levantamiento de Pesas involucran gran cantidad de estructuras que se utilizan en la planeación y ejecución de muchos otros movimientos (como las áreas motoras suplementarias, la corteza premotora, el área de integración multimodal parietotemporooccipital y el sistema de temporización rápida), es posible que el entrenamiento conduzca a cambios plásticos de estas estructuras que puedan expresarse en el desempeño de otras actividades. Por ejemplo, los levantadores de pesas, independientemente de su peso corporal, son capaces de generar grandes velocidades al correr sobre distancias cortas. En un estudio, citado por Smith (2000. Pp. 64), se cronometró a un grupo de atletas de diversas especialidades en una carrera de cinco yardas; los atletas incluían a un futbolista, un corredor de pista, un beisbolista, un gimnasta, un basquetbolista y un levantador de pesas. El mejor registro, tanto de velocidad como de tiempo de reacción fue el del levantador de pesas.

Es un hecho bien conocido del desarrollo psicológico es que la atención (que depende del funcionamiento del subsistema atencional) no funciona a plena capacidad en los niños pequeños, ya que suelen concentrarse en aspectos muy específicos de la tarea, descuidando los demás, y en algunas ocasiones les cuesta trabajo concentrarse en la ejecución de una tarea y suelen “desengancharse” de ella con facilidad (Papalia y Wendkos, 1992. Pp. 316). En los pesistas que se inician en el entrenamiento, gran parte de estos problemas ya han sido superados, lo cual parece indicar que el subsistema atencional está mejor consolidado entre los 10 y los 13 años de edad. No hemos encontrado estudios que aborden el desarrollo del subsistema atencional en pesistas. Tampoco se ha encontrado información sobre el

desarrollo de los subsistemas motivacional y emocional, pero por lo menos una de las estructuras fuertemente involucradas en la manifestación y el control de la motivación y la emoción no está completamente desarrollada a los 10-12 años de edad: la corteza prefrontal (Craig, 1997. Pp. 334). Uno de los papeles de la corteza prefrontal es regular la expresión de las emociones y evaluar su contenido (Iversen, Kupfermann y Kandel, 2001). De manera que aunque el resto de las estructuras relacionadas con el procesamiento emocional y la motivación funcionen de manera óptima, el control de la expresión de las mismas no ha alcanzado su pleno desarrollo. Muchos entrenadores piensan que una de las funciones del deporte es precisamente la educación del carácter y las emociones del atleta. Los estudios efectuados no proporcionan confirmación a estas opiniones (Bakker, Whiting y Van der Brug, 1993. Pp. 73 y 74), pero ello puede deberse en parte a lo que los investigadores consideraron como “educación del carácter” y otras características metodológicas de los estudios.

El subsistema motor, que incluye al sistema musculoesquelético como tal, no ha obtenido su pleno desarrollo en la edad de inicio habitual de los levantadores de pesas. El desarrollo completo del sistema musculoesquelético termina primero en las chicas que en los chicos, por lo que ellas comienzan a manifestar sus potencialidades de fuerza antes que los niños. La diferencia en el tiempo de desarrollo entre una chica precoz y un chico tardío puede ser de hasta 6 años (Mac Dougall, Wenger y Green, 1995. Pp. 337). Los chicos que se desarrollan tardíamente pueden tener desventajas en el sistema de selección del deporte, ya que al comenzar su desarrollo después, no consiguen las mismas marcas que sus compañeros que les aventajan en el desarrollo. Esto conduce en ocasiones a que los entrenadores poco cuidadosos le planteen a un chico con gran potencial pero de lento desarrollo que no posee condiciones para el deporte.

El desarrollo del subsistema motor está determinado en gran medida por los cambios físicos y hormonales propios de la transición a la adolescencia. **El incremento de la estatura proporcionado por el crecimiento del esqueleto y el desarrollo muscular podría verse favorecido por el ambiente anabólico creado por el entrenamiento.** Los atletas en general se encuentran entre los individuos cuya densidad ósea es mayor, y se ha comprobado que la iniciación en el deporte a edades tempranas tiene gran importancia en la determinación de esta característica (Lindsay y Cosman, 2002).

El desarrollo de las cualidades físicas fundamentales.

Además de las tendencias generales del desarrollo y algunos estudios relacionados con los efectos del entrenamiento deportivo, es poco lo que se conoce sobre el desarrollo de algunas de las cualidades físicas fundamentales. En estos casos, lo más que se ha llegado a observar son las tendencias generales del desarrollo. En general, se considera que este desarrollo es producto del entrenamiento particular del deporte considerado. Sin embargo la fuerza, la resistencia y la velocidad dependen del desarrollo de estructuras nerviosas, musculoesqueléticas y procesos metabólicos funcionales (como los procesos aeróbicos oxidativos) que no han madurado completamente a los 10-13 años de edad. Antes de comenzar la exposición de lo que se conoce, es necesario hacer dos observaciones: primero, se han encontrado muy pocos estudios relacionados directamente con el desarrollo de las

cualidades físicas fundamentales en Levantamiento de Pesas. Segundo, existe información sobre las tendencias en el desarrollo de algunas cualidades físicas, pero gran parte de ellas han sido obtenidas en la población en general, no en deportistas. Se acepta que aunque el entrenamiento sistemático no rompe las tendencias generales de desarrollo y declinación de las cualidades, sí contribuye a conservarlas durante más tiempo (Cuervo y González, 1991. Pp. 72; Lindsay y Cosman, 2002). Por otra parte las manifestaciones de algunas de las cualidades físicas fundamentales en deportistas han cambiado en los últimos años, especialmente en gente de edad madura y avanzada como consecuencia del desarrollo de métodos de entrenamiento sistemático apropiados para cada edad. Esto es especialmente notable en el caso de la fuerza. Por ejemplo, los actuales records mundiales de Levantamiento de Potencia para hombres de más de 50 años de edad en la modalidad de sentadilla superan los 300 kg, en las categorías de 110, 125 y +125 kg de peso corporal, y los de peso muerto superan esta cifra desde la categoría de 82.5 kg de peso corporal (Federación mundial de Levantamiento de Potencia, 2003).

Fuerza y Velocidad.- El desarrollo de la fuerza se da primero en las chicas que en los chicos. Esto se debe a que las chicas inician el “estirón”, en promedio dos años antes que los chicos. A los doce años de edad, una niña puede lanzar una pelota tres veces más distancia que a los seis años. Una vez que los chicos inician su desarrollo, pronto alcanzan y superan las marcas conseguidas por las chicas. El momento en que el desarrollo de la fuerza en los chicos alcanza su punto más elevado corresponde a un año después de que han conseguido su máxima velocidad de crecimiento (Mac Dougall, Wenger y Green, 1995. Pp. 339). Gran parte de este desarrollo acelerado de la fuerza se debe al incremento de estatura, peso y masa muscular en ambos sexos. Culminado el desarrollo, cuando se comparan los niveles de fuerza de un chico y una chica de la misma edad y peso corporal se observará que el chico es más fuerte, y esto se debe a su mayor proporción de masa muscular. Ponderando adecuadamente este factor, se observa que la fuerza que pueden generar los músculos de los hombres y las mujeres es equivalente: de 3 a 4 kg por cm² de sección transversal (Guyton y Hall, 1997. Pp. 1166).

Como ya se indicó, el desarrollo precoz proporciona solamente una ventaja subjetiva a los ojos de entrenadores poco cuidadosos. Los chicos de desarrollo tardío logran alcanzar el nivel de desempeño de los chicos precoces, y en muchas ocasiones incluso lo superan (Mac Dougall, Wenger y Green, 1995. Pp. 342). El único problema es que el entrenador llegue a considerar que los chicos de desarrollo tardío como poco aptos para el deporte, tomando como falta de talento lo que es simplemente un inicio tardío del desarrollo. En algunos casos, esto puede traer consecuencias negativas para el niño o adolescente, pues ellos mismos llegan a creer que no poseen talento o condiciones para el deporte y las actividades grupales y abandonan su práctica. Esta percepción suele permanecer en los niños hasta mucho tiempo después de que su torpeza ha desaparecido (Craig, 1997. Pp. 335).

La fuerza continúa su desarrollo después de la adolescencia. Fries y Crapo (1981; citados por Craig, 1997. Pp. 335) indican que la fuerza empieza su declinación en individuos no entrenados a partir de mediados de la treintena. Sin embargo, esto no es necesariamente cierto en el caso de los atletas competitivos, en los que se han apreciado incrementos de la fuerza después de los 40 años (Cuervo y González, 1991. Pp. 72). El desarrollo de la fuerza

puede prolongarse entre 10 y 16 años, e incluso más; aunque para la mayoría de los pesistas, el desarrollo de la fuerza culmina entre los 35 y los 40 años (Cuervo y González, 1991. Pp. 72). Debe añadirse además que entre más pronto se inicie el entrenamiento de la fuerza más pronto culminará su desarrollo. Rozenek y Garhammer (1998) han encontrado que a partir de los 40 años de edad existe decremento sostenido en la cantidad de peso que pueden manejar atletas entrenados del Levantamiento de pesas y Levantamiento de Potencia en competiciones de categoría mundial.

El desarrollo de la velocidad no es bien conocido. En muchos casos, se le ha estudiado como una variable adicional en las pruebas de potencia anaeróbica (Mac Dougall, Wenger y Green, 1995. Pp. 227-275). Sin embargo, como ya se ha indicado, la velocidad depende de la maduración del sistema nervioso y musculoesquelético, la capacidad de los músculos para generar potencia, la integración y organización de los impulsos nerviosos, y la consecución de la temporización adecuada en el reclutamiento de los grupos musculares que intervienen en la tarea. Por ello, la mayor parte de los atletas de velocidad que compiten en Campeonatos Mundiales y Juegos Olímpicos se encuentran en el intervalos de 20 a 30 años de edad. El Levantamiento de Pesas, como deporte de fuerza-velocidad puede incluirse en esta categoría. La edad de los campeones mundiales de Levantamiento de Pesas oscila entre los 23 y los 29 años (Cuervo y González, 1991. Pp. 72), aunque existe una cantidad considerable de excepciones. Planteado lo anterior, **es posible que la velocidad alcance su desarrollo máximo entre los 20 y los 30 años.** Como complemento de estas observaciones, puede añadirse que la velocidad parece declinar más rápidamente que la fuerza tanto en gente entrenada como no entrenada. Existen entrenadores que plantean que la disminución del rendimiento de los levantadores de pesas se debe principalmente a la pérdida de velocidad, pero ninguna de estas afirmaciones se ha comprobado.

El entrenamiento de los pesistas en los primeros años no enfatiza tanto el desarrollo de la fuerza como el de la velocidad, el equilibrio y la asimilación de la técnica de los ejercicios. Sin embargo, aun cuando este no sea el objetivo principal, **la fuerza aumenta impetuosamente durante el primer año de entrenamiento. Esto puede deberse a los procesos de adaptación muscular, nerviosa, y al aprendizaje de nuevos patrones motores eficaces para levantar los pesos.** Después de este primer impulso, el desarrollo de la fuerza se incrementa a una tasa mucho menor (Cuervo y González, 1991. Pp. 72).

El desarrollo de la velocidad se realiza a través de toda la vida deportiva del levantador y en el contexto funcional resulta inseparable del desarrollo de la fuerza. A partir del tercer año de entrenamiento, se empieza a enfatizar el entrenamiento de la fuerza, con lo cual el levantador vuelve a conseguir ganancias aceleradas durante un cierto periodo de tiempo. Transcurrido este intervalo, se deberán variar los patrones de entrenamiento de manera que sea posible seguir aumentando la fuerza y velocidad de los atletas. Todas las variaciones de entrenamiento mostradas en el capítulo anterior pueden ser aplicadas aquí. Posteriormente, el entrenamiento de resistencia será necesario para preparar al organismo para las tremendas intensidades que se deben manejar para seguir progresando en el desarrollo de la fuerza y la velocidad. Después de algunos años de entrenamiento, el desarrollo de la fuerza y la velocidad se hacen muy difíciles, y los cambios obtenidos por cada año de entrenamiento se hacen muy pequeños. Las ganancias en fuerza, el aumento del peso

máximo levantado, el perímetro del muslo y el área de sección transversal del vasto externo de los levantadores participantes en un estudio (con una media de tiempo de entrenamiento de 7 años) lograron incrementos de tan sólo entre 0.6 y 3.9% después de un año de entrenamiento intenso y sostenido (Mac Dougall, Wenger y Green, 1995. Pp. 130). Los levantadores de élite mundial pueden lograr un incremento similar después de cuatro años de entrenamiento, y abundan los casos en los que no se logra una mejora del peso levantado en competición. Pero en la interpretación de estos resultados debe tomarse en cuenta el papel que pueden jugar el resto de los subsistemas integradores que se abordan en el presente trabajo (emocional, motivacional, etc.).

Resistencia.- La resistencia al trabajo continuado se desarrolla a lo largo de los años, ya que su entrenamiento implica severas demandas sobre los sistemas homeostáticos del organismo. Durante la carrera de resistencia (maratón), el metabolismo puede incrementarse hasta en un 2000%, o incluso más (Guyton y Hall, 1997. Pp. 1165). Tales esfuerzos pueden resultar perjudiciales a mediano y largo plazo para un organismo en desarrollo. De manera que ni siquiera el entrenamiento de los corredores de maratón y caminata comienza a aproximarse al auténtico entrenamiento de competición en los primeros años de la adolescencia. Existen discrepancias al respecto, pero en general puede afirmarse que la tremenda fatiga producida por el entrenamiento de resistencia de élite puede conducir a lesiones o al abandono del deporte en atletas no preparados para resistir estas demandas (Platonov, 1988. Pp. 236). La sobrecarga progresiva adaptada a los niveles de desarrollo físico y atlético representa la mejor alternativa para el entrenamiento de la resistencia.

El entrenamiento de resistencia requiere el funcionamiento pleno y adecuado de los subsistemas homeostáticos del organismo. Al respecto, debe tomarse en consideración que en los niños y adolescentes este desarrollo no está completo. La resistencia depende fundamentalmente del metabolismo aeróbico, y este a su vez depende de dos factores: la capacidad bioquímica de los tejidos para utilizar el oxígeno en la oxidación biológica de sustratos energéticos y las capacidades combinadas de los sistemas pulmonar, cardiovascular, y celular para transportar el oxígeno hasta la maquinaria aeróbica del músculo (Mac Dougall, Wenger y Green, 1995. Pp. 140). A esto podría agregarse la capacidad de deshacerse de los productos de desecho como el lactato y la urea y de reponer los depósitos de mioglobina oxigenada tras el esfuerzo realizado, con el fin de acelerar la recuperación y volver al entrenamiento.

En el Levantamiento de Pesas, el entrenamiento de la resistencia no adquiere importancia destacada hasta después del tercer año de entrenamiento (Cuervo y González, 1991. Pp. 84). Como se ha señalado, el desarrollo de la resistencia en el Levantamiento de Pesas constituye en realidad un medio para obtener un fin: preparar al organismo para el entrenamiento de alta intensidad. La disminución en el incremento de fuerza que se observa después del primer año de entrenamiento se relaciona muy bien con el inicio del entrenamiento de la resistencia específica. El desarrollo de la resistencia permitiría incrementar la carga y la intensidad del entrenamiento y obtener mayores incrementos en las marcas competitivas.

Flexibilidad.- La flexibilidad tiende a disminuir con la edad, y este hecho puede ser notado con facilidad observando que los niños muy pequeños son capaces de llevarse los dedos de los pies a la boca, mientras que muchos jóvenes y adultos son incapaces de lograr esto. La flexibilidad es una característica compleja y muy particular de la articulación que se esté considerando (Mac Dougall, Wenger y Green, 1995. Pp. 382). Además de la edad, existen otros factores que pueden alterar la flexibilidad a lo largo de la vida del individuo, como las lesiones, la espasticidad de algunos músculos, el grado contractura muscular, y los ligamentos que atraviesan la articulación e inclusive la temperatura a la que se encuentre el tejido considerado (Mac Dougall, Wenger y Green, 1995. Pp. 399). Todos estos factores pueden llegar a influir en un momento determinado de la vida del deportista.

En general, la flexibilidad es una característica apreciada por atletas y entrenadores, pero en la práctica se descuida su desarrollo, especialmente en los atletas de élite. El trabajo multilateral preconizado por algunas escuelas de Levantamiento de Pesas (por ejemplo, la cubana) suele garantizar un nivel adecuado de flexibilidad en las principales articulaciones de niños y adolescentes. El entrenamiento en Levantamiento de Pesas puede afectar la flexibilidad generando alguno de los factores mencionados arriba. El caso de la articulación del hombro es muy característico: El trabajo excesivo de los hombros con ejercicios auxiliares, y el uso de una técnica incorrecta en la realización del Jerk ocasiona una gran sobrecarga en los músculos de los hombros y puede ocasionar pérdida de flexibilidad de la articulación y lesiones (Herrera A, 1991. Pp. 72). La lesión de una articulación puede producir pérdida de flexibilidad, debido a que el tejido cicatrizal es más rígido que el tejido sano. Lo mismo pasa con los músculos contracturados y las anomalías neuromusculares que producen incapacidad para relajar el músculo (Mac Dougall, Wenger y Green, 1995. Pp. 386).

Parte de estos problemas se pueden solucionar con el uso de un programa de estiramiento adecuado que mejora la flexibilidad estática y seleccionando ejercicios que contribuyan al desarrollo de la flexibilidad dinámica. La efectividad de estos programas en la prevención de lesiones aún está por determinarse (Mac Dougall, Wenger y Green, 1995. Pp. 399), sin embargo, como se apuntó en el capítulo anterior, la flexibilidad dinámica desarrollada por el entrenamiento tiene un significado funcional muy importante en el deporte, porque permite a los levantadores adoptar cómodamente las posiciones más ventajosas para facilitar el levantamiento de los pesos.

Resumen sobre los objetivos de desarrollo en el entrenamiento de los levantadores de pesas.

Los objetivos del entrenamiento en los primeros dos años son: la correcta asimilación de la técnica de los ejercicios clásicos y especiales, el desarrollo del balance, el equilibrio y la postura adecuadas para el Levantamiento de Pesas y el desarrollo armonioso de las cualidades físicas fundamentales, enfatizando el desarrollo de la flexibilidad y la velocidad.

A partir del tercer año se enfatiza el desarrollo de la fuerza y la resistencia específicas que permitan manejar posteriormente volúmenes elevados de carga e intensidad. Continúa el perfeccionamiento de la técnica de los ejercicios.

Después del tercer año y durante el resto de la carrera deportiva se perfecciona y consolida la técnica de los ejercicios, se enfatiza de manera especial el desarrollo de la fuerza, la velocidad y la resistencia específica, la preparación se enfoca al logro de resultados competitivos en competencias específicas y se varían la carga e intensidad del entrenamiento de manera que permitan el mejoramiento de los resultados competitivos respetando sus procesos de desarrollo y recuperación.

4.- Descripción anatomofuncional de los subsistemas involucrados en el Levantamiento de Pesas.

Como se ha establecido en los capítulos anteriores, el Levantamiento de Pesas es una conducta muy compleja, en la que están involucrados prácticamente todos los subsistemas que integran al organismo humano. Los subsistemas sensoriales permiten al sistema nervioso central (con asistencia del subsistema neuroendócrino) relacionarse con los medios externo e interno, y constituyen las vías por las cuales los organismos obtienen la información que les permiten construir una representación de la situación en la que se encuentran. Los subsistemas sensoriales no son simples vías de tránsito de información, pues en ellos ocurre ya una cantidad considerable procesamiento; de manera que ni toda la información que estos subsistemas son capaces de percibir llega a estructuras nerviosas centrales, ni llega en la misma forma en que fue recogida de los medios externo e interno. Los subsistemas integradores codifican la elaboración de una representación coherente del medio a través del procesamiento de esta información, y planifican e instrumentan la manera óptima de desenvolverse en ella. El subsistema motor se encargará a su vez de la ejecución de las conductas planificadas por los subsistemas integradores, entre los que ocupa un lugar destacado el subsistema de programación motora. Las relaciones entre los grupos de subsistemas y sus vías de retroalimentación se resumen en el diagrama 4-1

En el presente capítulo se exponen los principios básicos de funcionamiento de estos subsistemas, y se intenta establecer su posible papel en el contexto del Levantamiento de Pesas. Todo lo que aquí se expone constituye un preludio a la reconstrucción de la situación competitiva que se intentará en el próximo capítulo. Debe hacerse notar claramente que la exposición se limitará a describir la organización general de los subsistemas, enfatizando casi exclusivamente aquellos aspectos de su funcionamiento que consideramos relevantes en la situación competitiva del Levantamiento de Pesas. No se encontrarán aquí detalles sobre el funcionamiento, las estructuras y la integración de la información que se llevan a cabo los diferentes núcleos de relevo de los subsistemas sensoriales, los cuales pueden ser consultados provechosamente en textos especializados (ver: Kandel, Schwartz y Jessell, 2001; y Rosenzweig, Breedlove y Leiman, 2002 para exposiciones detalladas y bibliografía adicional).

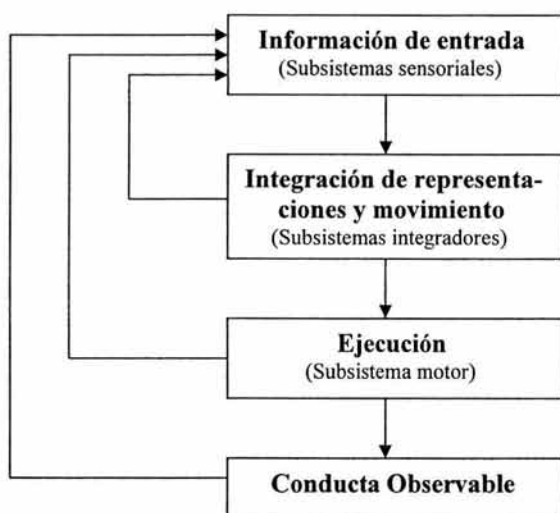


Diagrama 4-1.- Relaciones entre los subsistemas del organismo. Las Vías de retroalimentación se muestran del lado izquierdo del diagrama.

I.- Subsistemas sensoriales.

Esquema general del procesamiento sensorial.

Los subsistemas sensoriales permiten a los organismos relacionarse y obtener información del medio que los rodea, convirtiendo la energía proporcionada por las perturbaciones del medio en impulsos nerviosos que los subsistemas integradores pueden manejar y procesar. En el medio externo existe gran cantidad de información, de la cual solamente una parte es relevante para la vida del organismo. Los diversos tipos de energía a los cuales es sensible el organismo dependen del medio en el que haya evolucionado, y esto condiciona que las diversas especies de seres vivos difieran en los tipos de energías que son capaces de recibir y procesar. Tampoco procesan todos los tipos de energía con la misma eficiencia. El procesamiento visual en el ser humano es más complejo que, por ejemplo, su procesamiento olfativo. Sin embargo, debe tenerse presente que esto se debe a las presiones selectivas a las que ha estado sometido y al tipo de información del medio externo que ha sido más relevante durante su historia evolutiva.

Al igual que el resto de los organismos vivos, el ser humano es sensible solamente a determinados tipos de energía, que le proporcionan la información necesaria para vivir y desenvolverse. La información procede tanto del medio externo como de su medio interno.

La tabla 4-1 proporciona un resumen de las modalidades sensoriales propias del ser humano. Como se puede ver, el organismo humano es sensible solamente a dos tipos de radiación electromagnética: luz visible y radiación infrarroja (calor). En cambio, los tipos de perturbaciones mecánicas que es capaz de percibir son mucho más variados, y abarcan desde perturbaciones en la densidad del aire (sonidos) hasta pequeñas vibraciones ocasionadas por el movimiento de los dedos sobre los materiales (tacto, discriminación de texturas).

Sistema sensorial	Modalidad	Energía de estímulo	Tipo de receptor	Células receptoras
Visual	Visión	Luz	Fotorreceptor	Conos, bastones
Auditivo	Audición	Sonido	Mecanorreceptor	Células ciliadas
Vestibular	Equilibrio	Gravedad	Mecanorreceptor	Células ciliadas
Somatosensorial	Sensibilidad somática			Células de los gánglios dorsales de la médula espinal.
	Tacto	Presión	Mecanorreceptor	Mecanorreceptores cutáneos
	Propiocepción	Desplazamiento	Mecanorreceptor	Receptores musculares y articulares
	Sensibilidad térmica	Calor	Termorreceptor	Nociceptores polimodales
	Picor	Química	Quimiorreceptor	Nociceptores químicos
Gustativo	Gusto	Química	Quimiorreceptor	Botones gustativos
Olfatorio	Olfato	Química	Quimiorreceptor	Neuronas olfatorias

Tabla 4-1.- Principales órganos de los sentidos junto con sus modalidades sensoriales, tipo de energía al que son sensibles y sus células receptoras particulares (adaptado de Kandel, Schwartz y Jessell, 2001. Principios de Neurociencia. pp 414).

Los órganos de los sentidos se ocupan de convertir la energía proporcionada por los estímulos del medio externo e interno en energía electroquímica (en forma de potenciales de acción), que en última instancia es el tipo de información que el sistema nervioso puede manejar eficientemente. Al proceso de conversión se le llama transducción, e implica la estimulación de los receptores por parte de las energías del medio. La visión, por ejemplo, convierte la energía electromagnética en energía electroquímica por estimulación directa de los conos y los bastones; estos receptores cuentan con pigmentos que les permiten captar los fotones de energía luminosa, desencadenando una serie de cambios intracelulares que permiten a los receptores estimular a su vez a otras células para producir un potencial de acción sensorial. El mismo principio es válido para todos los órganos sensoriales, aunque las terminaciones sensoriales, interconexiones entre las células y su organización tienen diferencias importantes. En términos generales, los órganos sensoriales comprenden al receptor (o transductor) propiamente dicho, una serie de estructuras anexas que se encargan de enfocar la energía para permitir el funcionamiento óptimo de los receptores, y en algunos casos neuronas acopladas con los receptores, que son realmente las encargadas de generar el potencial de acción y transmitirlo a las estructuras de procesamiento en el sistema nervioso central.

Todos los subsistemas sensoriales transmiten cuatro tipos básicos de información al ser estimulados: modalidad, localización, intensidad y duración de los estímulos. La modalidad depende del subsistema sensorial y el tipo de receptores específicos que estén siendo estimulados. La modalidad define una clase general de estímulos; y los receptores sensoriales que pueden ser activados, sus vías de conducción de información y sus áreas de destino en el cerebro forman un subsistema sensorial. Hay subsistemas con una sola modalidad (por ejemplo, el subsistema auditivo) y otros con varias modalidades (como el subsistema somatosensorial).

Algunas modalidades sensoriales abarcan más de una submodalidad. Esto permite que cada subsistema sensorial integre información de las diversas características del estímulo en una percepción compleja, con lo que aumenta la capacidad de computación del sistema nervioso central. Por ejemplo, el subsistema visual integra características del estímulo que no están relacionadas entre sí: movilidad, profundidad, forma y color. La información de cada submodalidad se procesa de manera independiente (procesamiento en paralelo) y se integra con las otras en áreas específicas de la corteza cerebral. Las submodalidades pueden hacerse cargo de recibir y procesar información específica del estímulo debido a que cada clase receptor responde a un tipo particular de energía del estímulo, y así el axón al que está conectado transmite información sobre un tipo de estímulo en particular. Esto determina que las vías estén separadas y que la información sobre un aspecto particular del estímulo sea llevada al sistema nervioso central por una vía específica. Este tipo de organización resulta especialmente notable en los subsistemas visual y somatosensorial (Gardner y Martín, 2001).

La localización del estímulo está representada por el conjunto de receptores que se activan en cada modalidad sensorial al recibir un estímulo determinado. Para cada modalidad, los receptores están localizados de manera topográfica, y gracias a ello la actividad de los receptores puede proporcionar información sobre la localización en el espacio, la forma y el tamaño del estímulo. Como ejemplo de esto, podemos mencionar que un objeto colocado en la yema del dedo índice de la mano derecha activará receptores diferentes de los que activaría si estuviera sobre la palma de esa misma mano. Podemos percibir esta diferencia de actividad inclusive con los ojos vendados y en ausencia de cualquier otro tipo de información sensorial (como la de los husos musculares y receptores articulares de la mano).

La intensidad del estímulo está determinada por la amplitud de la respuesta de los receptores, y está en proporción directa con la cantidad de energía recibida del estímulo. Un estímulo intenso liberará una mayor cantidad de energía que uno débil, y gracias a eso provocará una respuesta mayor del receptor.

La duración del estímulo se define por el momento en que empieza y termina la respuesta del receptor. Aquí es necesario subrayar que en términos de nuestra percepción, lo importante es la respuesta del receptor. Existen receptores que rápidamente dejan de emitir potenciales de acción como respuesta un estímulo, independientemente del tiempo que se prolongue éste, mientras que otros seguirán respondiendo (emitiendo potenciales de acción)

durante largos periodos de tiempo. Este proceso se conoce como adaptación del receptor y determina la disminución de la respuesta, lo cual tiene importantes consecuencias funcionales, ya que en muchas ocasiones lo que tiene relevancia para los organismos no son los estímulos en sí, sino el cambio de estimulación percibido en el ambiente: un estímulo que permanece constante indica que el ambiente, en lo que se refiere a ese estímulo permanece constante también y no constituye una amenaza para la supervivencia del organismo (Rosenzweig, Breedlove y Leiman, 2002. Pp. 203). Un ejemplo característico es la sensación producida por la ropa en la piel. Los receptores de la superficie de la piel dejan de responder al contacto de la ropa aunque permanezca puesta durante mucho tiempo, y debido a esto podemos dejar de percibirla durante largos periodos de tiempo.

Cada receptor sensorial tiene una respuesta más eficiente a un margen estrecho de los atributos del estímulo. Por ejemplo, algunas células del oído responden con mayor intensidad a ciertas frecuencias de sonido que a otras (Rosenzweig, Breedlove y Leiman, 2002. Pp. 255). En muchos casos, es posible que el receptor responda a márgenes de estimulación distintos, pero la energía del estímulo (intensidad) requerida para producir la respuesta en este caso es mucho mayor (Gardner y Martín, 2001). Esto determina también que la intensidad del estímulo deba alcanzar cierto umbral (umbral sensorial, energía mínima) para producir activación del receptor. Por debajo de ese umbral el estímulo no será percibido (Gardner y Martín, 2001). Por ejemplo, es seguro que la profundidad de los surcos del moleteado (líneas grabadas en relieve sobre la barra para aumentar su rugosidad) de todas las barras es diferente, aunque sea por unos cuantos nanómetros; pero esta diferencia resulta irrelevante para la percepción del levantador, porque la deformación mínima requerida por sus receptores para percibir la diferencia es mucho mayor que unos cuantos nanómetros.

Los receptores tienen además un campo receptivo propio, en el cual pueden detectar los estímulos. Estos campos receptivos varían de acuerdo a la modalidad sensorial de que se trate y suelen traslaparse; pero si el estímulo es lo suficientemente “fino”, acabará por estimular de manera más específica el campo de un receptor determinado. En las neuronas de los núcleos de relevo existen mecanismos de inhibición recíprocos que contribuyen a afinar la percepción del estímulo. Estos mecanismos son muy notables en las modalidades visual y táctil, y proporcionan la base fisiológica de la discriminación de contornos y reconocimiento de texturas (Gardner y Martín, 2001).

La densidad de los receptores tampoco es la misma en todos los campos de cada modalidad sensorial. Por ejemplo, en la retina del ojo existe una zona con alta densidad de receptores llamada mácula, en la cual se discriminan eficazmente detalles, colores y contornos, mientras que en el resto de la retina hay menor densidad de receptores (Rosenzweig, Breedlove y Leiman, 2002. Pp. 292 y 293). El tacto se encuentra especialmente afinado en las yemas de los dedos y los labios, donde existe gran cantidad de receptores de esta modalidad sensorial. En general, en los sitios donde existe gran cantidad de receptores se puede discriminar con mayor eficacia entre estímulos que difieren ligeramente en sus atributos.

Todas estas características permiten a los órganos sensoriales percibir y procesar los estímulos de los medios externo e interno del organismo. La organización general de los

subsistemas sensoriales se muestra en el diagrama 4-2. Una vez que el receptor ha generado un potencial de acción, éste es conducido a los núcleos de relevo, cuya localización depende de la vía específica que siga el subsistema sensorial hasta el cerebro. En el sistema somatosensorial, los primeros núcleos de relevo se encuentran en los ganglios de la raíz dorsal de la médula espinal, mientras que los del oído se encuentran en el núcleo coclear en el bulbo raquídeo. En cada núcleo de relevo, múltiples terminales aferentes convergen en neuronas de orden superior. Gracias a esto cada neurona de los núcleos de relevo integra la información de muchos receptores o de neuronas de relevo de orden inferior. Los núcleos de relevo poseen regiones excitadoras e inhibitoras (especialmente los subsistemas visual y somatosensorial), cuya actividad determina si la información recibida se transmite o no a la corteza cerebral (Gardner y Martín, 2001). Los núcleos de relevo transmiten solamente secuencias fuertes de actividad reiterada de las fibras sensitivas individuales o actividad transmitida de forma simultánea por múltiples fibras sensoriales. De esta manera se evita que se transmita a la corteza información irrelevante producida por activación espontánea de las fibras sensitivas o neuronas de orden inferior. Para lograr esto, resulta especialmente importante la inhibición de la actividad de ciertas neuronas, que se lleva a cabo por medio de interneuronas inhibitoras que pueden ser activadas por: 1) las mismas fibras aferentes, sean de los receptores o de neuronas de relevo de núcleos de orden inferior, 2) por las propias neuronas de proyección (eferentes) del núcleo de relevo considerado, y 3) por núcleos de relevo de orden superior, especialmente de la corteza cerebral. Las conexiones de actividad más fuerte inhiben a las más débiles, ya que consiguen activar a un mayor número de neuronas inhibitoras y esto asegura que se pueda realizar el contraste entre estímulos intensos y débiles. Esta actividad constituye la base neuronal de la resolución y discriminación entre estímulos que en los subsistemas visual y somatosensorial tienen gran importancia (Gardner y Martín, 2001). Las conexiones provenientes de núcleos superiores permiten además incrementar la sensibilidad a ciertas características del estímulo y controlar el flujo de información a través de los núcleos de relevo (Gardner y Martín, 2001).

La información de los núcleos de relevo termina por llegar a zonas específicas de la corteza cerebral a través del tálamo, que es una estructura encefálica constituida por aproximadamente 50 núcleos diferentes (Amaral, 2001). A él llega información procedente de todas las modalidades sensoriales, excepto el olfato, y también de gran cantidad de estructuras encefálicas como la misma corteza cerebral, el hipotálamo, el hipocampo, el cerebelo, los ganglios basales, el tronco encefálico y la médula espinal. El tálamo no sólo actúa como núcleo de relevo: su función principal es impedir o facilitar el tránsito de información específica hacia y desde el cerebro, dependiendo del estado de conducta del organismo, y debido a esto, en él se realiza una cantidad sustancial de procesamiento de información (Amaral, 2001).

El procesamiento de la información sensitiva culmina en la corteza cerebral. El destino de la información sensorial en la corteza se ilustra en la figura 4-1. Cada modalidad sensorial llega a una zona específica de la corteza conocida como corteza sensitiva primaria, y en ella está representada la información de todos sus receptores y para cada submodalidad (Amaral, 2001). La integración de la información de las diferentes submodalidades ocurre en las áreas sensitivas secundarias, conocidas también como áreas de asociación unimodal. Las áreas unimodales reciben información de las áreas sensitivas primarias y representan el

estadio final de procesamiento de la información de un subsistema sensorial en particular. La información procesada aquí es proyectada a las áreas de asociación multimodal (corteza parietal posterior), pero estas integran la información de varias modalidades sensoriales junto con información procedente de los subsistemas integradores (Saper, Iversen y Frackowian, 2001).

En los siguientes apartados se describen los aspectos básicos de la estructura y función de los subsistemas sensoriales considerados en nuestro modelo del Levantamiento de Pesas. Es necesario insistir nuevamente que la descripción proporcionada se ceñirá exclusivamente a los aspectos funcionales, y de la organización de los subsistemas sensoriales no se dirá más aquí.

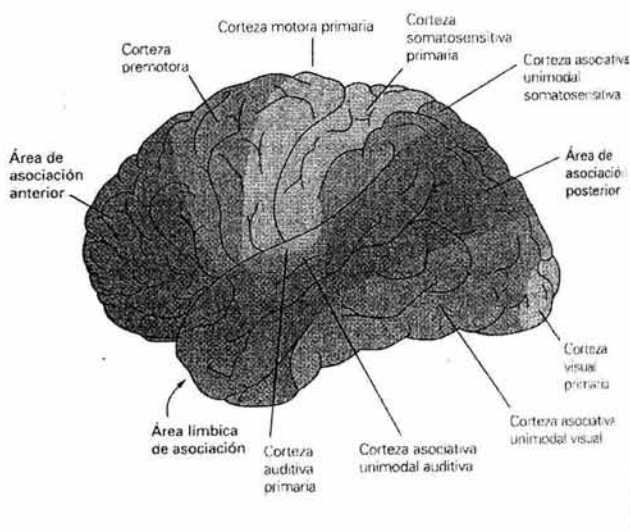


Figura 4-1.- Principales áreas corticales del cerebro. Se ilustran la tres áreas de asociación (límbica, parietal posterior y frontal anterior), así— como las áreas primarias y unimodales de los subsistemas visual, auditi vo y somatosensorial (tomado de Kandell, Schwartz y Jessell. Principios de Neurociencia. Pp. 350).

1.- Subsistema Auditivo.

El subsistema auditivo puede convertir ondas mecánicas conocidas genéricamente como sonidos, que se presentan como cambios de densidad en el aire y en algunos sólidos, en impulsos nerviosos; que al ser procesados por el sistema nervioso central permiten a los individuos advertir características relevantes de la fuente del sonido, tales como su tamaño, su naturaleza y sobre todo su localización. Esto es así porque diversos eventos, objetos u organismos son capaces de producir ondas de diferentes formas, frecuencias e intensidades, que dan lugar a las propiedades del sonido conocidas como timbre, tono y volumen. Además, la disposición de los órganos transductores y el procesamiento de los patrones de llegada del sonido a cada uno permiten conocer de manera muy aproximada la localización de la fuente. Como el subsistema auditivo es capaz de reconocer diferencias de timbre, tono y amplitud del sonido ha favorecido la evolución de vocalizaciones en los animales, que al ser compartidas por individuos de una misma especie hacen posible que puedan comunicarse a largas distancias. Estos sistemas se han sofisticado de tal manera que han permitido en la especie humana la aparición de la música y el lenguaje articulado.

Por todo lo anterior resulta claro que el subsistema auditivo juega un papel adaptativo fundamental. Sin embargo, en el Levantamiento de Pesas y específicamente en la situación competitiva su papel se ve bastante restringido. De hecho, en muchas ocasiones, los sonidos externos perturban la ejecución, por lo cual una de las disposiciones reglamentarias de la IWF establece que la sala de competencia debe permanecer lo más silenciosa posible durante la ejecución de un levantamiento. La violación de esta disposición ha desencadenado en numerosas ocasiones la falla del levantamiento. Con todo, no faltan casos en que sucede exactamente lo contrario: los gritos y vocalizaciones del público pueden alentar al pesista, tal vez incluso facilitarle el levantamiento. Las bases psicofisiológicas de estos efectos serán nuestro principal objeto de interés en la presente sección.

La organización del subsistema auditivo se esquematiza en el diagrama 4-2. El sistema transductor de señales del oído consta de una serie de estructuras que enfocan, filtran, concentran y transducen la energía sónica. Al ser el oído un órgano bilateral, la información que proporciona al cerebro es ligeramente diferente en ambos lados. Esto constituye la base de la localización de las fuentes de sonido. La información que permite conseguir esto está representada por las diferencias de intensidad y de tiempo con las que el sonido llega a cada oreja. La intensidad del sonido es diferente para cada oído porque éste queda amortiguado por la cabeza, de manera que el oído más alejado de la fuente de sonido recibe una estimulación de menor intensidad; además, el sonido tarda más tiempo en llegar al oído que está más alejado de la fuente, y por eso el tiempo de llegada mismo resulta más largo. Estas diferencias son aún más notables conforme aumenta la frecuencia del sonido (Rosenzweig, Breedlove y Leiman, 2002. Pp. 259). El sistema nervioso central es capaz de procesar estas diferencias para deducir la ubicación de la fuente del sonido.

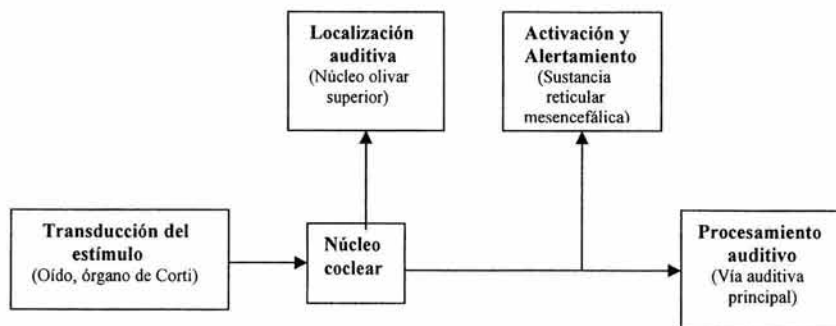


Diagrama 4-2.- Organización general del subsistema auditivo. Los estímulos transducidos por el oído llegan hasta el núcleo coclear, desde donde se distribuyen en dos ramas, una de las cuales conduce a los centros que se encargan de localización de estímulos auditivos y la otra con el procesamiento de los sonidos propiamente dicho. La vía auditiva principal manda algunos axones a la sustancia reticular del mesencéfalo.

El nervio auditivo lleva la información al núcleo coclear, del cual salen dos ramas principales. Una tiene fibras que van al núcleo olivar superior del mismo lado y al del lado contralateral; en este núcleo se realizan los primeros pasos del procesamiento que culmina en la localización de las fuentes de sonido. La otra rama llega al colículo inferior, que es el centro de procesamiento auditivo del mesencéfalo. Los axones que salen del colículo inferior llegan al cuerpo geniculado medial del tálamo, a partir del cual se extienden hacia las áreas corticales auditivas. En su trayecto por el mesencéfalo, la vía auditiva se relaciona con las neuronas de la sustancia reticular mesencefálica, a las que se proyectan algunos axones (Saper, 2001a). Como algunos grupos neuronales de la sustancia reticular intervienen en mecanismos de activación y alertamiento, estas conexiones estarían implicadas en los reflejos de alertamiento y orientación que se producen al escuchar un sonido fuerte o inesperado. **En el Levantamiento de Pesas estas vías y mecanismos podrían perturbar la ejecución, ya que los reflejos de orientación producen el desenganche la atención, apartándola de la secuencia programada en el patrón de ejecución.** La pérdida de atención puede ocasionar que se interrumpan los mecanismos de facilitación que la red atencional posterior proporciona a las neuronas de la corteza motora.

En el capítulo 1 se resumieron algunas de las funciones relevantes del subsistema auditivo relacionadas con la situación competitiva. El atleta necesita escuchar los llamados a la plataforma, las indicaciones técnicas de su entrenador y la señal de bajada de la pesa después de concretar el levantamiento. Suponiendo que su audición es normal, en todos los casos el pesista estará a la espera de cada una de estas señales. En las salas de calentamiento hay mucho ruido de fondo, así que el levantador deberá permanecer atento para escuchar su llamado a la plataforma de levantamiento. Este “estar atento” significa que estará esperando escuchar su nombre entre los de todos los demás. Al margen del papel

fundamental que tiene el subsistema atencional en estas situaciones, no está muy claro si el pesista está esperando escuchar su nombre o el tono de la voz del secretario de competencia. Nótese que en ambos casos se reconocen atributos diferentes del sonido, en el primer caso son las frecuencias del sonido y en el otro la estructura y significado de lo que se escucha. En el segundo caso, hay considerable procesamiento de áreas de asociación que relacionan los patrones de sonido con su significado (área de Wernicke) (Rosenzweig, Breedlove y Leiman, 2002. Pp. 258). Cuando el levantador está a la espera de la señal de bajada de la barra a la plataforma, lo más probable es que se concentre en la frecuencia e intensidad del sonido, más que su estructura o significado. Lo contrario ocurriría en el caso de las indicaciones dadas por el entrenador.

Además de esto, se apuntó en párrafos anteriores que los sonidos intensos e inesperados pueden perturbar la secuencia de ejecución. Entre estos sonidos se encuentran las vocalizaciones y gritos del público. Debido a esto, las reglas técnicas de competencia contemplan evitar en la medida de lo posible los ruidos producidos por el público y otras influencias perturbadoras en la sala. Pero existen no pocos casos en que los gritos del público favorecen la ejecución del levantador. Es posible plantear una explicación a este efecto considerando que **los sonidos pueden producir activación del tono cortical, mediado por las conexiones del subsistema auditivo con el área límbica, la sustancia reticular ascendente y tal vez el área tegmental ventral.** Por otro lado, se verá más adelante que los recuerdos y reacciones emocionales están mediados por estructuras del área límbica, y ésta puede producir activación hipotalámica y cortical. **Si las experiencias previas del levantador están asociadas con estimulación de este tipo, es posible que la situación favorezca la recuperación de recuerdos emocionales que producen activación del sistema límbico, el hipotálamo, la sustancia reticular ascendente y la corteza frontal, aumentando el tono cortical y quizá favoreciendo la ejecución del levantamiento** (ver la sección correspondiente al subsistema emocional). Pero para que esta activación favorezca la ejecución, resulta indispensable que el atleta conserve su foco atencional sobre la tarea que va a ejecutar, lo cual puede ser logrado con el entrenamiento correspondiente (ver la sección sobre el subsistema atencional). En el caso de los levantadores que ven perturbada su ejecución por estos estímulos, tanto el sonido en sí mismo como la estimulación producida por el sistema límbico resultarían perturbadores. El efecto sería doble: por un lado, los sonidos fuertes pueden producir reacciones de orientación que dificultan volver a concentrarse en la tarea que se estaba ejecutando; además, la estimulación simpática y emocional resultantes parecen ser fuertemente perturbadoras para muchos levantadores (véase la sección sobre el subsistema atencional). Si el atleta no logra devolver la atención a la tarea, perderá los mecanismos de facilitación mediados por las redes atencionales, con lo que las ejecuciones máximas podrían verse seriamente afectadas.

2.- Subsistema Vestibular.

El subsistema vestibular proporciona información indispensable para nuestra correcta percepción, ubicación y desenvolvimiento en el espacio. Esto lo logra registrando la posición de la cabeza a través de los complejos patrones de aceleración lineal y angular que producen los movimientos que realizamos todo el día y en todas las situaciones. La

aceleración angular es producida por todos los movimientos de la cabeza con relación al eje del cuello, mientras que la aceleración lineal es producida principalmente por los movimientos del cuerpo con relación al espacio mientras se conserva la cabeza fija (Goldberg y Hudspeth, 2001).

La información proporcionada por el sistema vestibular contribuye a mantener el equilibrio y la postura, a construir la representación de nuestra ubicación en el espacio y a planificar nuestros movimientos. Esto se logra en parte por la activación de reflejos vestibulooculares, vestibolocervicales y vestibuloespinales, los cuales se activan en respuesta a las perturbaciones de la posición de la cabeza ocasionadas por el movimiento. Estos reflejos tienden a contrarrestar las perturbaciones, gracias a lo cual somos capaces de responder muy rápidamente a ellas para mantener el equilibrio y la postura; además de la fijación de las imágenes en la retina, con lo que se impide la pérdida de sensibilidad de la visión. Por otro lado, el subsistema vestibular manda información a gran cantidad de estructuras encefálicas, contribuyendo a la regulación fina del movimiento y a la integración de la percepción del espacio y la planificación de acciones.

El órgano vestibular es bilateral y se encuentra en el oído interno, formando una estructura conocida como el laberinto vestibular. Cada laberinto vestibular consta de cinco órganos receptores que transducen los estímulos mecánicos en potenciales de receptor. Dos de ellos son el sáculo y el utrículo, que detectan con precisión la aceleración lineal a través de cualquier eje y tres conductos semicirculares que detectan la aceleración angular de manera aproximada en cualquier eje.

Como los órganos vestibulares son bilaterales, los centros superiores integran la información proveniente de ambos lados para detectar la aceleración de la cabeza. La mayor parte de los movimientos que realizamos generan patrones complejos de estimulación vestibular, con elementos de inhibición y excitación en ambos órganos vestibulares. Esta complejidad condiciona, entre otras cosas, que los lactantes necesiten muchos meses de entrenamiento para poder andar con los dos pies. Como los patrones de estimulación vestibular asociados a experiencias nuevas son distintos de aquellos a los que están habituados, incluso los adultos deben trabajar activamente para incorporarlos a sus patrones reflejos de respuesta motora (Goldberg y Hudspeth, 2001).

Es fácil ver que todo esto tiene repercusiones directas en el Levantamiento de Pesas. En los capítulos 2 y 3 se señaló que una de las tareas principales del entrenamiento de los pesistas jóvenes es el desarrollo del equilibrio y el balance adecuados para la realización del levantamiento. El análisis del movimiento realizado en el capítulo 1 nos permite ver que durante la realización de un intento, el levantador está sujeto a fuerzas de aceleración lineal en el plano vertical, con escaso componente en el plano horizontal (idealmente el componente horizontal no debería existir). Sin embargo, la inercia de la cabeza condiciona que ésta sufra aceleración angular en el plano sagital (similar a la que experimenta al hacer una señal de asentimiento), lo cual implica un patrón complejo de estimulación de los conductos semicirculares, ya que los ejes de los conductos no se corresponden exactamente con los ejes anatómicos de la cabeza. **En el caso de los levantadores novatos, estos patrones de estimulación condicionarían que los reflejos vestibulares que intentan mantener la relación de la cabeza con el tronco y el cuello y la de los ojos con su punto**

de fijación fueran inadecuados, lo cual facilitaría la pérdida del control postural y caídas, que en los levantadores de alta calificación son extremadamente raras (especialmente con pesos submáximos o menores). El trabajo diligente en las primeras etapas del entrenamiento, en el cual se enfatiza la búsqueda del balance correcto en la ejecución, contribuiría a ajustar los nuevos patrones de estimulación vestibular producidos por el levantamiento a los mecanismos reflejos vestibulares que intervienen en el control de la postura. Al respecto, debe acotarse que **los entrenadores insisten en mantener la mirada fija en un punto del espacio como ayuda para mantener el equilibrio. Esto proporcionaría un sustento empírico al papel que desempeñan los reflejos vestibulooculares y vestibulocervicales en el control de la postura durante las ejecuciones.** A estos reflejos nos referiremos enseguida.

Los conductos semicirculares y órganos otolíticos transmiten la información relativa a la aceleración de la cabeza a los centros nerviosos superiores, los cuales controlan una serie de reflejos que el cuerpo utiliza para compensar el movimiento de la cabeza y la percepción del movimiento en el espacio. Estos reflejos se conocen como reflejos vestibulares y son vestibulooculares, vestibulocervicales y vestibuloespinales. Su exposición detallada excede los alcances del presente trabajo, pero como los tres grupos de reflejos resultan indispensables en el control postural propio del Levantamiento de Pesas, serán expuestos brevemente.

Reflejos vestibulooculares.- Mantienen los ojos fijos cuando se mueve la cabeza. El subsistema vestibular indica la rapidez con la que rota la cabeza y los núcleos oculomotores utilizan esa información para estabilizar los ojos y mantener sin movimiento las imágenes en la retina. Esto se debe a que el sistema visual procesa mejor las imágenes estables que las que están en movimiento (Goldberg y Hudspeth, 2001). Comprenden: el reflejo de rotación, que compensa la aceleración angular de la cabeza; el de traslación, que compensa el movimiento lineal; y el de contrarrotación, que compensa la rotación de la cabeza en el plano vertical (Goldberg y Hudspeth, 2001). **Debido a sus características y a las del desplazamiento del cuerpo y la cabeza durante el levantamiento, consideramos que el reflejo de contrarrotación resulta especialmente importante en el Levantamiento de Pesas;** pues como ya se indicó, la inercia de la cabeza tiende a producir una aceleración angular en la misma cuando el cuerpo se desplaza en el plano vertical. La información proporcionada por el sistema vestibular (por medio de los conductos semicirculares) permitiría compensar este movimiento, manteniendo el importante punto de referencia que representa la fijación de la mirada.

Reflejos vestibulocervicales.- Mantienen fija la posición de la cabeza con respecto al espacio, y lo logran actuando sobre los músculos del cuello. La respuesta motora que general actúa anulando la señal vestibular desde su origen (Jones, 2001). En el caso del Levantamiento de Pesas, el reflejo vestibuloocular de contrarrotación mantiene fija la mirada cuando el cuerpo se desplaza en el plano vertical, pero mantener la posición de la cabeza requiere que los músculos del cuello actúen compensando la señal producida por la aceleración angular en los conductos semicirculares. Gracias a este reflejo el cuello vuelve a su posición original, la que tenía antes de la perturbación, y la señal de los órganos semicirculares quedaría cancelada. Como estos reflejos son de latencia corta, deben constituir el mecanismo fundamental para regular la posición de la cabeza durante el

levantamiento, ya que los desplazamientos corporales se producen en intervalos de décimas de segundo.

Reflejos vestibuloespinales.- Permiten al sistema motor compensar el movimiento de la cabeza. El subsistema vestibular responde a las alteraciones de postura mucho antes que el subsistema visual, y la información que proporciona constituye un factor muy importante para mantener la estabilidad postural. La contribución vestibular al control de la postura depende de la clase de perturbación impuesta. Cuando tiene la cabeza quieta, una persona normal mantiene el equilibrio desplazando continuamente el cinturón pélvico hacia delante y hacia atrás, mientras que una persona con defectos vestibulares pierde el equilibrio rápidamente porque carece de los componentes vestibulares de estabilización de la cabeza (Jones, 2001).

La información proporcionada por el subsistema vestibular se transmite a través del nervio vestibular a los núcleos vestibulares superior, medial, lateral y descendente; y a partir de ahí, a muchas áreas del sistema nervioso central, incluidos núcleos contralaterales. Estas conexiones se ilustran en el diagrama 4-3. Los núcleos superior y medial reciben su aferencia principal de los conductos semicirculares, mientras que los núcleos lateral y descendente la reciben principalmente de los órganos otolíticos.

Los núcleos vestibulares integran la información de los órganos vestibulares con la de la médula espinal, el cerebelo y el subsistema visual. Cada núcleo tiene proyecciones características y contribuye a controlar determinados aspectos de la percepción y la conducta. Los núcleos superior y medial se proyectan al fascículo longitudinal medial, y desde ahí a los centros oculomotores y la médula espinal. Están involucrados en los reflejos que controlan la mirada y la postura. El núcleo lateral (de Deiters) se proyecta al fascículo vestibuloespinal lateral y al fascículo de Deiters. Contribuye también al control de la mirada y principalmente a los reflejos posturales. El núcleo descendente tiene proyecciones a múltiples estructuras del sistema nervioso central, incluyendo los núcleos contralaterales, el cerebelo, el tronco encefálico y el fascículo vestibuloespinal lateral; se considera que está más involucrado en la integración de señales vestibulares y señales motoras centrales. Además, los núcleos comparten una proyección común al tálamo, que a su vez se proyecta a la corteza somatosensitiva primaria y a la corteza de asociación parietal. La corteza utiliza esta información para generar una medida subjetiva de automovimiento y una percepción del mundo externo en conjunción con la información proporcionada por los subsistemas visual y somatosensorial.

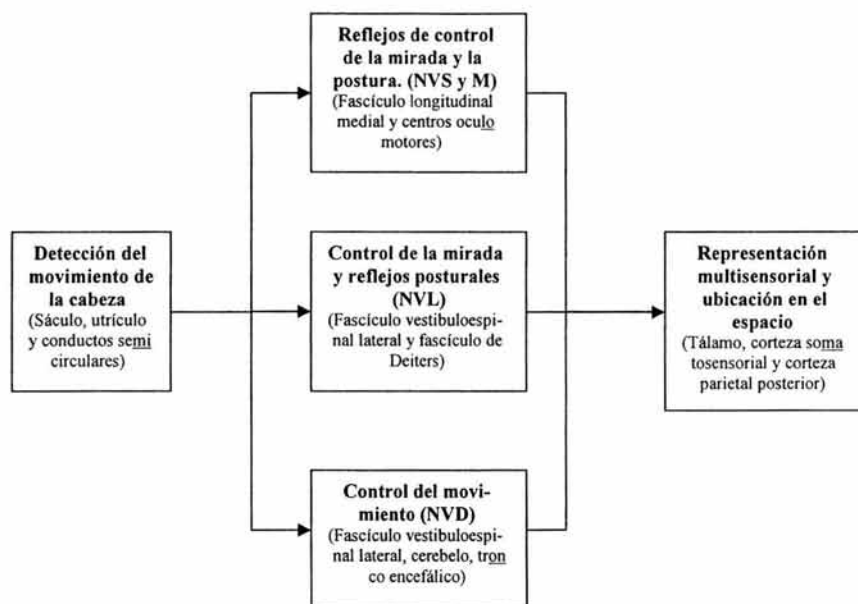


Diagrama 4-3.- Organización general del subsistema vestibular. Los órganos vestibulares mandan información sobre los movimientos de la cabeza a los cuatro núcleos vestibulares, que a su vez la envían a estructuras encargadas del control de los reflejos posturales, la mirada, y el movimiento. NVS y M = núcleos vestibulares superior y median; NVL = núcleo vestibular lateral; NVD = núcleo vestibular descendente.

Como puede apreciarse, todas estas conexiones tienen la finalidad de integrar la información proporcionada por el subsistema vestibular con control de la mirada, la postura, el movimiento y la percepción del medio externo. La participación del subsistema vestibular en el Levantamiento de Pesas tiene que ver entonces con la percepción y ubicación en la situación competitiva, y de manera destacada con el control del equilibrio y la postura durante los desplazamientos verticales que se requieren para realizar los levantamientos. La complejidad de este control exige que las señales vestibulares estén perfectamente acopladas al programa motor. Cuando los circuitos vestibulares han sido debidamente entrenados, la información proporcionada por ellos puede ser utilizada inclusive para corregir algunos desplazamientos corporales erróneos en la ejecución de los levantamientos por medio de los reflejos vestibulares. Por ejemplo, si el atleta siente un desplazamiento hacia delante de la barra en la fase de desliz lo suficientemente pronunciado como para que tenga que modificar la posición de la cabeza o el tronco durante un levantamiento, realizará desplazamientos compensatorios de las piernas y el tronco. Aunque no se han encontrado reportes de investigación al respecto, **como la función principal de los reflejos vestibulares consiste en mantener la cabeza y la mirada en una posición fija, es posible plantear que resultan fundamentales para ajustar los desplazamientos compensatorios que realiza el atleta; de manera que le sea**

posible mantener la fijación de la mirada y la posición relativa de la cabeza con relación al tronco. Sin la información de estos puntos de referencia, los desplazamientos hacia delante de las piernas y el tronco podrían resultar excesivos y conducirían a nuevos desequilibrios posturales que podrían culminar con la pérdida de control de la postura y la caída de la pesa.

Por supuesto, a pesar su importancia, el subsistema vestibular no es suficiente para controlar por sí solo el equilibrio y los desplazamientos posturales en el Levantamiento de Pesas. La información que proporciona es complementada con la que proporcionan los subsistemas visual y somatosensorial, que serán descritos a continuación. En secciones posteriores y en el capítulo 5 propondremos qué papel tiene cada una de estas modalidades sensoriales y cómo se integra la información que proporcionan en el control del equilibrio, la postura y la corrección de las perturbaciones durante la ejecución de los levantamientos.

3.- Subsistema Visual

El subsistema visual es uno de los más importantes en la especie humana y en cuyo procesamiento está involucrada la mayor proporción de corteza cerebral: aproximadamente un 23% (Rosenzweig, Breedlove y Leiman, 2002. Pp. 306). Su función es convertir la energía proporcionada por las ondas electromagnéticas que abarcan las longitudes de onda comprendidas entre los 700 (luz roja) y los 400 nm (luz violeta) en potenciales electroquímicos procesables por los centros nerviosos encefálicos. El procesamiento de los patrones de ondas que inciden en el ojo permite construir una imagen del mundo externo y sus relaciones con el organismo, incluido el movimiento, la posición, la configuración y las características de los objetos que lo constituyen. Esta información se combina con la que proporcionan los otros subsistemas sensoriales para crear la percepción del espacio, los objetos y la posición en que nos ubicamos con respecto a ellos.

Los estímulos visuales son muy significativos porque, al igual que los auditivos, nos permiten reconocer las características del medio sin tener que ponernos en contacto directo con él. La información que aportan permite reaccionar o decidir qué hacer ante una situación determinada, aún cuando sus componentes no nos afecten de manera inmediata. Muchos estímulos visuales desencadenan reacciones de orientación y alertamiento muy similares a las que hemos estudiado en el caso del subsistema auditivo.

En el la situación competitiva del Levantamiento de Pesas, la información visual, junto con la que aportan el subsistema auditivo y somatosensorial, permita al levantador construir su percepción del espacio de competencia y conducirse de manera adecuada en él. Esta percepción incluye reconocer las características de los implementos que se utilizan (especialmente de la barra, la plataforma y en menor grado la magnesia), relacionarse con los oficiales y señalamientos propios de la competencia (jueces, juego de luces, entrenadores y público) y conducirse adecuadamente en el espacio de competencia (que incluye la posición del cuerpo con respecto a la plataforma y el control de la postura). Todas estas situaciones y percepciones tienen importancia fundamental en este deporte.

El procesamiento del color, la forma, localización, movimiento e identidad de los objetos inicia en la retina y se afina en el resto de las estructuras de la vía visual y la corteza cerebral. La visión del ser humano es estereoscópica, permite ver los objetos en tercera dimensión, y esto es posible debido a las características especiales del subsistema visual: la ubicación de un ojo con respecto al otro y la distribución de las fibras que reciben estímulos de ciertas partes del campo visual a lo largo de la vía. Después de abandonar la retina, las fibras del nervio óptico se entrecruzan en el quiasma óptico, intercambiándose de tal manera que permiten la visión estereoscópica (Rosenzweig, Breedlove y Leiman, 2002. Pp. 295).

La mayor parte de la información visual llega a través de la vía óptica al cuerpo geniculado lateral. Una proporción mucho menor de fibras llega al colículo superior, al hipotálamo y al tronco encefálico y cerebelo. Estas divisiones procesan información diferente: la vía del colículo coordina los movimientos de rastreo y seguimiento de los objetos por el ojo; la vía que va al hipotálamo interviene en la regulación de ciclos circadianos (ver capítulo 6); y la del tronco encefálico y cerebelo interviene en funciones integrativas, como los movimientos del ojo, la dilatación de la pupila y el alertamiento (Rosenzweig, Breedlove y Leiman, 2002. Pp. 298). El conjunto de fibras que salen del cuerpo geniculado se pueden dividir a su vez en dos grupos, uno de los cuales constituye la vía P y otro la vía M. La vía P se encarga principalmente de la forma, el color y el reconocimiento de objetos (entre los cuales destacan especialmente los rostros), mientras que la vía M interviene en la localización espacial y el seguimiento del movimiento de los objetos. La vía P abarca el área visual primaria, el área secundaria (unimodal), el área temporal inferior, el área occipitotemporal y zonas inferiores de la corteza frontal; la vía M abarca las dos primeras áreas (primaria y unimodal), así como el área temporal medial superior y la corteza parietal (Rosenzweig, Breedlove y Leiman, 2002. Pp. 317 y 318). Las vías no están verdaderamente separadas en el cerebro, sino que intercambian información ya desde la corteza visual primaria. Algunas zonas que no forman parte propiamente de la corteza visual, como el área temporal posteroinferior, intervienen en la atención selectiva ciertos estímulos visuales, facilitando la actividad de las neuronas que registran el estímulo al que se está atendiendo (Rosenzweig, Breedlove y Leiman, 2002. Pp. 316). En el área parietal posterior la información de ambas vías se une a la que proporcionan los subsistemas somatosensorial y vestibular para construir la percepción del espacio, la situación del individuo respecto al mismo y controlar la manipulación planificada de objetos (Rosenzweig, Breedlove y Leiman, 2002. Pp. 317; Kandel, 2001a).

Estas complejas interacciones tienen un significado funcional determinante en la actividad deportiva. En el capítulo 1 se indicaron las funciones principales del subsistema visual en el contexto competitivo del Levantamiento de pesas. El reconocimiento, el inventario y la identificación de las relaciones que guardan entre sí los objetos que constituyen el espacio de competencia requieren el procesamiento visual conjunto de las vías P y M. El levantador debe identificar con precisión dónde se ubican la plataforma, la barra, el público y los implementos de competencia y cuáles sus posiciones relativas. Este procesamiento complejo se lleva a cabo sucesivamente en las distintas áreas visuales del cerebro. Si alguno de los implementos de competencia parecen encontrarse fuera de lugar o su disposición es muy distinta de lo que el levantador considera familiar o adecuado, éste

suele llevar a cabo algún tipo de manipulación para modificar su posición (por ejemplo, es muy frecuente que el levantador acomode la barra en el sitio de su preferencia en la plataforma, casi siempre cerca del borde posterior o en el centro). Otro tanto puede decirse de las características visuales de los implementos que utiliza. Si la plataforma tiene agujeros o chipotes, el atleta evitará colocarse cerca de alguno de ellos, pues sabe que si pisa cualquier imperfección de la plataforma al desplazarse durante el intento, puede sufrir un desbalance que puede producir inestabilidad postural y culminar con la caída de la pesa.

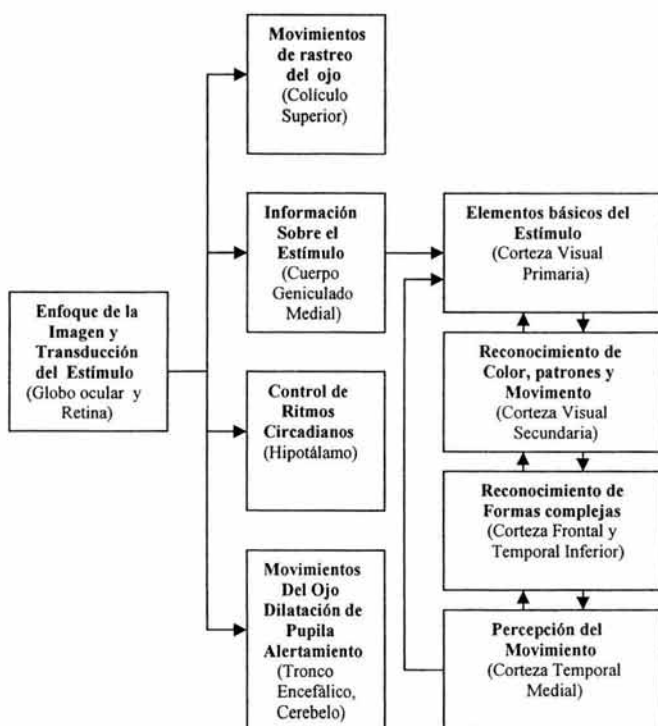


Diagrama 4-4.- Organización general del subsistema visual. La transducción del estímulo luminoso tiene lugar en la retina. La mayor parte de los axones de las células de la retina van al cuerpo geniculado medial y de ahí a la corteza visual a través de dos vías distintas que procesan aspectos diferentes de la imagen. – los axones que van al colículo superior intervienen en el control de los movimientos de rastreo del ojo, las conexiones con hipotálamo están involucradas en la regulación de los ritmos circadianos y las que van al – tronco encefálico regulan los movimientos del ojo, la dilatación pupilar y posiblemente producen reacciones de alertamiento. Las áreas corticales de procesamiento visual intercambian entre ellas información sobre las características del estímulo a todos los niveles. La corteza temporal medial facilita a las neuronas de la corteza visual primaria cuando se presta atención a un estímulo determinado.

También pueden identificarse visualmente características de la barra tales como su grosor, su textura y la calidad de su moleteado. Esto tiene gran importancia, pues el levantador deberá modificar su agarre para adaptarse a las características de la barra. Visualmente puede detectar inclusive si la barra es demasiado ancha para que consiga sujetarla con la técnica que acostumbra utilizar, y la calidad del agarre determina en muchos casos que el atleta pueda aplicar la totalidad de sus recursos de fuerza en el levantamiento. Una característica visual muy interesante es el aspecto global de la barra; es decir: cómo luce el conjunto con los discos y los collarines. Se ha reportado que el tamaño

y la apariencia de los objetos influyen de manera considerable en el programa de movimiento y la fuerza que se aplicara al levantar objetos pequeños (Westling y Johansson, 1984; Jeannerod, 1984; Marteniuk et al, 1993; Gordon et al, 1993. Citados por Kawai et al, 2000) y al parecer, estas características podrían ser integradas a la información táctil y propioceptiva adquirida en levantamientos previos (Kawai et al, 2000). Aunque no se ha demostrado que esto sea válido en el caso del Levantamiento de Pesas, hay buenas razones para pensar que es así. Los competidores y entrenadores saben que los levantadores principiantes son muy propensos a ponerse nerviosos al darse cuenta de que el tamaño o el color de los discos que conforman la pesa no les es familiar, independientemente de que se les asegure que su peso es el mismo que el de otras que han levantado previamente. **Esto podría explicarse asumiendo que el aspecto de la pesa forma parte de los registros de memoria relacionados con el programa motor establecido.** La información visual recibida se compararía con la experiencia previa (registros de memoria), posiblemente en el área de parietal posterior. El aspecto diferente y desconocido de la pesa (por ejemplo, cuando se le colocan discos rojos en lugar de discos azules y blancos que son de los que el atleta dispone para entrenar en su gimnasio) puede captar el enfoque atencional del levantador y producir activación emocional y simpática perturbadora. Las consecuencias funcionales serían: pérdida del enfoque atencional, inhibición de retorno, activación simpática y las perturbaciones de la secuencia producidas por estos procesos (ver subsistemas atencional, motivacional y emocional). Todo esto puede ocurrir también cuando el atleta detecta características anómalas en la barra o la plataforma por medio de su subsistema somatosensorial (ver la siguiente sección). Los levantadores más experimentados utilizan técnicas de control atencional para no mirar o no hacer caso del aspecto o las características de la pesa, lo cual quiere decir que apartan su atención de los estímulos visuales y la concentran en la secuencia de ejecución que han de realizar, evitando que las señales visuales perturben sus subsistemas integradores y disminuyendo la probabilidad de que lo hagan (ver la sección sobre el subsistema atencional). La evidencia anecdótica parece indicar que estos métodos resultan menos eficaces cuando las características anómalas de la barra o la plataforma son detectadas por receptores del subsistema somatosensorial, tal vez porque es más difícil apartar la atención de estímulos de este tipo.

En los casos en que sí resulta eficaz, la técnica de manipulación de la atención selectiva permite al levantador ignorar otros estímulos perturbadores, como el movimiento de objetos a través de su campo visual y el público que asiste a la competencia. Cualquiera de estos estímulos puede generar desvío de la atención. Existen sin embargo otras señales a las que el atleta debe prestar alguna atención, como son las indicaciones de los jueces, el juego de luces y su desplazamiento por la plataforma. Es muy probable que la atención a estos estímulos forme parte del programa de ejecución que el atleta desarrolla para enfrentarse a la competencia. En el reconocimiento de las señales deben intervenir las vías P y M en la manera que se ha señalado más arriba.

Merece comentario aparte la aportación del subsistema visual al control de la postura. Ya se describieron los reflejos vestibulooculares y vestibulocervicales que intervienen en la fijación de la cabeza en el espacio. La conservación de la posición de la cabeza está mediada por los reflejos vestibulares, pero depende en última instancia de la imagen formada en la retina; ya que ésta funciona como señal de comparación para ajustar las

respuestas vestibulares que permiten la fijación de la cabeza en el espacio (Goldberg y Hudspeth, 2001). Aunque no hemos encontrado referencias al respecto, **parece muy probable que un levantador tenga graves dificultades para controlar su postura si intenta ejecutar un levantamiento pesado con los ojos cerrados, ya que la posición fija de la cabeza proporciona una importante referencia para el control de la postura y el ajuste de los reflejos vestibuloespinales** (Jones, 2001). En el ámbito del fisicoconstructivismo, se han encontrado reportes anecdóticos de practicantes que sufren degeneración macular (pérdida progresiva de receptores en la fovea) y ven alterada su capacidad para ejecutar ejercicios que requieren alto grado de balance y control de la postura, como las sentadillas y el press de banca. **Estas observaciones parecen proporcionar sustento psicofisiológico al consejo de que los atletas mantengan la mirada fija en un punto imaginario justo al frente de ellos con el fin de controlar adecuadamente su postura durante la ejecución.**

4.- Subsistema Somatosensorial

El subsistema somatosensorial es uno de los más complejos, pues abarca por lo menos cuatro submodalidades sensitivas: temperatura, dolor, tacto y propiocepción. Las tres últimas resultan muy significativas en el Levantamiento de Pesas, mientras que la primera lo es bastante menos. Las submodalidades de tacto y propiocepción están representadas por receptores de distintos tipos que detectan algún tipo de deformación mecánica de la piel, las fibras musculares, los tendones o las articulaciones a través de sus terminaciones encapsuladas; sin importar si son producidas por el movimiento del propio cuerpo o por perturbaciones mecánicas externas. La submodalidad del dolor está representada por terminaciones nerviosas desnudas (es decir, no revestidas por algún tipo de cápsula), que reaccionan al ser estimuladas por agentes físicos y químicos dañinos. En las terminaciones nerviosas encapsuladas, la conformación de la cápsula determina el tipo de información que proporcionan.

Los receptores de la submodalidad del dolor proporcionan información sobre agentes mecánicos o químicos que dañan la integridad del organismo. Esta información permite salvaguardar la integridad física y prevenir un daño mayor. En el caso de un daño grave, la estimulación dolorosa puede ser tan intensa que impida por completo otro tipo de reacción del organismo.

La submodalidad del tacto está representada por cuatro tipos principales de receptores encapsulados, dos de los cuales se adaptan rápidamente a los estímulos y dos que se adaptan lentamente. Estos receptores están distribuidos de manera desigual en el cuerpo, siendo muy abundantes en la piel glabra (sin pelo) de las palmas de la mano (incluyendo las yemas de los dedos), los labios y las plantas de los pies, y mucho menos abundantes en la espalda y el antebrazo. Los corpúsculos de Meissner y los receptores en disco de Merkel se localizan en la superficie de la piel; los corpúsculos de Meissner son receptores de adaptación rápida que transmite información sobre los cambios bruscos de la forma de los objetos y las pequeñas irregularidades de la superficie percibidas por la mano durante la palpación; Los receptores en disco de Merkel requieren bordes más salientes para ser

activados, pero una vez que lo hacen, proporcionan una imagen muy precisa de los contornos debido a los cambios en su frecuencia de activación. En capas más profundas de la piel se encuentran los corpúsculos de Pacini y las terminaciones de Ruffini. Los corpúsculos de Pacini son receptor de adaptación rápida que responden a depresiones rápidas y de alta frecuencia de la piel, por lo cual pueden transmitir información sobre vibraciones aplicadas directamente sobre la piel. Su gran cápsula unida de forma flexible a la piel le permite sentir vibraciones que se producen a varios centímetros de distancia. Las terminaciones de Ruffini son receptores de adaptación lenta que captan la distensión de la piel y contribuye a la percepción de la forma de los objetos que tomamos con la mano. En conjunto, los mecanorreceptores de la piel transmiten información sobre la textura, el tamaño y la localización de los objetos sobre la piel. La detección del tamaño y la forma de los objetos requiere también de la información que proporcionan los receptores propioceptivos de las manos (Gardner, Martín y Jessell, 2001).

La submodalidad propioceptiva permite conocer la posición de cada uno de los segmentos corporales, tanto en el espacio como con relación a los demás; así como las fuerzas que actúan sobre ellos en un momento dado. Los receptores más importantes de esta submodalidad son el huso muscular, el órgano tendinoso de Golgi y los receptores de la cápsula articular. Los husos musculares se encuentran intercalados entre las fibras que constituyen los músculos y detectan las variaciones de longitud del músculo en el que se hayan alojados, y como los cambios de longitud del músculo están estrechamente asociados con la variación de los ángulos de las articulaciones, también son empleados para detectar las posiciones relativas de los diversos segmentos corporales. Cuando el estiramiento de un músculo es brusco y repentino, el huso muscular lo detecta rápidamente y desencadena un reflejo monosináptico (involucra a una sola neurona sensitiva y a otra motora) muy rápido, que produce una contracción muscular intensa que se opone al estiramiento (Pearson y Gordon, 2001a). Este reflejo se conoce como reflejo miotático y parece tener gran importancia en el Levantamiento de Pesas, ya el rebote ocasionado por los cambios de dirección en el desliz y el saque tienden a alargar mucho la longitud de los músculos extensores de la pierna. El reflejo miotático permitiría entonces conseguir contracciones más rápidas y enérgicas, como las que se obtienen al realizar entrenamiento pliométrico (capítulo 2). El órgano tendinoso de Golgi se encuentra localizado en la unión entre las fibras musculares y los tendones y tiene la función de detectar los cambios de tensión en el músculo. Su disposición particular le permite responder a cambios de tensión muy pequeños, y su actividad global proporciona una buena medida de la fuerza total con la que se contrae un músculo. Los receptores articulares son mal conocidos, su función es captar la flexión o extensión de la articulación en la que se encuentran.

Los receptores de las tres submodalidades envían sus impulsos electroquímicos al encéfalo a través de los axones de las neuronas del ganglio de la raíz dorsal de la médula espinal. Muchas de estas neuronas hacen sinapsis en los núcleos del asta posterior de la sustancia gris de la médula y otros ascienden directamente a los núcleos del encéfalo. En cualquier caso, gran parte de los axones de las modalidades del tacto y somatosensorial suben a través de los cordones posteriores de la médula espinal hasta los núcleos grácil y cuneiforme y de ahí al núcleo posteroexterno ventral del tálamo. El tálamo permite el paso de la información sensitiva a la corteza sensitiva primaria de acuerdo con el estado funcional del individuo. Los axones de las modalidades del dolor y la temperatura

ascienden por los cordones laterales de la médula y llegan también al núcleo posteroexterno ventral del tálamo, pero esta vía proporciona axones a la formación reticular del puente y el bulbo raquídeo, que a su vez la envían a otros núcleos del tálamo y el hipotálamo. Esta vía activa los reflejos de alertamiento y la activación simpática relacionada con los estímulos dolorosos intensos.

La corteza sensitiva primaria consta a su vez de varias zonas corticales que reciben información de las submodalidades sensoriales. La organización de la corteza sensitiva es somatotópica, es decir, recibe información de los receptores corporales en lugares muy precisos, que en su conjunto forman una representación del cuerpo conocida como homúnculo sensitivo (porque representa la figura de un hombrecito). Sin embargo, la representación de cada segmento corporal no es proporcional a su tamaño, sino a la densidad de su inervación. Así, los labios, la lengua y las manos ocupan áreas proporcionalmente muy grandes de la corteza en comparación con los brazos y el tronco. Estas características constituyen la base para poder ubicar los estímulos sobre la piel y condicionan que algunas zonas del cuerpo sean mejores para la identificación de formas. Se sabe también que el tamaño de la representación de las diversas áreas corporales es modificable por el uso y la experiencia (Kandel, 2001a; Gardner y Kandel, 2001); **por lo cual es posible que la representación de las piernas en las cortezas somatosensorial y motora de los levantadores de pesas sea un poco mayor que la de otros individuos.** El procesamiento sensorial se realiza también en zonas contiguas de la corteza; en las que al principio la representación de las modalidades está completamente separada y luego se empieza a integrar en patrones cada vez más complejos: a las áreas 1 y 3b llega la información de los receptores de la piel, mientras que a las áreas 2 y 3a llega información de los receptores propioceptivos, pero mientras que las neuronas de las áreas 3a y 3b procesan la información procedente de unas pocas neuronas periféricas, las de las áreas 1 y 2 procesan información de zonas mucho más grandes, además de que son sensibles a la orientación y dirección de los estímulos. El área de asociación parietal se integra en primer lugar la información de los propioceptores y los receptores de la piel de las dos manos, y finalmente se conjunta con información proveniente de los subsistemas visual y vestibular para construir la representación del espacio. Merece comentario aparte el papel de área S-II, localizada en la vecindad del lóbulo temporal. Esta área no parece tener influencia directa en la percepción sensorial; su actividad depende más bien del contexto funcional y el estado de motivación. La corteza S-II permite el paso de la información al lóbulo temporal, a zonas del hipocampo relacionadas con la formación de memoria. Al parecer, la actividad de la corteza S-II permite determinar si un dato particular de información táctil será recordado o no (Gardner y Kandel, 2001).

Cada una de estas submodalidades aporta información relevante para el desempeño del atleta en la situación competitiva. Los aspectos principales que abarca esta información son: vigilancia de la integridad física (dolor); la detección de texturas y forma de los diversos implementos que se utilizarán en el levantamiento; principalmente la barra, la plataforma y la magnesia (tacto y propiocepción, con asistencia del subsistema visual); y el control de la postura (propiocepción, con gran asistencia de los subsistemas visual y vestibular).

Como se anotó en el primer capítulo, el dolor por sí mismo puede disuadir al levantador de continuar en la competencia. Cualquier persona está familiarizada con los efectos físicos y psicológicos que produce el dolor. Estos están mediados por su efecto activador sobre el sistema nervioso simpático a través del hipotálamo y el sistema límbico (Bausbaum y Jessell, 2001), que a su vez provocan desviación de la atención, inhibición de retorno y la consiguiente pérdida de facilitación sobre la corteza motora. En el caso de un dolor muy intenso, la estimulación dolorosa requerirá con frecuencia atención médica inmediata. Un dolor poco intenso, como el que produce un corte en la mano, puede permitir que el atleta siga en la competición, pero con mucha frecuencia ocurrirá que su atención se desviará de la ejecución debido a la estimulación producida por el dolor, con los perjuicios que esto conlleva. En algunos casos el atleta deseará evitar que el área lastimada reciba un daño mayor y para ello alterará alguno de los elementos de su postura, que pueden ir desde el agarre hasta la distribución del peso sobre sus piernas. El problema es que, además del desvío de la atención que esto conlleva, los desajustes posturales modificarán la trayectoria, la transmisión de fuerza a la barra y la plataforma y la distribución del peso en los diversos segmentos corporales, lo cual puede culminar con la pérdida del levantamiento o en el peor de los casos a una lesión más seria. Ahora bien, existen atletas que pueden utilizar la activación simpática producida por el dolor moderado para incrementar su nivel de activación emocional, su tono cortical y mejorar su desempeño. **Es muy posible lo logren focalizando la atención en la ejecución del levantamiento, logrando un efecto sinérgico de la estimulación simpática, el incremento del tono cortical y la facilitación de las neuronas motoras corticales que le ayudarían a mejorar sus posibilidades de ejecución.**

La importancia de la detección de formas y texturas en el Levantamiento de Pesas se ha apuntado ya en apartados anteriores. Todos los levantamientos inician necesariamente con la sujeción de la barra, que debe ser lo suficientemente firme para garantizar que el atleta pueda aplicar todas sus posibilidades de fuerza a la barra. El agarre de gancho, con el resto de los dedos sujetando al pulgar es la sujeción más segura que se conoce y es la que emplean la inmensa mayoría de los pesistas de alto nivel, pero por sí misma no resulta útil si la barra no proporciona suficiente fricción. Casi todos los pesistas saben que una barra lisa o con restos de humedad tenderá a resbalar de las manos, especialmente en los momentos en que se debe aplicar mayor fuerza (despegue y segundo jalón). El moleteado de la barra y el polvo de carbonato de magnesio permiten realizar una sujeción firme al incrementar la fricción y mantener seca la barra, pero para que ello sea posible, ambos deben tener cierta textura. El pesista detecta la textura a través de la vista y la submodalidad del tacto. Los receptores en disco de Merkel y los corpúsculos de Meissner (con cierta asistencia de los corpúsculos de Pacini) son los principales responsables de esta detección debido a las características de los estímulos que pueden transmitir (ver más arriba). **Si la textura de la barra y la magnesio no le parece adecuada, el pesista puede sentir mucha inseguridad en el agarre, lo que a su vez provocaría activación emocional y que su atención se desvíe de la ejecución.** Por otra parte, el diámetro de la barra también afecta la calidad del agarre. Si la barra resulta demasiado gruesa, será difícil sujetarla durante los momentos de mayor aplicación de fuerza, debido a que se reduce el área de contacto entre la mano y la barra y la fricción entre ambos. Esto modifica también los patrones de disposición de las articulaciones y produce condiciones de contracción adversas para los músculos de la mano y el antebrazo. Una percepción de este tipo puede tener un efecto

similar al de la percepción de la textura. La detección del grosor de la barra se realiza en por la actividad conjunta de los corpúsculos de Ruffini, que permiten detectar los patrones de tracción de grandes áreas de la piel, y de los receptores propioceptivos de las articulaciones de los dedos y la mano, que permiten detectar la posición de los dedos y las fuerzas que se ejercen sobre ellos. Es posible que la comparación de la calidad del agarre en una situación determinada con lo que el atleta considera como ideal se realice a través del área S-II. La importancia de las condiciones de agarre se ha reconocido en el deporte competitivo desde hace muchos años; por ello el grosor, la textura y el peso de la barra están estrictamente reglamentados por la IWF, y se exige a los organizadores que en todos los torneos sancionados por ella se utilicen barras certificadas (ver reglamento de la IWF).

La contribución del subsistema somatosensorial al control de la postura es sumamente compleja, e involucra información de todas sus submodalidades. Incluso el dolor tiene un papel importante, pues la lesión de algún área corporal (detectada a través de la submodalidad del dolor) puede ocasionar que los músculos que la rodean “entablillen” la zona afectada, reduciendo su movilidad e impidiendo que reciba un daño mayor (Fields y Martín, 2002). Junto con los subsistemas visual y vestibular, las submodalidades táctil y propioceptiva contribuyen a detectar las perturbaciones posturales producidas por influencias externas midiendo la tensión y la longitud muscular, los ángulos articulares y los desplazamientos de la piel producidos por fricciones y vibraciones. Muchas perturbaciones posturales activan una serie de reflejos mediados por las interconexiones de las neuronas sensitivas con neuronas motoras e interneuronas en la propia médula espinal. Estos circuitos permiten respuestas rápidas sin necesidad de procesamiento por estructuras encefálicas, lo cual acorta muchísimo los tiempos de respuesta (Pearson y Gordon, 2001a). Un ejemplo lo constituye **el reflejo miotático ya comentado, que proporcionaría un sustento fisiológico a la recomendación empírica de que los pesistas utilicen el “impulso” de rebote durante los cambios de dirección para lograr una contracción muscular más energética.** También existen mecanismos más complejos que requieren procesamiento por parte de estructuras encefálicas, como los que controlan la marcha y la locomoción (Pearson y Gordon, 2001b). Ejemplos de éstos se pueden encontrar en los casos en que el atleta tropieza con alguna irregularidad de la plataforma y modifica la postura de sus piernas para evitar la caída. Por último, como ya se anotó en párrafos anteriores, la integración de la información propioceptiva a nivel de la corteza cerebral permite construir una representación de la colocación y el movimiento de los segmentos corporales unos con respecto a otros y a la vez respecto con el medio circundante (Jones, 2001). Un ejemplo de esto lo tenemos en la realización del desliz en el Arranque, cuando las fallas de desplazamiento del atleta provocan que la pesa se mueva hacia delante o hacia atrás. En muchos casos, el movimiento de la barra debe ser detectado casi exclusivamente por los propioceptores de las articulaciones del hombro y la muñeca, pues la posición impide que el atleta pueda ver la pesa, y la perturbación aún no ha alcanzado a influir en la posición de la cabeza activando los reflejos vestibulares. La información de los propioceptores conducirá entonces a que se realicen movimientos compensatorios de los brazos, la cabeza, el tronco o las piernas mediados por los circuitos de retroacción en dependencia de la amplitud de la perturbación postural. Por supuesto, **la actividad de los niveles de procesamiento mencionados no es excluyente entre sí, y parece muy probable que la actividad de cada uno esté en dependencia directa de la clase de perturbación postural que haya ocurrido.**

Nota sobre la integración de la información aportada por los subsistemas visual, vestibular y somatosensorial en la percepción de la situación competitiva y el control de la postura.

La percepción de la situación competitiva depende de la información aportada por los subsistemas sensoriales analizados en las secciones precedentes, pero no es ni mucho menos un producto exclusivo de estas percepciones. A lo largo de las descripciones anteriores se ha hecho referencia a diversos subsistemas integradores que aportan componentes de atención, activación, motivación, memoria y programación motora. La percepción global de la situación competitiva requiere la actividad conjunta de todos ellos, así como la integración de la información proporcionada por los subsistemas sensoriales. Los subsistemas integradores se abordarán en las secciones siguientes, aquí se hará un breve comentario sobre la integración de la información sensorial.

La integración de información sensorial se da principalmente en la corteza parietal posterior del cerebro. Ahí converge información de los subsistemas somatosensorial, visual, vestibular y auditivo (Kandel, 2001a). Además, el subsistema vestibular aporta información adicional por medio de sus conexiones con área S-II y al área 3b de corteza somatosensitiva primaria. (Goldberg y Hudspeth, 2001). Así, en el área parietal posterior se encuentra la representación del espacio extrapersonal real, imaginado o recordado, la conciencia del propio cuerpo y sus relaciones con el espacio (Kandel, 2001a). La función principal de esta área sería entonces construir, con asistencia del resto de los subsistemas integradores, la representación del cuerpo y sus relaciones con el espacio. Esto queda de manifiesto por el hecho de que las lesiones de esta área producen en algunos casos déficits sensitivos simples, como ceguera, sordera y pérdida de sensibilidad táctil, aún cuando el resto de las estructuras corticales esté intacto. En otros casos se producen déficits complejos como la agnosia o incapacidad para percibir objetos a través de los canales sensitivos; y astereognosia, que involucra la incapacidad de reconocer objetos por el tacto y la pérdida de la conciencia del cuerpo y el espacio contralateral a la lesión, así como alteraciones de la imaginación visual (Kandel, 2001a).

La información integrada por el área parietal posterior es enviada al resto de las áreas de asociación para ser utilizada en el control de la postura, la acción y la percepción de la realidad. Esta área cortical tiene también un papel primordial en el control de la atención, y por lo tanto en los fenómenos que hemos analizado en los apartados anteriores. La forma en que la corteza parietal posterior realiza sus funciones no es bien conocida, pero su capacidad comprobada para la integración de la percepción del cuerpo y el espacio la convierten en una zona fundamental para el desempeño de los atletas en la situación competitiva del Levantamiento de Pesas; y en general para el resto de las acciones y percepciones de cualquier individuo.

II.- Subsistemas Integradores.

En la presente sección abordaremos la organización anatomofuncional de los subsistemas integradores involucrados en los procesos de atención, motivación, emoción, memoria y programación motora propios del Levantamiento de Pesas. A diferencia de los subsistemas sensoriales, varios subsistemas integradores no se distinguen por tener una organización fija y centros de localización bien definidos. A través de la historia de la psicología y la psicofisiología ha sido muy difícil definir correctamente los términos “motivación”, “emoción”, “memoria” y “conducta”, y como estos conceptos designan a las funciones atribuidas a estos subsistemas, ha resultado muy difícil caracterizarlos con precisión. En algunos casos se conoce poco sobre su función y apenas algo más sobre su organización, ya que sus características de procesamiento hacen su estudio difícil y se presta a múltiples confusiones terminológicas y metodológicas. Sin embargo, en los últimos años se ha acrecentado la investigación psicofisiológica de estos procesos, y debido a ello nos es posible presentar un panorama general de los mismos, así como de algunas de sus funciones en la situación competitiva propia del Levantamiento de Pesas. Por motivos de claridad, al principio de cada sección se hará una breve definición de cada subsistema integrador a través de los procesos que se le atribuyen, para describir posteriormente lo que se conoce sobre su organización, funcionamiento y su posible papel en el levantamiento de Pesas. No se encontrarán aquí descripciones de los mecanismos fisiológicos y moleculares subyacentes a estos procesos, salvo si son absolutamente necesarios para esclarecer su función. Remitimos nuevamente al lector interesado en estos aspectos a los textos especializados para obtener la información correspondiente.

1.- Subsistema Atencional.

La atención es uno de los fenómenos psicológicos que ha recibido más atención desde los inicios de la psicología como disciplina científica. William James escribió en 1907: “todo el mundo sabe lo que es la atención. Es la toma de posesión por la mente, de manera clara y vívida, de uno de los objetos o pensamientos que se le presentan de manera simultánea” (citado por Posner, 1996). Durante la primera mitad del siglo XX la psicología conductual, que era la corriente dominante en el campo de la psicología no consideró a la atención como problema relevante, al tratarse de un fenómeno “interno” que no podía ser estudiado de manera directa. Algunos años después fue concebida como una especie de sistema de “filtro” que impedía que las muchas influencias del medio externo produjeran el colapso de los sistemas de procesamiento del organismo (Colmenero, Catena y Fuentes, 2001).

En la actualidad se considera que la atención es: “un mecanismo central del control del procesamiento de información, que actúa de acuerdo con los objetivos del organismo activando e inhibiendo procesos, y que puede orientarse hacia los sentidos, las estructuras de conocimiento en memoria y los sistemas de respuesta” (Colmenero, Catena y Fuentes, 2001). El subsistema atencional es caracterizado tomando en consideración tres premisas básicas: en primer lugar, que el subsistema está separado anatómicamente de alguna manera del resto de los subsistemas de procesamiento; en segundo lugar, se considera que la atención depende de redes formadas por diferentes áreas anatómicas y no es propiedad exclusiva de una sola área o del cerebro como un todo; y en tercer lugar, las áreas

involucradas en la atención no realizan todas la misma función, sino que cada una se encarga de procesos específicos que en su conjunto integran el subsistema atencional (Posner, 1996).

Las redes que conforman el subsistema atencional se encargan de los tres aspectos que se consideran fundamentales en el procesamiento atencional: la orientación a estímulos significativos, el mantenimiento de un estado de alerta que permita el funcionamiento del resto de los subsistemas cerebrales, y la atención consciente y selectiva a eventos externos e internos significativos. Como podemos apreciar, cada una de estas funciones resulta relevante en casi todas las acciones que puedan considerarse, y el Levantamiento de Pesas no es una excepción. Cada una de estas funciones es realizada por tres redes atencionales distintas, aunque profusamente interconectadas: la red atencional posterior, la red de vigilancia y la red atencional anterior, respectivamente (diagrama 4-5). Cada una de ellas está conformada por diversas localizaciones corticales y núcleos encefálicos conectados entre sí (Posner, 1996; Colmenero, Catena y Fuentes, 2001).

La red atencional posterior consta principalmente de la corteza parietal posterior, el núcleo talámico conocido como pulvinar y el colículo superior. Su función es orientar la atención hacia estímulos externos significativos. Por orientar se entiende el alineamiento manifiesto (de los órganos sensoriales, por ejemplo al dirigir la mirada hacia un objeto o evento) o encubierto (de la atención) con una fuente de información sensorial o un contenido de memoria. Esto último resulta fundamental, pues la atención puede ser dirigida tanto a eventos externos como a recuerdos, y ambos tipos de eventos pueden desencadenar una reacción de orientación (Colmenero, Catena y Fuentes, 2001). Las estructuras relacionadas con esta red permiten fijar la atención en un evento, fenómeno conocido como “enganche” (colículo superior y pulvinar) y apartarla del mismo, lo que se conoce como “desenganche” de la atención (área parietal posterior). De hecho, los estudios electrofisiológicos han demostrado que una vez que se ha producido una reacción de orientación, el área parietal posterior puede facilitar la activación de las neuronas de la corteza motora primaria y premotora, lo que permitiría realizar con mayor eficacia movimientos de alcance hacia el objeto atendido y posiblemente otras tareas motoras más complejas, como los ejercicios de Levantamiento de Pesas (Kandel, 2001a). El área parietal posterior también proporciona estímulos inhibitorios a otras áreas corticales sensoriales, permitiendo fijar la atención en las características del estímulo al que se atiende (Rosenzweig, Breedlove y Leiman, 2002. Pp. 316). Esta característica da lugar a un fenómeno conocido como inhibición de retorno, que discutiremos en breve.

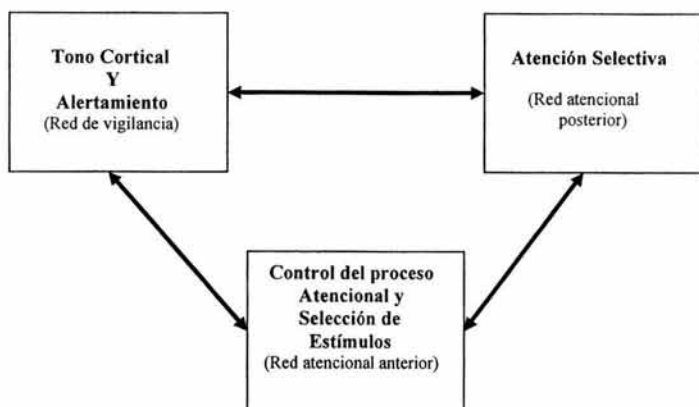


Diagrama 4-5.- Las tres redes atencionales atencionales y sus funciones. Las tres redes se encuentran - ampliamente interconectadas entre sí y controlan conjuntamente los procesos complejos de la atención (ver texto).

La red de vigilancia integra a la sustancia reticular ascendente (que recibe conexiones directas de múltiples vías sensoriales, especialmente visuales, auditivas y somatosensoriales) y la vía noradrenérgica del locus coeruleus. La distribución a la corteza de la activación producida por estas estructuras depende del lóbulo frontal derecho. Las conexiones que éste tiene con la red atencional posterior por medio del giro del cíngulo le permiten interactuar con ella y regularla. El mantenimiento de un estado de alerta adecuado resulta indispensable en tareas que requieren vigilancia sostenida, o cuando deben utilizarse de manera óptima los recursos del sistema. En estas condiciones, es necesario bloquear la estimulación producida por eventos externos, y esto se ve reflejado en el descenso de actividad de la porción anterior del cíngulo encontrado en los estudios de imagenología funcional; el descenso de activación del cíngulo permite disminuir la probabilidad de intrusión de estímulos externos e incluso de pensamientos o ideas que puedan interferir con la tarea que se realiza (Posner, 1996; Colmenero, Catena y Fuentes, 2001). Las conexiones de los subsistemas sensoriales con la red de vigilancia proporcionan las bases para una explicación psicofisiológica de por qué un estímulo externo repentino o inesperado puede aumentar el estado de alertamiento, al igual que un estado emocional o motivacional (las estructuras que controlan estos procesos cuentan también con conexiones con la sustancia reticular ascendente y el locus coeruleus). El aumento del tono de activación de la corteza producido por la red de vigilancia permite que el resto de los procesos sensoriales, motores y computacionales se lleven a cabo con mayor eficiencia (Posner, 1996).

La red atencional anterior está constituida por la porción anterior del giro del cíngulo, la corteza prefrontal lateral y otras áreas de la corteza frontal medial. Está implicada en las actividades que requieren la selección de objetivos entre estímulos competidores y la focalización de estímulos, que permite la selección de información relevante para la tarea y le da coherencia y continuidad a la conducta (Posner, 1996). Se le considera un verdadero sistema ejecutivo porque recibe información sobre el resto de los procesos que ocurren en

la organización, sean producidos por estimulación sensorial o por contenidos de memoria; y puede ejercer control sobre el sistema por medio de sus conexiones con el resto de las áreas implicadas en el procesamiento. Todo ello le permite activarse de manera correlativa con la cantidad de objetivos que se consideren. Esta activación disminuye con la práctica. El efecto de la práctica disminuye la impresión de esfuerzo, de estar sosteniendo la atención y dejan de estar conscientes los detalles relativos al modo de ejecutar la tarea (Colmenero, Catena y Fuentes, 2001). Todo esto constituye una gran ventaja en las situaciones en que los recursos del sistema deben optimizarse para la realización de una tarea complicada, como puede ser una ejecución máxima en una competencia de Levantamiento de Pesas. Además, la red atencional anterior está más activa durante los bloques o momentos conflictivos de ciertas tareas que durante los no conflictivos. **Aunque no se han encontrado estudios de este tipo en el Levantamiento de Pesas, es conocido que existen puntos críticos del levantamiento que correlacionan con los cambios de velocidad y posición del sistema barra-atleta, y son el segundo jalón y el desliz. Es posible que el sistema atencional anterior esté más activo durante la realización de estas fases del movimiento.** Se conoce a nivel anecdótico que los pesistas experimentados se concentran en estas dos partes del levantamiento. Esta manera de concentrar la atención es apoyada por algunos psicólogos del deporte que recomiendan al deportista centrar la atención en los momentos críticos de la ejecución, los cuales varían de acuerdo al deporte que se considere (Balagué, 1997. Pp. 184-192). Por supuesto, para realizar esto es necesario haber conseguido cierto grado de automatización en la tarea: si todas las etapas del levantamiento son igualmente conflictivas, será imposible focalizar la atención en alguna etapa en particular.

En la situación competitiva del Levantamiento de Pesas encontramos una interacción dinámica de todas las redes atencionales, ya que hay muchos estímulos a los que el atleta debe responder y otros a los que no. Entre los primeros están las características de la barra, la plataforma, los implementos que utilizará en el levantamiento, las indicaciones del entrenador, la preparación y ejecución del levantamiento y las señales de los jueces; entre los segundos están los sonidos o gestos producidos por cualquier otra persona que no sean los jueces o su entrenador, los eventos que ocurren fuera del área de levantamiento, estímulos dolorosos producidos por lesiones y recuerdos de ejecuciones fallidas anteriores. Es importante resaltar que la gran mayoría de estos estímulos se presentan al levantador antes de iniciar su levantamiento, por lo tanto, resulta indispensable que el atleta sepa a cuáles estímulos debe atender y a cuáles no.

En principio, la red de vigilancia debe garantizar el tono cortical y el nivel de alertamiento adecuado para realizar los levantamientos difíciles. Por otro lado, la red atencional anterior mantiene al atleta enganchado a los estímulos relevantes para la ejecución, que van cambiando según progresa la secuencia aprendida. La red atencional posterior le permite concentrar sus subsistemas sensoriales y de procesamiento en los aspectos particulares de la secuencia que va a realizar, como son estar pendiente de la voz del juez o la chicharra una vez que ha terminado el levantamiento, plantar sus pies o ajustar la fuerza de su agarre antes de iniciar el movimiento. El entrenamiento adecuado le permitirá concentrar sus recursos atentos en las etapas críticas del levantamiento y la interacción entre las redes de vigilancia y posterior disminuirán la actividad del giro del cingulo para impedir que otros estímulos internos o externos perturben la tarea.

Kahneman (1973. Citado por Colmenero, Catena y Fuentes, 2001) ha encontrado en sus estudios que el hecho de concentrar los recursos atencionales en la ejecución en una tarea impide que un estímulo o idea intrusiva perjudique la detección de una señal o la realización de un proceso; además de producir un importante efecto inhibitorio tanto de la actividad cortical como de la actividad autonómica controlada por el sistema nervioso simpático. Esto significa que **si el levantador está educado para concentrar su atención en la secuencia de acciones necesaria para realizar sus intentos, disminuirá no sólo su posibilidad de distraerse, sino también de ser perturbado por estímulos externos inesperados y de ponerse nervioso o generar un estado emocional que pudiera perturbar su ejecución.** Esto proporciona sustento psicofisiológico al trabajo de psicólogos deportivos y entrenadores, que recomiendan e instruyen a los atletas para concentrarse exclusivamente en los aspectos de la ejecución que forman parte de la secuencia, dejando fuera del campo atencional los estímulos y pensamientos que no tienen que ver con ella. Por otra parte, hay estímulos externos muy intensos que perturbarán la ejecución de manera casi inevitable inclusive en los atletas más experimentados, como pueden ser ruidos muy fuertes e inesperados. El subsistema atencional posibilita la selección de los estímulos que resultan significativos en una situación determinada, pero ha evolucionado de manera que pueda responder a estímulos significativos que se presentan repentinamente en el ambiente y que pueden indicar una amenaza potencial para la integridad del organismo. Los sonidos fuertes y otros estímulos producen una reacción de alertamiento, orientación y activación del sistema nervioso simpático que capacita al organismo para luchar o huir. El efecto de alertamiento y de orientación son producidos por las conexiones directas que tienen los órganos sensoriales con las redes atencionales de vigilancia y posterior, respectivamente; la activación simpática se produce por la estimulación concurrente de los núcleos hipotalámicos. Todo esto provoca que la atención del atleta se desenganche de la tarea que realiza para atender a la fuente del sonido. El enganche de la atención a un estímulo nuevo producido por una situación de este tipo desencadena el fenómeno de la inhibición de retorno, que impide volver a centrar la atención en la tarea o localización que se atendía antes de que se presentara el estímulo perturbador (Posner, 1996; Colmenero, Catena y Fuentes, 2001). Este mecanismo funciona naturalmente y permite que los recursos de procesamiento se fijen en el estímulo nuevo; pero en una situación como la de una competencia de Levantamiento de Pesas la activación de este mecanismo resulta contraproducente, porque al atleta no le es posible devolver rápidamente la atención a la secuencia de ejecución. La pérdida de tiempo (recordemos que el atleta tiene un minuto para realizar su levantamiento desde que es llamado), la activación simpática concomitante y la sensación de molestia que experimentan la mayor parte de los atletas cuando ocurre una perturbación de esta naturaleza agravan todavía más la pérdida de control de la atención, y resultará muy difícil que el atleta pueda emplear la totalidad de sus recursos de procesamiento al realizar el levantamiento. Como se menciona más arriba, el estímulo perturbador puede ser interno también: el atleta puede recordar (por medio de algún tipo de asociación) alguna competición en la que falló un intento con el peso que pretende levantar, o puede tener tal activación emocional que le sea imposible apartar la atención de sus sensaciones somáticas y viscerales. Los mecanismos implicados en estos casos muy posiblemente serán los mismos que intervienen cuando la estimulación perturbadora proviene del interior.

Un último aspecto en el que intervienen componentes atencionales y que conviene mencionar es la comparación que el atleta realiza entre sus contenidos de memoria y la naturaleza de los estímulos en la situación competitiva particular. Por ejemplo, la tarea de examinar la textura de la barra implica componentes de orientación y secuenciación, y si los elementos encontrados no corresponden a los que están registrados en la memoria como ideales (por ejemplo, si la barra es más lisa de lo esperado), se produce una reacción de orientación hacia esta discrepancia, y esta reacción acaba por funcionar como estímulo perturbador, produciendo la serie de fenómenos comentados anteriormente. De ahí la importancia de educar adecuadamente la manera en que el atleta utiliza sus recursos atencionales y de utilizar condiciones estandarizadas en las competiciones de Levantamiento de Pesas.

2.- Subsistema Emocional.

Los estados emocionales tienen una importancia capital en nuestra vida diaria y nuestras acciones. En muchas ocasiones, los estados emocionales son el principal motor de nuestra conducta, y no los procesos cognitivos superiores que relacionamos con el razonamiento. Entre los estados emocionales más comunes encontramos al placer, la euforia, el miedo, la ansiedad y el enojo. Su influencia sobre el comportamiento es tan profunda que cuando son muy intensos, los estados emocionales pueden bloquear la capacidad del sistema para realizar otra tarea o atender a otros estímulos.

La definición de emoción es complicada. En la actualidad se considera que está asociada a una sensación física (conocida como emoción) y a una sensación consciente (sentimiento) y ambos están mediados por estructuras encefálicas diferentes. Cuando estamos asustados experimentamos una sensación consciente conocida como miedo, que está mediada por la corteza del cíngulo y los lóbulos frontales; y también experimentamos un aumento de la frecuencia cardíaca y respiratoria, sequedad en la boca, sudoración y tensión en los músculos. Esto corresponde a la sensación física y está mediada por las estructuras subcorticales del cuerpo amigdalino, el hipotálamo y el tronco encefálico (Iversen, Kupfermann y Kandel, 2001). Aunque los aspectos generales de la emoción son muy interesantes, en la presente sección nos centraremos en la importancia funcional de los circuitos que general la emoción, en cómo un estímulo puede generar un estado emocional y la manera en que este estado afecta la ejecución de conductas, en este caso la ejecución específica del Levantamiento de Pesas.

Una de las mayores dificultades que se tienen para caracterizar el subsistema emocional deriva del hecho de que involucra sensaciones físicas aparentemente inconscientes, y componentes cognitivos relacionados directamente con la valoración consciente de los estímulos que desencadenan la emoción, los cuales son además comparados con los registros presentes en los subsistemas de memoria (entre los que se encuentran las expectativas del individuo y la influencia del contexto social). La manera en que todos estos componentes se relacionan ha sido caracterizada poco a poco. Hoy en día va surgiendo un consenso alrededor de la postura sobre la generación de las emociones propuesta por M. Arnold en 1960, a saber: la emoción es producto de la valoración

inconsciente del potencial dañino o beneficioso de una situación, mientras que el sentimiento es la reflexión consciente sobre esta valoración inconsciente. El procesamiento de los estímulos emocionales va seguido de una tendencia a la acción, posteriormente de respuestas periféricas y finalmente de experiencia consciente (Iversen, Kupfermann y Kandel, 2001).

La organización funcional del subsistema emocional se ilustra en el diagrama 4-6. Las respuestas periféricas están mediadas por el hipotálamo, que actúa como centro coordinador que asegura un conjunto bien organizado, coherente y apropiado de respuestas autónomas y somáticas. Los estímulos de importancia emocional activan vías sensitivas que desencadenan la regulación de la frecuencia cardíaca, la presión arterial y la respiración, principalmente (Iversen, Kupfermann y Kandel, 2001). La evaluación, tanto inconsciente como consciente la realizan la corteza prefrontal y el giro del cíngulo, y existe evidencia de que la valoración inconsciente de la importancia emocional de un estímulo se da antes del procesamiento consciente del mismo (LeDoux, 1992; Davis, 1992. Citados por Iversen, Kupfermann y Kandel, 2001). Las conexiones de estas áreas neocorticales con el cuerpo amigdalino podrían permitir incorporar el aprendizaje y la experiencia a los aspectos cognitivos de la emoción, y proporcionan un medio por el cual la imaginación y la memoria pueden provocar sentimientos emocionales e incorporar la información emocional en el proceso cognitivo. Se sabe además que la corteza orbitofrontal produce respuestas autónomas que conducen a excitación generalizada, y pueden jugar un papel importante en la excitación cortical producida por los estímulos emocionales (Iversen, Kupfermann y Kandel, 2001).

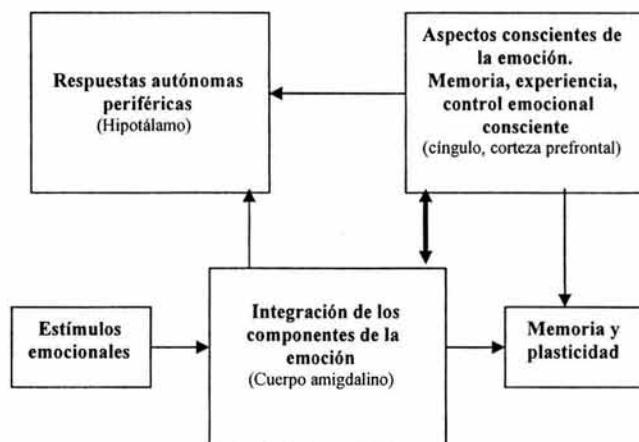


Diagrama 4-6.- Organización funcional del subsistema emocional. El cuerpo amigdalino funciona como -centro integrador, regulando la activación de respuestas periféricas, la formación de recuerdos emocionales e interviniendo en el procesamiento consciente de la emoción. El control de alto nivel y la integración de la memoria y la experiencia está mediada por el giro del cíngulo y la corteza prefrontal.

El cuerpo amigdalino juega un papel crítico en la interrelación de estos componentes de la emoción y sus relaciones con el subsistema de memoria; por eso hoy se le considera el componente de integración principal del subsistema emocional. Su lesión elimina la capacidad que tiene un estímulo cargado emocionalmente para desencadenar una respuesta emocional inconsciente (Iversen, Kupfermann y Kandel, 2001). Además de esto, el cuerpo amigdalino cuenta con potentes conexiones con el sistema nervioso autónomo y recibe aferencias de todos los subsistemas sensoriales tanto, a través de las áreas corticales correspondientes como del tálamo. Se piensa que estas conexiones están involucradas en la expresión de respuestas emocionales primitivas de latencia corta que pueden ser esenciales en situaciones de peligro inmediato, mientras que las de latencia larga parecen estar implicadas en el aprendizaje emocional (Iversen, Kupfermann y Kandel, 2001). Por otro lado, el cuerpo amigdalino envía proyecciones tanto al hipotálamo como a la propia corteza cerebral; estas vías son excitadoras y producen elevación del tono cortical, de manera independiente al que es capaz de producir la red atencional de vigilancia (aunque las conexiones del cuerpo amigdalino con el locus coeruleus, que es parte de la red atencional de vigilancia refuerzan considerablemente este efecto). Por si fuera poco, estas conexiones producen alteraciones duraderas de la eficacia sináptica (potenciación a largo plazo), que junto con mecanismos que se mencionarán más adelante conducen a la formación de nuevas sinapsis (Iversen, Kupfermann y Kandel, 2001). De esta manera, el cuerpo amigdalino cumple con funciones primordiales que en su conjunto median las respuestas emocionales tanto innatas como aprendidas. Las funciones pueden resumirse como sigue: 1) recepción de estímulos de importancia emocional tanto a través del tálamo como de las áreas corticales correspondientes de cada subsistema sensorial; 2) control de las respuestas periféricas (cardíacas, respiratorias, musculares y neuroendócrinas) mediados por el sistema nervioso autónomo por medio de sus potentes conexiones con el hipotálamo; 3) producción de respuestas emocionales de latencia corta necesarias para dar respuestas rápidas a los estímulos; 4) mediación de la valoración consciente de los estímulos emocionales por medio de sus conexiones con la corteza prefrontal; y 5) inducción de activación cortical independiente de la red atencional de vigilancia y potenciación de eventos sinápticos y plásticos relacionados con la formación de recuerdos. Aunque hay algunas evidencias de que el cuerpo amigdalino podría ser el sitio donde se almacenan los recuerdos emocionales, otros experimentos muestran que es probable que se almacenen más bien en el cíngulo y la corteza parahipocámpica (Iversen, Kupfermann y Kandel, 2001).

La importancia de estos sistemas resulta crítica en el Levantamiento de Pesas. Desde hace mucho tiempo se sabe que una activación emocional de moderada a grande (no excesiva) incrementa el rendimiento intelectual y físico (Iversen, Kupfermann y Kandel, 2001). El mecanismo responsable de esto sería la activación cortical (con sus efectos facilitadores sobre el subsistema de programación motora) producida por la corteza orbitofrontal y el cuerpo amigdalino a través del hipotálamo y de sus conexiones directas con la corteza. **Esto proporciona sustento fisiológico a la observación anecdótica de atletas y entrenadores de que es preferible estar un poco nervioso antes de la competencia que estar completamente tranquilo. Y parece que esta activación puede sinergizar con la que produce el subsistema atencional a través de la red atencional de vigilancia.** Por otro lado, los estímulos externos inesperados pueden producir activación de respuestas periféricas que a su vez actuarían como estímulos perturbadores, desviando la atención de

la tarea y afectando la ejecución por medio de los mecanismos estudiados en la sección precedente. Un ruido o un estímulo visual o somatosensorial no solamente desenganchan la atención de la tarea; también incrementan el tono cortical y pueden hacer a los subsistemas de procesamiento más susceptibles a la distracción provocada por las sensaciones relacionadas con las respuestas periféricas por que las neuronas estarían facilitadas para responder a esos estímulos. **El enfoque de la atención puede entonces resultar afectado de tal manera que muchos levantadores ya no sean capaces de volver a enganchar la atención a la ejecución de la secuencia predeterminada.**

También los estímulos internos como los recuerdos podrían afectar la secuencia de ejecución por medio de mecanismos similares. **Un recuerdo relacionado con una ejecución anterior fallida puede conducir a la activación de las vías noradrenérgicas y producir una activación periférica tan intensa que el levantador desviará su foco atencional de la tarea, y si además una activación de este tipo está relacionada con miedo o ansiedad (aspecto inconsciente de la sensación), el procesamiento podría entrar en un círculo vicioso, en el cual a mayor miedo corresponderá mayor excitación, pérdida mayor del enfoque atencional a la tarea, mayor activación de respuestas periféricas y a su vez mayor sensación de ansiedad.** Esto refuerza la importancia del control adecuado de la atención. Para asegurar una ejecución adecuada el atleta debe enfocar su atención a lo que debe hacer y no en las posibilidades de fallar, en los elementos distractores de medio o en sus sensaciones corporales. **Por ello también los levantadores experimentados tienden a fijarse poco en el aspecto de la barra, el público o el estado de la plataforma: entre menos estímulos atiendan, podrán enfocar con mayor eficacia sus recursos atencionales sobre la secuencia que deben realizar y tendrán menos posibilidades de distraerse.** Este control atencional (mediado por la red atencional anterior, principalmente) contribuye a explicar también porqué algunos atletas son capaces de convertir su miedo en “impulso” adicional para llevar a cabo sus levantamientos. La excitación cortical producida por el miedo no se invierte en atender las reacciones corporales, sino los detalles de la secuencia que se debe realizar. Este cambio de enfoque podría realizarse por medio de mecanismos inhibidores del resto de las entradas sensoriales y del giro del cíngulo, aunque la manera exacta en que se llevaría a cabo permanece aún sin ser determinada.

3.- Subsistema Motivacional.

En sentido amplio, la motivación puede definirse como un “impulso” que nos lleva a realizar una acción de manera explícita, encubierta o demorada. Pero esta definición depende de manera fundamental del significado que le demos al término “impulso”, y esto ha representado un problema a lo largo de toda la historia de la psicología. Ha habido muchos intentos por caracterizar la motivación, y éstos han conducido al desarrollo de diversas teorías y a la realización de gran cantidad de estudios en el ámbito de la psicología tradicional. En psicofisiología, el panorama hasta ahora ha sido distinto. A pesar de que existe una considerable cantidad de estudios sobre conducta motivada sencilla como la alimentación, la ingesta de líquidos y el control de la temperatura, a dificultad de caracterizar el concepto de motivación de tal manera que sea susceptible al análisis

metodológico propio de la disciplina ha conducido a que muchos de las conductas motivadas más complejas (por ejemplo, ¿por qué alguien se dedica al Levantamiento de Pesa y no al tenis?) hayan sido poco estudiadas en psicofisiología.

Kupfermann, Kandel e Iversen, (2001) han caracterizado a la motivación como "...un cajón de sastre que alude a diversos factores neuronales y fisiológicos que inician, mantienen y dirigen la conducta". En la psicología tradicional, existen clasificaciones de la motivación, de las cuales una de la más aceptada y utilizada en el ámbito del deporte es la que considera que existen dos tipos: motivación intrínseca y motivación extrínseca. La motivación extrínseca corresponde a aquella cuya actividad asociada está enfocada a la consecución de satisfactores externos, ajenos a la actividad en sí misma, mientras que la motivación intrínseca se relaciona con la búsqueda de satisfactores internos fuertemente asociados con la actividad en sí misma. Como ejemplo del primer caso tenemos la realización de una actividad, por ejemplo el Levantamiento de Pesas, con el fin de obtener dinero, fama o reconocimiento social, que son satisfactores que no están directamente asociados con la actividad y podrían obtenerse de muchas otras maneras. En cambio, un pesista con fuerte motivación intrínseca participará en su deporte en gran medida por la satisfacción que le produce la práctica del mismo. Esta clasificación resulta importante porque se sabe que las personas que realizan alguna actividad por motivación intrínseca tienen mayores posibilidades de perseverar en ella durante largo tiempo, venciendo inclusive con mayor facilidad los obstáculos de todo tipo que pudieran presentarse. Este último aspecto suele resultar especialmente importante en el ámbito del deporte (Bakker, Whiting y Van der Brug, 1993. Pp. 32).

En el terreno de la psicofisiología, se considera actualmente que existen dos tipos de estados de motivación: 1) estados instintivos elementales y fuerzas reguladoras fisiológicas más complejas que entran en juego por alteraciones de las condiciones físicas como el hambre, la sed y la temperatura; y 2) aspiraciones personales o sociales adquiridas por la experiencia (Kupfermann, Kandel e Iversen, 2001). Como se ha anotado, La psicofisiología hasta nuestros días se ha dedicado principalmente y con cierto éxito al estudio de estados motivacionales del primer tipo, mientras que el estudio de los del segundo tipo está apenas en sus comienzos. Como podemos ver, el primer tipo de estados motivacionales se relaciona con conductas dirigidas a mantener el control homeostático del organismo. Muchos psicólogos no consideran a estos estados como verdadera conducta motivada, sino como "pulsiones". Los del segundo tipo incluyen conducta compleja dirigida y abarcan tanto a la motivación intrínseca como a la extrínseca en la manera en que se entienden en el ámbito de la psicología tradicional. Los estados motivacionales del primer tipo resultan muy poco relevantes para nuestro propósito y no se les abordará aquí. La investigación sobre estados motivacionales del segundo tipo, junto con el estudio de diversas conductas adictivas (al alcohol y las drogas, principalmente) han permitido poner de relieve la acción de ciertas vías y núcleos encefálicos (dopaminérgicos principalmente) que tienen importancia destacada en la realización de la conducta motivada, y a éstos nos referiremos en la presente sección.

Atendiendo a la definición y la clasificación anotadas arriba, podemos considerar en términos operativos a la motivación como conducta guiada para la obtención de alguna recompensa, sea consecuente o inherente a la actividad a la actividad que se realiza. Las

investigaciones realizadas han implicado a las neuronas dopaminérgicas del área tegmental ventral en el aprendizaje dependiente de la recompensa, que parece necesario para el desarrollo de conducta motivada. Estas neuronas envían sus axones al núcleo accumbens, al cuerpo estriado y a la corteza frontal, que son estructuras a las que se les atribuye una participación importante en la motivación (Kupfermann, Kandel e Iversen, 2001). La actividad de estas neuronas se ha estudiado en monos a los que se les presentan varios estímulos apetitosos, y las neuronas del área tegmental responden con salvas fásicas de actividad corta. Los estímulos aversivos, en cambio, no producen estas respuestas (Kupfermann, Kandel e Iversen, 2001). En los experimentos en que se emparejan repetidamente señales visuales y auditivas con recompensas se observa, después de varias sesiones de ensayo, que la actividad de las neuronas dopaminérgicas cambia y en vez de producirse en el momento en que se otorga la recompensa se produce en el momento exacto en que se presenta la señal. Esto sugiere que las neuronas codifican expectativas sobre recompensas externas. En los ensayos en que no se da recompensa después de la señal, el ritmo de activación de las neuronas dopaminérgicas desciende inclusive por debajo del nivel basal (Kupfermann, Kandel e Iversen, 2001).

Las proyecciones dopaminérgicas al núcleo accumbens pueden tener un papel importante en la conducta y la activación mediadas por la motivación, ya que esta área manda poderosas proyecciones al sistema límbico y el hipotálamo (Kupfermann, Kandel e Iversen, 2001). Es posible que por intermediación de estas vías sea posible obtener un incremento de la activación simpática y el tono cortical que faciliten los procesos regulados por los subsistemas atencional y emocional. Aunque no hemos encontrado estudios que relacionen estos fenómenos, **se sabe desde hace tiempo que una gran cantidad de procesos, (como el aprendizaje y la realización de una tarea) se facilitan cuando existe un fuerte componente motivacional, y esto podría estar mediado por este circuito de activación.**

Se pueden hacer algunas consideraciones de interés relacionadas con el Levantamiento de Pesas. Si las neuronas dopaminérgicas del área tegmental funcionan realmente como un centro integrador de la motivación, deben recibir información de entrada. En las secciones correspondientes hemos visto que los subsistemas visual, auditivo y somatosensorial mandan proyecciones a muchas estructuras del mesencéfalo. Es posible que existan conexiones directas o indirectas de estos subsistemas con el área tegmental ventral, proporcionando así la información de entrada necesaria para este centro regulador. Por otra parte, no es necesario que haya una entrada sensorial directa para activar estas neuronas. Una representación imaginada puede resultar suficiente para generar el estado psicofisiológico relacionado con la motivación, de manera que el área tegmental también podría contar con aferencias provenientes de las diversas áreas de asociación multimodal. En lo que se refiere a las salidas, el neurotransmisor dopamina liberado por estas neuronas es conocido por sus potentes efectos excitadores, y recordemos que la corteza frontal, por mediación de la red atencional anterior, puede elevar el tono y la activación cortical, al igual que la vía que llega al hipotálamo y pasa por el núcleo accumbens. Así, **el subsistema motivacional podría funcionar como un mecanismo capaz de mejorar el tono cortical y facilitar los procesos integrativos necesarios para el control y la realización de conductas dirigidas a la consecución de un objetivo.** Todo esto, por supuesto, debe ser sustentado por medio de estudios experimentales.

En el ámbito del Levantamiento de Pesas y el deporte en general se asume que los deportistas de alto nivel se encuentran altamente motivados para competir. Sin embargo, resulta que muchas veces esto no es así, y en ello interviene una gran cantidad de factores. Cuando las motivaciones del atleta son de naturaleza extrínseca, si falta el reforzador y el atleta está consciente de ello, el componente motivacional se puede ver reducido o incluso abolido. Y aun un levantador con fuerte motivación intrínseca puede no querer esforzarse en una competencia específica; tal vez no quiera arriesgarse a resentirse de una lesión, porque no le agrada el ambiente competitivo, porque no tiene oportunidad de obtener un lugar destacado o porque ya ha vencido a todos sus oponentes con el primer levantamiento realizado. **En todos estos casos, parece probable que el estímulo cortical producido por las neuronas dopaminérgicas se vea reducido.** En competencias de muy alto nivel el factor motivacional puede resultar decisivo. Aunque faltan estudios sistemáticos al respecto, se sabe que un levantador fuertemente motivado a menudo obtiene la victoria o una elevación sustancial de sus marcas personales. Las fuentes de motivación van desde el deseo de superar a un rival en concreto hasta el deseo de levantar lo que nunca antes se ha conseguido. Por otra parte, también existen casos de levantadores que consiguen actuaciones muy por debajo de sus posibilidades reales de fuerza cuando la “presión competitiva” o los rivales no los motivan. Es muy frecuente observar a nivel anecdótico que un levantador que superó a todos sus rivales ya no desea pasar a realizar sus siguientes intentos, ni siquiera por la expectativa de conseguir algún record. Y tampoco resulta raro que si en estas condiciones se le insta a luchar por conseguir el record, no lo consiga.

Por último, mencionaremos un problema interesante respecto a la motivación en el deporte. Se sabe desde hace mucho que la motivación intrínseca inicial puede verse desplazada por una pauta de motivación extrínseca (Bakker, Whiting y Ven der Brug, 1993. Pp. 32 y 33). Por ejemplo, un levantador que inicialmente competía por el disfrute que la competición y el propio Levantamiento de Pesas le proporcionaban puede acabar compitiendo por el mero afán de volverse famoso o admirado. El problema de la motivación extrínseca es que como sus recompensas son externas y en ocasiones difíciles de conseguir, la falla al obtenerlas desencadena progresiva falta de interés en la actividad, y en muchos casos llega a ser abandonada. Esto se corresponde con la observación de que las neuronas dopaminérgicas reducen su frecuencia de disparo incluso por debajo del nivel basal cuando no se obtiene una recompensa esperada (Kupfermann, Kandel e Iversen, 2001). Esto plantea varias preguntas interesantes: ¿habrá una correlación directa y significativa entre la disminución del nivel de motivación del individuo y la activación de las neuronas dopaminérgicas en la conducta compleja? ¿Tendrá esta disminución efectos sobre la experiencia subjetiva del individuo por mediación del área de asociación frontal, el cuerpo estriado y el núcleo accumbens? ¿Cómo altera esto la conducta del individuo? ¿Tiene el mismo efecto sobre la ejecución de los pesistas en situación competitiva? Y algo que puede resultar incluso más interesante: ¿cuáles son los cambios plásticos del sistema nervioso central que producen el desplazamiento de la motivación intrínseca a la extrínseca? Con nuestro nivel actual de conocimiento resulta demasiado especulativo proponer aunque sea una explicación provisional de estos fenómenos.

4.- Subsistema de Memoria.

El subsistema de memoria es en nuestros días el más estudiado y el mejor caracterizado en el campo de la psicofisiología, al grado de que ya se empiezan a conocer los mecanismos celulares, moleculares y genéticos subyacentes (Guan et al, 2002; Kandel, 2001b). El estudio y comprensión de la memoria resulta fundamental, porque junto con el aprendizaje representan los dos medios principales por los cuales el ambiente influyen en nuestra conducta; al grado de que se afirma que somos lo que somos en gran parte por lo que aprendemos y lo que recordamos (Kandel, Kupfermann e Iversen, 2001). La memoria por supuesto incluye a los patrones motores, entre los cuales están las secuencias de movimiento necesarias para realizar los ejercicios clásicos del Levantamiento de Pesas.

La memoria es un almacén relativamente permanente de experiencias, significados, conceptos, procedimientos y patrones motores. Se asume que el aprendizaje es el proceso previo al almacenamiento de la información en memoria. En términos operacionales, el aprendizaje es el proceso por el cual adquirimos conocimiento sobre el mundo, mientras que la memoria es el procedimiento por el que el conocimiento es codificado, almacenado y posteriormente recuperado (Kandel, Kupfermann e Iversen, 2001). A lo largo de la historia de la psicología se han elaborado diversas clasificaciones de memoria siguiendo una diversidad de criterios. Hay dos clasificaciones que resultan útiles para nuestros propósitos. Una se basa en la naturaleza de los contenidos de la memoria y la divide en memoria implícita y memoria explícita. La memoria implícita abarca una serie de contenidos que no afloran a la experiencia consciente, y se trata sobretudo de procedimientos y patrones motores que se ejecutan aparentemente de manera automática, como montar una bicicleta, andar en patines o realizar un levantamiento en la modalidad de Arranque. También abarca asociaciones entre eventos y circunstancias. La memoria explícita abarca todos los contenidos de los que somos conscientes y se subdivide a su vez en memoria semántica, que se refiere a los significados de las cosas y los eventos (como saber qué es una manzana o qué significa que el juez levante la mano a la mitad de un levantamiento de la modalidad de Envión) y memoria episódica, que es el almacén de eventos y circunstancias que se dan a lo largo de toda la vida (como recordar una fiesta de cumpleaños particular o la primera competencia en la que se intervino). Una segunda clasificación de memoria se basa en la duración de los contenidos y considera dos (en algunas variantes tres) tipos de memoria: memoria a corto plazo y memoria a largo plazo. La memoria a corto plazo dura muy poco tiempo, a veces solamente unos minutos, antes de que se produzca el olvido. La memoria a largo plazo es un almacén relativamente permanente que en ocasiones puede durar toda la vida del individuo. En la primera clasificación, el sustento psicofisiológico principal de la diferencia entre las clases de memoria son las localizaciones encefálicas en las que residen los recuerdos, mientras que en la segunda son los mecanismos celulares en los que radica su duración. La memoria a corto plazo requiere procesos de facilitación y potenciación sináptica y la memoria a largo plazo requiere la fabricación de nuevas ramificaciones neuronales y sinapsis entre las neuronas (Kandel, 2001b).

Los tipos de memoria reseñados en ambas clasificaciones son importantes en Levantamiento de Pesas, y como podemos apreciar, tanto la memoria a corto plazo como la memoria a largo plazo incluyen memoria implícita y memoria explícita. Para nuestros propósitos resulta también importante un tipo de memoria a corto plazo llamado memoria

activa, que está implicada de manera directa en el recuerdo y la atención. Aparte de esto, de aquí en adelante cada vez que nos refiramos a memoria implícita y memoria explícita (semántica y episódica) hablaremos casi siempre de memoria a largo plazo.

La memoria explícita está localizada a lo largo de toda la corteza cerebral. De manera específica, la memoria semántica se almacena en las áreas de asociación multimodal y unimodal (Kandel, Kupfermann e Iversen, 2001). Muchos conceptos tienen componentes visuales, somatosensoriales, auditivos y cognitivos. Los estudios indican que la representación de cada una de estas características se almacena de manera separada en distintos lugares de la neocorteza, y esto se demuestra porque la lesión de un área particular destruye la forma de conocimiento asociada con esa área, pero no la de las demás (Kandel, Kupfermann e Iversen, 2001). La lesión del área parietal posterior produce que una persona sea incapaz de denominar un objeto, pero puede identificarlo seleccionándolo de una serie de dibujos (Kandel, Kupfermann e Iversen, 2001). Los diversos aspectos de un evento u objeto se asocian con los contenidos que ya existen en la memoria, y cuanto mayor sea la cantidad de asociaciones que se hagan con el conocimiento previo, mejor se recordará el nuevo conocimiento. De manera particular, se ha demostrado que un conocimiento se recordará con mucha facilidad si lleva asociados fuertes contenidos emocionales. La memoria episódica sobre el tiempo y el lugar parece implicar de manera destacada a la corteza prefrontal. Estas zonas corticales trabajan con otras áreas para posibilitar el recuerdo de cuándo y cómo sucedió un acontecimiento pretérito, y los recuerdos de esta clase pueden ser activados también por pequeños trozos de información conectados de alguna manera con el evento que se recuerda (Kandel, Kupfermann e Iversen, 2001). Esto resulta de gran trascendencia en el Levantamiento de Pesas, porque se sabe también que cualquier evento, sentimiento o trozo de información relacionado con un evento o conocimiento contenido en memoria puede abrir el acceso a toda la información que tengamos almacenada al respecto. De manera que si el espacio de competencia, los sentimientos, los sonidos o la gente que forman parte de una situación competitiva en particular son relacionados de algún modo con los contenidos ya existentes en memoria, se puede llegar a recordar eventos anteriores, tengan o no una relación directa con la competencia o el Levantamiento de Pesas. Si el atleta no está entrenado para controlar su atención y concentrarla en el levantamiento que va a realizar, sus recuerdos pueden actuar como distractores, y en el peor de los casos, desencadenar estados emocionales intensos que pueden perturbar gravemente la ejecución (ver las secciones sobre los subsistemas atencional y emocional). El almacenamiento y la recuperación de recuerdos explícitos involucran de manera destacada a la corteza frontal y la circunvolución del hipocampo (Kandel, Kupfermann e Iversen, 2001).

Los estudios de resonancia magnética funcional muestran que la memoria implícita está codificada en aquellas estructuras que están involucradas en el aprendizaje y el control motor: el área premotora, el área motora suplementaria, el área presuplementaria, el cerebelo, los ganglios basales y varias estructuras mesencefálicas (Kandel, Kupfermann e Iversen, 2001; Gershberg y Shimamura, 1998). Las estructuras involucradas en el almacenamiento y la recuperación de este tipo de recuerdos parecen ser diferentes a las que actúan en el caso de la memoria explícita, ya que los individuos que han sufrido extirpación o destrucción bilateral del hipocampo (como el famoso paciente H.M. y otros con lesiones similares) son perfectamente capaces de aprender y utilizar nuevos esquemas motores y

asociaciones entre eventos y estímulos con eficiencia comparable a la de los individuos sanos (Kandel, Kupfermann e Iversen, 2001). Más bien son las lesiones de las estructuras involucradas en el aprendizaje motor las que conducen a déficits en la formación de memoria implícita: los pacientes con enfermedad de Huntington (que afecta seriamente a los ganglios basales) exhiben dificultades en el aprendizaje de patrones motores, mientras que su capacidad para la formación de memoria explícita permanece casi inalterada, por lo menos en las primeras etapas de la enfermedad (Gershberg y Shimamura, 1998). El papel más notable de la memoria implícita en el Levantamiento de Pesas se manifiesta por supuesto en el aprendizaje técnico del Envión y el Arranque. El aprendizaje que lleva a la formación de memoria implícita tiene una serie de matices que conviene resaltar; primero, el aprendizaje motor mejora en proporción directa con la práctica: a mayor cantidad de ensayos corresponde una mejor ejecución. Esto se aprecia fácilmente por la diferencia cualitativa entre la ejecución de un levantador experimentado y la de un principiante, especialmente con pesos máximos y submáximos. En general, la ejecución de los principiantes tiende a ser mucho más deficiente durante este tipo de levantamientos, en parte debido a que el patrón motor no está todavía bien establecido. Segundo, el aprendizaje motor es fuertemente dependiente del contexto; la memoria implícita que genera este tipo de aprendizaje es más rígida y está estrechamente conectada a las condiciones originales bajo las cuales se produjo el aprendizaje (Kandel, Kupfermann e Iversen, 2001). **Esto contribuye a explicar la observación anecdótica de que a algunos levantadores, sean principiantes o avanzados les resulta difícil ejecutar adecuadamente sus levantamientos cuando las condiciones de la sala de competencia son muy distintas a las del gimnasio donde entrena. Podría ser que la mejora subsiguiente de la habilidad para levantar en lugares distintos de los habituales provenga de un mejor control de la atención, enfocándola directamente sobre la secuencia que se debe realizar y apartándola de las características de la sala de competencia, del reconocimiento de condiciones contextuales distintas proporcionada por la participación en muchas competencias o de una combinación de ambas.** Tercero, los patrones motores ya establecidos son resistentes al cambio o la modificación. Este aspecto ya se discutió en el capítulo 1 cuando se señalaron las dificultades que existen para corregir errores en el patrón técnico y temporal de los levantamientos. Y cuarto, **es posible que el aprendizaje motor incluya asociaciones con componentes de todas las modalidades sensoriales. Esta puede ser una más de las razones por las cuales el hecho de utilizar un equipo, una plataforma o magnesias diferentes a las que se acostumbra puede distraer la atención del levantador.** Bajo este punto de vista, la sensación obtenida por los subsistemas sensoriales del atleta se compararía con la que está almacenada en memoria, y si resultan diferentes se puede producir una reacción de orientación hacia el estímulo mediada por las redes atencionales posterior y de vigilancia (ver la sección sobre el subsistema atencional). Todas estas comparaciones pueden efectuarse por medio de las conexiones que existen entre las áreas de asociación multimodal y las áreas encargadas del control de la atención y el movimiento.

Dos aspectos importantes de la memoria son el almacenamiento y la recuperación de los recuerdos. El diagrama 4-7 ilustra las relaciones que existen entre los diversos tipos de memoria. Para poder almacenar o recordar algo debemos mantenerlo en una sección de memoria conocida como memoria activa. Esta clase de memoria involucra control de la atención para centrarla en acontecimientos específicos del medio, así como dos sistemas de

repetición que se piensa que mantienen el recuerdo para su utilización transitoria: el asa articuladora, que nos permite mantener algo en mente mediante repetición; y otro conocido como el bloc de notas visuoespacial. La información procesada en cualquiera de estos dos sistemas de repetición tiene posibilidades de acceder a la memoria a largo plazo por mediación del hipocampo. El control de la atención se da en la corteza prefrontal, y los sistemas de repetición en la corteza de asociación posterior. El reclutamiento de la información almacenada a la memoria activa también resulta necesario en el recuerdo de conocimiento explícito y probablemente también de algunas forma de conocimiento implícito (Kandel, Kupfermann e Iversen, 2001). Por otra parte, resulta importante resaltar que la recuperación de recuerdos es un proceso constructivo, y por ello mismo está sujeto a errores y distorsiones (Kandel, Kupfermann e Iversen, 2001). El material almacenado en memoria es reinterpretado de manera que al recordarlo tenga sentido para la persona. La manera en que se lleva a cabo este proceso no es bien conocida, pero se sabe que la recuperación de información resulta más eficaz cuando tiene lugar en el mismo contexto en que se adquirió y en presencia de las mismas claves. Tan eficaz resulta en ocasiones la recuperación que puede hacerse de manera inconsciente, como se ha señalado más arriba. Esta capacidad inconsciente de recuperar información significativa en un contexto determinado tiene un indudable valor adaptativo porque permite que los organismos recuerden eventos significativos que han tenido lugar en cierto lugar o en ciertas circunstancias. Sin embargo, como ya hemos visto, en el Levantamiento de Pesas y posiblemente en cualquier actividad que requiera atención concentrada puede constituir una desventaja, porque los recuerdos recuperados pueden actuar como distractores.

Durante la competencia, al levantador de pesas le resulta indispensable recordar información implícita y explícita. La información implícita más importante es, por supuesto, la secuencia de preparación y ejecución del levantamiento e implica todo lo que debe realizar desde el momento en que es llamado a la plataforma: dirigirse hacia ella, preparar su cuerpo y los implementos que utilizará, verificar la plataforma, la barra, preparar su agarre y ejecutar la secuencia de levantamiento. **No hemos encontrado estudios sistemáticos de los rituales que sigue el atleta para preparar su levantamiento, pero la observación anecdótica sugiere que se presentan de manera bastante estereotipada en cada levantador. Esta estereotipia permitiría que el atleta experimentado no tenga que utilizar recursos de procesamiento para considerar cuál es la siguiente acción que debe realizar,** y los estudios de imagenología funcional han revelado que esto es lo que ocurre en la ejecución experta de algunas conductas (Hallet y Grafman, 1997; Doyon, 1997; Gershberg y Shimamura, 1998). Sin embargo, como ya se mencionó, la secuencia puede verse perturbada si alguno de los elementos no se presenta de la manera en que el levantador acostumbra percibirlo o utilizarlo; es decir, si la información sensorial obtenida por el atleta no concuerda con la que tiene almacenada en sus registros de memoria explícita sensorial. Esto sugiere que existe una interrelación entre los contenidos de la memoria implícita y la memoria explícita, y que toda la información contenida en memoria puede resultar relevante para la preparación de un levantamiento en situación competitiva (aunque esta hipótesis debe ser sometida a verificación experimental). Como se anotó más arriba, Los contenidos de la memoria explícita traídos a la atención consciente por mediación de influencias externas también pueden perturbar la secuencia, pero existen contenidos almacenados en la memoria explícita que tienen gran

importancia durante la realización de los levantamientos, como son los señalamientos de los jueces, las indicaciones del entrenador, las señales luminosas y sonoras que indican la evaluación del levantamiento o el tiempo de que se dispone para completar un intento. **Incluso el reconocimiento del tono de la voz del secretario de la competencia entre el resto de los sonidos y las voces del área de calentamiento implica muy probablemente el tener presentes elementos de memoria a corto y largo plazo.**

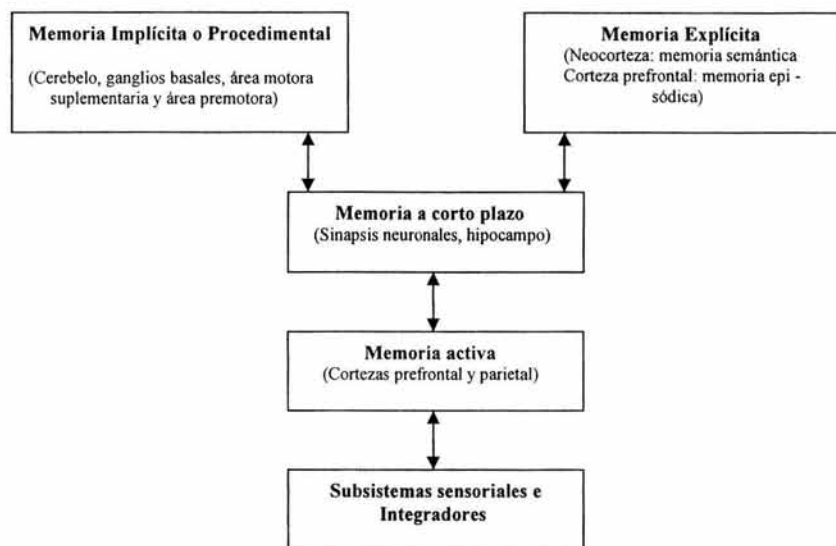


Diagrama 4-7.- Interacciones entre los diversos tipos de memoria con el resto de los subsistemas e integradores y sensoriales. La memoria activa es un componente crítico en el almacenamiento y la recuperación de la información. La formación de memoria explícita y algunos tipos de memoria implícita a largo plazo requieren también procesamiento mediado por el hipocampo.

Vale la pena insistir en el papel de los recuerdos relacionados con elementos emocionales. Ya se discutió en las secciones correspondientes que los estados emocionales pueden perturbar la atención y la ejecución, y ya se dijo también que los recuerdos pueden ser recuperados por asociación con gran cantidad de eventos y señales ambientales, aun cuando su relación no resulte evidente a primera vista. Los recuerdos relacionados con estados emocionales pueden producir activaciones emocionales particularmente intensas que pueden aumentar el tono cortical, y estas podrían actuar a favor del atleta si logra enfocar sus recursos de procesamiento por medio del enfoque de la atención en la tarea que debe realizar. Parece pródigo insistir de esta manera en el papel que tiene el control de la atención en una tarea compleja como lo es el Levantamiento de Pesas, pero con esto obtenemos una idea de su importancia, especialmente durante la ejecución de estas tareas que implican un desempeño máximo. Así también obtenemos una idea de lo complejas que resultan las

interacciones que existen entre los subsistemas integradores, y que éstas están mediadas por las múltiples interconexiones de todos sus componentes.

5.- Subsistema de Programación Motora.

La expresión última y directamente observable del procesamiento de información llevado a cabo por el sistema nervioso es la acción y el movimiento (Ivry, 1997). La acción y el movimiento voluntario deben ser planificados y controlados adecuadamente para que sean eficaces, y esto lo lleva a cabo el subsistema de programación motora. Es un subsistema muy complejo, y resulta razonable afirmar que abarca a todos los demás, porque el control y la planificación de una acción adecuada requiere una representación lo más completa posible del medio externo, y ésta es construida por el resto de los subsistemas sensoriales e integradores. Las experiencias previas, la motivación, los elementos cognitivos, emocionales y atencionales juegan un papel fundamental, porque permiten controlar la acción y predecir sus consecuencias.

La literatura revisada abarca los principales elementos constitutivos del subsistema de programación motora, pero no hace referencia sus interrelaciones en el contexto del deporte. El nuestro será un intento por reconstruir las interacciones funcionales de los elementos y subsistemas que convergen para dar origen al subsistema de programación motora en el contexto del Levantamiento de Pesas.

La organización funcional del subsistema se resume en el diagrama 4-8. Los principales centros organizadores de la planeación del movimiento son el área premotora, el área motora suplementaria y el área presuplementaria, que se encuentran en el lóbulo frontal, en relación directa con el área motora primaria y el área de asociación prefrontal. Estas áreas realizan funciones diferentes, aunque relacionadas: el área presuplementaria participa en el aprendizaje de nuevas secuencias de movimiento; el área motora suplementaria actúa como un sistema de implementación de programas motores específicos para estas secuencias aprendidas (Krakauer y Ghez, 2001); y las áreas premotoras realizan las transformaciones de las representaciones sensoriales del ambiente en señales de control muscular (transformaciones sensitivomotoras), es decir: deciden la manera en que las señales sensoriales de todo tipo deben ser utilizadas para dirigir el movimiento, y esto requiere que estén profusamente conectadas con las áreas de asociación multimodal (Krakauer y Ghez, 2001). Estas estructuras encargadas de la planeación dotan al movimiento voluntario de adaptabilidad, velocidad y precisión. Cuando se aprende un nuevo patrón motor, inicialmente se activan múltiples áreas motoras y asociativas, incluyendo todas las que participan en la planeación. Conforme se va adquiriendo habilidad en la tarea, cesa la actividad del área presuplementaria. Los altos niveles de maestría en la ejecución de una tarea llegan a correlacionar inclusive con el descenso de la activación del área motora suplementaria, con lo que el control del movimiento queda a cargo casi por completo de las áreas premotoras, la corteza motora primaria y las estructuras subcorticales. Se piensa que esto se produce porque gracias al entrenamiento se seleccionan y fortalecen los circuitos mínimos necesarios para conseguir un tipo de conducta (Krakauer y Ghez, 2001), y una vez que el patrón motor está bien establecido, el control del movimiento precisa principalmente

de la integración sensitivomotora y las órdenes directas para el movimiento de los planos musculares proporcionadas por las áreas premotoras y la corteza motora primaria.

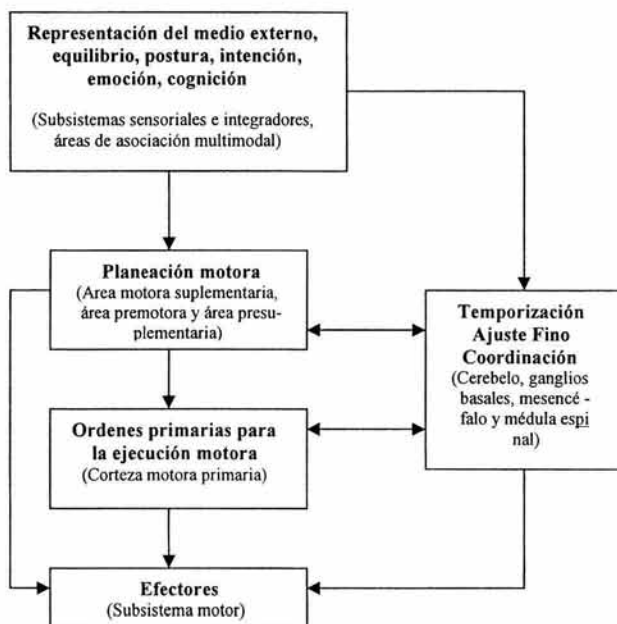


Diagrama 4-8.- Subsistema de programación motora. Las áreas encargadas de la planeación del movimiento son las áreas premotora, motora suplementaria y presuplementaria, y reciben información del resto de los subsistemas sensoriales e integradores. Los ganglios basales, el cerebelo, el mesencéfalo y la médula espinal se encargan de la temporización, la coordinación y el ajuste del movimiento mientras que la orden que desencadena el movimiento es dada por la corteza motora primaria y esta llega a los efectores del subsistema motor. Las divisiones funcionales del subsistema están interconectadas entre sí.

Cuando se aprende una nueva conducta motora, es necesario vigilarla constantemente para detectar errores y modificarlos, pero a medida que se hace más precisa disminuye la necesidad de muestreo de las aferencias sensitivas y de corrección del programa motor. Pensemos en lo que esto significa en el contexto de la enseñanza del Levantamiento de Pesas. Los pesistas jóvenes no han alcanzado todavía el desarrollo completo de sus subsistemas sensoriales, especialmente el subsistema vestibular (ver capítulo 3). Esto condiciona que las señales sensoriales que reciben por este canal contienen gran cantidad de errores de origen. La fuente de error en las señales de control del movimiento es doble: no solamente están aprendiendo un nuevo plan motor que incluye aferencias corporales sensoriales complejas y desconocidas, sino que la misma información que reciben es inadecuada para el control del movimiento debido a la inmadurez de los subsistemas sensoriales. **Esto justifica las grandes cantidades de tiempo que se invierte y la**

necesidad del apoyo de ejercicios multilaterales, los cuales implican desplazamiento de grandes grupos musculares, y que se requieren para lograr el desarrollo pleno del patrón motor y las transformaciones sensitivomotoras adecuadas para el control del movimiento.

Las transformaciones sensitivomotoras resultan indispensables en el control del movimiento, aunque el proceso por el cual se producen no está bien comprendido. El paso inicial lo constituye la integración de las diferentes entradas sensoriales que se da en la corteza parietal posterior; y la información obtenida por este procesamiento pasa a las áreas premotoras a través de canales diferentes dependiendo del tipo de tarea motora que se vaya a realizar (Krakauer y Ghez, 2001). Se sabe que durante la realización de tareas que implican el alcance y prensión de diversos objetos en el mono se activan diferentes neuronas de acuerdo con las características de los objetos y la distancia a la que se encuentran (Krakauer y Ghez, 2001). Aunque no se haya comprobado, se puede pensar que ocurre algo similar en otras tareas motoras, y como las neuronas de estas áreas reciben información sensorial de muchos canales diferentes, es posible también que una neurona particular pueda involucrarse en distintas tareas que compartan rasgos comunes. En el Levantamiento de Pesas, las transformaciones sensitivomotoras necesarias para el control del movimiento requieren información sobre las características del área de levantamiento, el estado y la textura de la barra y la magnesia, la plataforma y de manera muy destacada la cantidad de peso que se va a levantar. Además de afectar al resto de los subsistemas integradores por medio de las interacciones que hemos descrito en secciones anteriores, estos elementos sensoriales afectan la ejecución del movimiento porque ciertas características de los implementos deben ser ajustadas en el patrón motor. Por ejemplo, una barra lisa debe ser sujeta con mayor fuerza y una barra muy gruesa posiblemente impida que el levantador pueda utilizar la sujeción de gancho. Los pesos pequeños que se utilizan durante el calentamiento requieren movimientos menos enérgicos que los pesos máximos o submáximos, y el patrón motor debe ser capaz de ajustarse a todas estas variantes. Desgraciadamente esto no siempre es posible, en parte por la activación perturbadora del resto de los subsistemas integradores y en parte porque los ajustes pueden producir una alteración del patrón motor que puede afectar desfavorablemente las relaciones de fuerza, temporización, velocidad y posición de los segmentos corporales ajustados con las del resto de los segmentos que intervienen en el movimiento, dando lugar a fallas de posición, velocidad y trayectoria del movimiento.

Un problema interesante y complejo en el control del movimiento tiene que ver con el tipo de representación que se elabora del mismo. ¿Es una representación visual o cinestésica, basada en información somatosensorial? ¿Uno se “ve” a sí mismo ejecutando el movimiento o “siente” la manera en que lo debe ejecutar? Parece que esto depende mucho del tipo de movimiento que se considere. Los estudios de Marks e Isaac (1995) demuestran que el uso de representaciones visuales genera un patrón distinto de activación cortical del que genera una representación cinestésica, y estos corresponden al manera en que se ambas están organizadas en el cerebro. En el caso del Levantamiento de Pesas, debe tenerse en cuenta que durante la ejecución del movimiento y sobre todo en la situación competitiva el atleta carece de indicios visuales sobre la manera en que realiza el movimiento (como se discutió en la sección correspondiente, parece que los indicios visuales se utilizan más bien en el control de la postura a través de la fijación de la mirada). Así, **no resultaría**

sorprendente que el uso de una representación cinestésica del movimiento fuera más eficaz en la enseñanza técnica del Levantamiento de Pesas, como lo es en la enseñanza del servicio en el tenis (Fery y Morizot, 2000). Por otra parte, sería interesante estudiar qué tipo de representación está más extendida entre los atletas y cuál utilizan los levantadores de élite mundial. El Levantamiento de Pesas suele aprenderse por modelización directa del entrenador. No parece necesario que esta parte del sistema de enseñanza deba cambiar. Ahora bien, **¿resultaría más útil basar la enseñanza en una representación visual, haciendo que el aprendiz se vea a sí mismo levantando o resultaría más eficaz un método cinestésico enfatizando la manera en que se debe sentir el desplazamiento de los segmentos corporales? ¿Habrá diferencias individuales al respecto?**

Las órdenes directas para la ejecución de los movimientos provienen principalmente de la corteza motora primaria, aunque se ha comprobado que las áreas premotoras y motora suplementaria también envían algunas sinapsis eferentes a ciertos elementos del subsistema motor, como son los núcleos motores de los dedos y las manos, y los músculos proximales de los miembros; y controlan principalmente movimientos complejos (Krakauer y Ghez, 2001). La corteza motora tiene una organización somatotópica, pues la representación de los diferentes segmentos corporales sigue una especie de mapa que representa la figura de un hombrecito (el homúnculo motor). El mapa representa las zonas en las cuales el estímulo de más baja intensidad consigue una respuesta motora del músculo inervado; sin embargo, hoy se sabe que en realidad la representación de un músculo dado se encuentra distribuida en toda la corteza motora primaria, y esto contribuye a explicar cómo puede recuperarse la función motora después de que algún accidente destruye la representación cortical del músculo mediante ajustes plásticos de las sinapsis de las neuronas restantes (Krakauer y Ghez, 2001). La corteza motora recibe aferencias de las áreas premotora, motora suplementaria, presuplementaria, la corteza sensitiva primaria, el área parietal posterior, los ganglios basales y el cerebelo (la importancia de estas últimas aferencias en la coordinación temporal y el ajuste fino del movimiento las abordaremos enseguida). Los axones de las neuronas de la corteza motora primaria van a los ganglios basales, el cerebelo y a la médula espinal a través de los haces corticoespinales. La vía corticoespinal establece poderosas conexiones, tanto directas como indirectas con las motoneuronas alfa de la médula espinal. Las conexiones directas van a las neuronas motoras de la médula espinal y a los núcleos motores de los nervios craneales, mientras que las indirectas llegan inicialmente a interneuronas en la médula espinal, que a su vez se proyectan sobre las neuronas motoras. Estas últimas conexiones regulan un gran número de músculos y contribuyen a la organización de movimientos complejos junto con los circuitos motores provenientes de otras estructuras del tronco encefálico (Krakauer y Ghez, 2001). La excitación de las neuronas en la corteza motora primaria varía de acuerdo con la fuerza que se tiene que ejercer para realizar el movimiento. Además, el patrón de activación de estas neuronas se incrementa antes de que el movimiento en sí mismo tenga lugar, lo cual indica que la corteza motora primaria juega un papel importante en la preparación del movimiento (Krakauer y Ghez, 2001). **Como los movimientos que van a realizarse en la ejecución de un levantamiento suelen estar muy entrenados, es posible que la corteza motora primaria y las áreas premotoras (así como las estructuras subcorticales) sean las que se encuentren más activas en el control del movimiento.** Debido a las características mencionadas más arriba, es posible que en el caso de los pesistas jóvenes

presenten mayor actividad en el área motora suplementaria que los pesistas más experimentados.

Las conexiones recíprocas del área motora primaria con los ganglios basales, el cerebelo y otras estructuras mesencefálicas proporcionan los elementos de coordinación, temporalidad y ajuste fino de los movimientos, ya sea que estos sean suaves o rápidos, que involucren a gran cantidad de grupos musculares o inclusive unidades motoras aisladas cuando se requiere gran precisión de movimientos (como en el control de los movimientos del ojo o de los dedos de la manos). La regulación de estas características del movimiento es muy compleja, y se ha observado mediante resonancia magnética funcional que todas las áreas del subsistema de programación motora están muy activas durante el aprendizaje del movimiento, para ir disminuyendo su actividad conforme se progresa en el dominio del movimiento (Doyon, 1997; Hallet y Grafman, 1997; Ivry, 1997). Es probable que esto se deba a la selección y fortalecimiento de los circuitos controladores que se establecen entre la corteza, los ganglios basales y el cerebelo. La tarea del control de estas características del movimiento es muy compleja, y los estudios con pacientes muestran que la lesión de alguna de estas estructuras produce alteraciones características del movimiento que disminuyen su eficacia funcional (ver capítulo 6). Como vimos en el capítulo 1 y veremos en el capítulo 6, los ejercicios clásicos del Levantamiento de Pesas requieren un ajuste temporal preciso, así como ser ejecutados a la mayor velocidad y con la mayor precisión que sea posible, de modo que las estructuras que controlan estas características tienen un papel crítico en el Levantamiento de Pesas. Es muy posible que los levantadores élite requieran un desempeño de normal a superior de su cerebelo, ganglios basales y estructuras mesencefálicas, pues los planos musculares deben reclutarse de manera ordenada y en el tiempo preciso. En el diagrama mostramos las amplias interconexiones de las estructuras de control del movimiento con el resto de los elementos del subsistema de programación motora. Muchas conexiones de la corteza motora primaria llegan primero al cerebelo y los ganglios basales y son las neuronas de estos centros las que realmente se proyectan a las motoneuronas alfa de la médula espinal (Ghez y Krakauer, 2001). Así, las motoneuronas medulares y de los núcleos motores de los nervios craneales reciben conexiones de la corteza motora primaria, de las cortezas premotoras, motora suplementaria, presuplementaria, del cerebelo, de núcleos mesencefálicos (como el núcleo rojo) e indirectas de los ganglios basales y las interneuronas espinales. Esto nos da una idea de lo complejo que resulta el control de las características del movimiento expuestas en la presente sección. No hemos encontrado casos de pesistas destacados que tengan alguna lesión en alguna de las estructuras que conforman el subsistema de programación motora. **El control de movimientos tan rápidos y complejos como los que se requieren en el Levantamiento de Pesas exige la integridad de todas las estructuras implicadas en el movimiento, y es posible que la lesión de alguno de ellos produzca deficiencias del movimiento que impidan la realización eficaz de levantamientos con grandes pesos.**

Como vemos, el subsistema de programación motora integra estructuras de control, planeación e implementación de programas motores y requiere información sensorial, concentración de los recursos del sistema en la ejecución (atención), control emocional y motivacional adecuado para poner en juego todos los recursos del sistema y el recuerdo de información relevante para la ejecución de la tarea (memoria). Toda la información procesada por el subsistema de programación motora converge en los diversos arreglos de

motoneuronas que constituyen el subsistema motor y son las responsables directas de la ejecución del movimiento. Las características de este subsistema permiten el desplazamiento de los segmentos corporales y serán el tema de la próxima sección.

Nota sobre los subsistemas integradores

Los subsistemas integradores reciben y envían información de muchas estructuras encefálicas, y sus principales centros organizadores se encuentran en las áreas de asociación: el área prefrontal, el área parietal posterior y el área de asociación límbica. El área prefrontal interviene en la integración de la atención selectiva, motivación, cognición, juicio, lenguaje, memoria activa, movimiento dirigido y componentes cognitivos de las emociones; el área parietal posterior integra la representación multisensorial del espacio con componentes atencionales y resulta indispensable para regular el funcionamiento de las otras dos áreas de asociación en un medio ambiente cambiante; el área límbica resulta fundamental en el control de las emociones y la formación de memoria a largo plazo (Saper, Iversen y Frackowiak, 2001). Todas están ampliamente interconectadas entre sí y con el resto de las estructuras encefálicas. El funcionamiento adecuado del individuo, sea o no un atleta, exige la integridad y el nivel óptimo de funcionamiento de sus áreas de asociación y las estructuras con las que éstas se conectan. Las áreas de asociación son entonces verdaderos centros organizadores de la conducta del individuo, los déficits y lesiones de cualquiera de estas estructuras produce alteraciones graves de la conducta, y muy posiblemente sean incompatibles con el Levantamiento de Pesas de alto nivel.

III.- El subsistema motor.

Aunque el subsistema de programación motora tal y como lo hemos descrito podría abarcar al subsistema motor, nosotros hemos preferido delimitarlo como las conexiones nerviosas y el conjunto de estructuras que convierten los impulsos nerviosos en movimiento de los segmentos corporales. La “vía final” del procesamiento nervioso está constituida por la unidad motora, que consta de la motoneurona o neurona motora alfa (ya sea medular o de los núcleos motores de los nervios craneales) y el conjunto de fibras musculares a los que inerva. La unidad motora por sí misma es un arreglo de potencial limitado, pues solamente inerva una cierta cantidad de fibras musculares (a veces una sola fibra), y la mayor parte de los músculos constan de miles de ellas y están inervados por múltiples motoneuronas (Loeb y Ghez, 2001). Es la activación de gran cantidad de motoneuronas localizadas a diferentes niveles de la médula espinal lo que conduce al movimiento de grandes planos musculares y segmentos corporales completos. El “juego” de motoneuronas que se activarán depende del movimiento que se va a realizar y el programa motor que se requiera para llevarlo a cabo. Existen arreglos de motoneuronas que se activan como respuesta a aferencias que provienen de la misma médula espinal (reflejos medulares segmentario e intersegmentario), otros arreglos de mayor complejidad responden a patrones rítmicos de estimulación que se

pueden generar tanto a nivel medular como en el puente y la médula oblongada (por ejemplo, en el caso de la locomoción), y los más complejos corresponden a órdenes generados desde la corteza motora primaria, que incluyen a los movimientos voluntarios, ya sea que requieran la acción de uno o varios segmentos corporales. Tanto los reflejos medulares como los patrones de movimiento controlados por estructuras del tallo cerebral son influidos y regulados por conexiones directas e indirectas provenientes de la corteza cerebral, y a su vez las estructuras del tallo cerebral contribuyen a regular los arcos reflejos medulares (Ghez y Krakauer, 2001). Estas relaciones se ilustran en el diagrama 4-9. En la presente sección presentaremos algunos funcionales de estos arreglos de neuronas, puesto que todos están involucrados en la generación y el control del movimiento en el Levantamiento de Pesas.

Los movimientos que se requieren para realizar los ejercicios clásicos en el Levantamiento de Pesas son muy potentes e involucran a casi todo el cuerpo. Requieren la activación rápida y enérgica de muchas unidades motoras, sin embargo, la organización del subsistema motor hace innecesario que la corteza cerebral se conecte con todas las motoneuronas en todos los arreglos posibles. En lugar de ello, manda conexiones a interneuronas que se encargan de activar los circuitos medulares que generan el movimiento requerido.

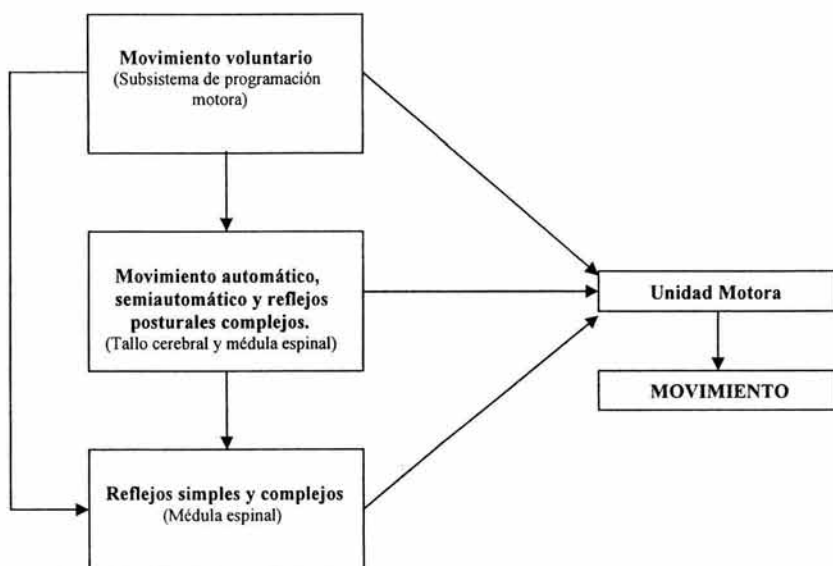


Diagrama 4-9.- El subsistema motor está constituido por las unidades motoras que inervan a los grupos musculares de todo el cuerpo. Las unidades motoras son controladas por medio de diferentes arreglos activadores que incluyen áreas corticales, núcleos del tallo cerebral e interneuronas espinales. Cada nivel puede activar y regular a las estructuras de un nivel inferior (ver texto).

Muchos movimientos relevantes para la vida se organizan en la médula espinal. Los reflejos más simples involucran una neurona sensorial y una neurona motora. Al ser estimulada la neurona sensorial, el potencial de acción transmitido conduce a la liberación de vesículas de neurotransmisores en la sinapsis con la neurona motora. El neurotransmisor produce a su vez la activación de la neurona motora y ésta recluta las fibras musculares que integran su unidad motora. Muchos reflejos son más complicados y la mayoría de las neuronas sensitivas que integran este tipo de reflejos hacen sinapsis con varias motoneuronas para realizar movimientos más complejos. Esto puede realizarse también por la mediación de interneuronas excitadoras que reciben impulsos de la neurona sensorial y poseen conexiones con muchas neuronas motoras. Muchas de estas interneuronas son inhibitorias; es decir, que inhiben la activación de las neuronas con las que hacen sinapsis. Las interneuronas, sean inhibitorias o activadoras, pueden alcanzar segmentos de la médula espinal ubicados arriba y abajo del segmento en el que está ubicada la neurona sensorial (Loeb y Ghez, 2001). Los circuitos medulares utilizan gran cantidad de arreglos con estos elementos nerviosos, y de esta manera es posible que un acto reflejo (como el de retirada) involucre varios músculos de segmentos corporales distintos, activando un cierto grupo de músculos y relajando a los antagonistas mientras los músculos del miembro contralateral permanecen contraídos para proporcionar apoyo. Las interneuronas y motoneuronas reciben conexiones de centros nerviosos superiores que posibilitan el control de estos reflejos. Cuando resulta necesario, es posible seguir sujetando un objeto muy caliente que en condiciones normales produciría una respuesta de retirada debido a que las conexiones de la corteza con interneuronas inhibitorias de la médula impiden la contracción de retirada de los músculos. Entre los reflejos medulares que tiene relevancia directa en el Levantamiento de Pesas se encuentran los reflejos miotáticos, que han sido descritos con anterioridad y permiten conseguir una contracción más enérgica de los músculos activando el reflejo de estiramiento (ver la sección correspondiente al subsistema somatosensorial).

Hay reflejos de arco largo mediados por la corteza cerebral y otros mediados por centros subcorticales. Estos reflejos son complejos e involucran elementos contextuales de la tarea que se está realizando. Se considera que los reflejos corticales regulan la contracción de los músculos distales (manos y dedos, principalmente) y los subcorticales regulan músculos proximales. Esto permite que los movimientos voluntarios se adapten a las necesidades cambiantes de la tarea (Pearson y Gordon, 2001a). Han sido descritos también una serie de reflejos que involucran información procedente de los núcleos vestibulares y de las vías visuales que intervienen de manera importante en el control de la postura, y algunos de ellos han sido descritos brevemente en la sección correspondiente al subsistema vestibular. Además, a nivel subcortical (tallo cerebral) se encuentran centros reguladores de movimientos complejos que se ejecutan de manera automática y semiautomática, como es el caso de la marcha y el centro locomotriz localizado en la médula oblonga (Pearson y Gordon, 2001b). La marcha es un movimiento complejo que involucra gran cantidad de circuitos medulares que funcionan de manera coordinada. La organización funcional de los centros responsables de la producción de estos movimientos no está bien conocida todavía, pero ya se tienen indicios de que la generación de los patrones se da principalmente a nivel

medular y el control de los mismos corre a cargo de estructuras corticales y subcorticales (Pearson y Gordon, 2001b).

Ya vimos en el capítulo 1 que la postura y el movimiento adecuado resultan fundamentales en el Levantamiento de Pesas. Un pesista experimentado conoce bien la secuencia del levantamiento y tiene planes motores que le permiten realizarla con eficiencia. La información necesaria para adaptar el levantamiento a las características del peso, los implementos, los patrones de ejecución y la coordinación temporal del movimiento se integran principalmente en el subsistema de programación motora. Sin embargo y como hemos visto en la sección correspondientes a los subsistemas sensoriales, mucha de esta información no llega a las áreas encargadas de la planificación y control temporal del levantamiento. El reflejo miotático constituye un ejemplo, pero existe información procesada por los núcleos vestibulares y el subsistema visual que tampoco llega a la corteza e interviene de manera fundamental en el control del movimiento por medio de reflejos posturales complejos (Goldberg y Hudspeth, 2001). Al ser un deporte en el que los movimientos se ejecutan en lapsos de tiempo muy breves, el control más eficiente de las perturbaciones requiere respuestas de latencia corta; y las desviaciones de los ojos, la cabeza y los segmentos corporales producidas por alteraciones del movimiento son registradas y corregidas de manera rápida por los reflejos posturales generados por estas estructuras. En la sección correspondiente al subsistema somatosensorial y en el capítulo 5 se presentan algunos ejemplos de la forma en que podría realizarse este tipo de control.

Como puede apreciarse, el control del movimiento es sumamente complejo, y aunque se han dilucidado varios de sus mecanismos principales, aún no comprendemos las interacciones que existen entre los centros que lo controlan y resulta muy difícil plantear un esquema que de cuenta incluso de los movimientos voluntarios más sencillos. Esto no es sorprendente si tomamos en cuenta la complejidad de las relaciones que existen entre los elementos del subsistema de programación motora y el subsistema motor, así como el papel regulador que tienen los subsistemas sensoriales e integradores sobre los mismos. Es posible que el esclarecimiento de estas relaciones haga necesario diseñar metodologías que posibiliten su estudio en individuos activos y la elaboración de modelos que planteen la interacción de los subsistemas y permitan guiar el diseño de hipótesis e investigaciones que permitan verificarlas.

Por último, consideremos las unidades motoras, que son el eslabón final de la cadena del movimiento. Las motoneuronas han resultado ser mucho más complejas de lo que en un principio se consideraba. No sólo reciben aferencias medulares, encefálicas y de una gran cantidad de interneuronas excitadoras e inhibitorias, también se ha encontrado que reciben conexiones (principalmente serotoninérgicas) que modifican su capacidad de disparo de acuerdo con el contexto funcional (Hounsgaard y Kiehn, 1985, Hounsgaard, Hultborn y Kiehn, 1986). Además de esto, las propiedades intrínsecas de la membrana de la motoneurona contribuyen a modular de manera importante sus modos de activación (Hounsgaard et al, 1984). Las motoneuronas poseen diferentes tamaños, y eso determina el valor de sus propiedades de conducción y su capacidad de responder a los estímulos y activar a las fibras musculares que inerva (Loeb y Ghez, 2001). Una motoneurona de pequeño diámetro requerirá menor cantidad de conexiones aferentes activas para producir

un potencial de acción, pero la cantidad de fibras motoras que inerva es reducida, y los movimientos que produce son lentos y poco potentes. Las motoneuronas grandes requieren la activación concurrente de gran cantidad de neuronas, pero su respuesta es más rápida y recluta gran cantidad de fibras musculares que suelen ser grandes y rápidas. Los ejercicios clásicos del Levantamiento de pesas requieren fundamentalmente de la actividad muscular producida por este tipo de unidades motoras.

Sobre el papel funcional de la cognición en el Levantamiento de Pesas.

Un aspecto no abordado en el presente trabajo es la naturaleza psicofisiológica de las cogniciones y su papel funcional en el Levantamiento de Pesas. Una razón es que la caracterización de las cogniciones depende fuertemente de la teoría que se utilice para explicarlas. En principio, se ha considerado tradicionalmente a la corteza prefrontal como el asiento de las funciones cognitivas superiores del ser humano. Pero resulta difícil justificar la necesidad de la intervención estas capacidades en la situación competitiva concreta del Levantamiento de Pesas. Por supuesto, su papel en el proceso de enseñanza, aprendizaje y entrenamiento resulta muy importante, pero en una competencia las cogniciones pueden actuar como distractores a menos que se les utilice como elementos motivadores o para optimizar el control del foco atencional. Por otra parte, la elaboración de la táctica y la estrategia competitiva suele correr a cargo del entrenador. Se puede argumentar que el levantador debería tener un papel destacado esta elaboración, pero desde el punto de vista práctico esto está lejos de ser cierto. La gran mayoría de los atletas y entrenadores consideran que el papel del levantador es concentrarse en la ejecución, y por ello queda como responsabilidad de los entrenadores hacerse cargo de la planeación y el control de la competencia. Son muy pocos los casos de levantadores que compiten solos y se ven por esto obligados a elaborar sus propios planes de competencia. Cabría también preguntarse sobre la naturaleza de las cogniciones en el Levantamiento de Pesas. ¿Son planes de procesamiento? ¿Son afirmaciones que llevan aparejados componentes atencionales, emocionales y de memoria? ¿Son representaciones de elementos de la realidad adquiridos por procesos de análisis, síntesis o de otro tipo? Bajo nuestro punto de vista, la cognición es un proceso complejo que involucra a los subsistemas sensoriales e integradores (representados de manera destacada por las áreas de asociación multimodal) de una manera que todavía resulta poco clara. Por ello preferimos ir incluyendo los elementos cognitivos en el tratamiento de los temas y subsistemas que lo ameriten y hemos prescindido de elaborar una sección especial para el procesamiento cognitivo de alto nivel.

En el próximo capítulo nos ocuparemos de proponer un modelo sobre la manera en que el atleta crea la percepción de la situación competitiva, como se desenvuelve, los elementos que están involucrados y la manera en que pueden influir al levantador.

5.- Análisis de la situación competitiva del Levantamiento de Pesas

Lo expuesto en los capítulos anteriores nos ha llevado a plantear que la representación de la situación competitiva del Levantamiento de Pesas es una construcción que cada atleta lleva a cabo principalmente de manera individual, aunque con asistencia de sus compañeros y entrenadores, y depende de la manera en que sus subsistemas integradores procesen la información proporcionada por sus subsistemas sensoriales; todo en el marco de sus experiencias previas, sus pensamientos, su emocionalidad y su estado de motivación. También resulta importante conocer si un levantador en particular permite que los diversos componentes de la situación lo afecten, o si es capaz de abstraerse de ellos y de la información irrelevante o potencialmente perturbadora con la que pueda enfrentarse. Tomando en cuenta todo esto, la situación competitiva puede ser percibida de manera diferente inclusive por dos levantadores de élite. Con todo, la gran variedad de situaciones competitivas posibles o concebibles comparten gran cantidad de rasgos comunes que pueden influir a todos los atletas, por lo menos en principio. Estos rasgos nos permiten acometer el análisis de los aspectos principales de la situación competitiva y la manera en que pueden influir en la ejecución de un atleta en particular. Debido a su número, nuestro análisis incluirá solamente algunas de las características más sobresalientes de la situación competitiva, y se tratarán con cierto detalle los eventos que ocurren desde el momento en que el atleta es llamado a la plataforma.

Es pertinente hacer una nota aclaratoria antes de seguir, y se insistirá en ello a lo largo de todo el capítulo: nuestro análisis debe ser considerado ante todo como una propuesta. Gran parte de lo que aquí se expone es fruto de especulaciones fundamentadas en la información presentada en los capítulos anteriores. La escasa literatura disponible sobre los aspectos psicofisiológicos funcionales del Levantamiento de Pesas nos obliga a establecer hipótesis y especulaciones sobre la mayor parte de los fenómenos que estamos considerando. Algunos de estos fenómenos son susceptibles de estudio psicofisiológico en la actualidad, pero es posible que otros requieran el desarrollo de nuevas tecnologías y su estudio no podría no ser factible ni siquiera a mediano plazo. La mayoría de las tecnologías actuales (incluyendo la resonancia magnética funcional y la tomografía por emisión de positrones) requieren que el sujeto experimental esté quieto o con escaso movimiento, por lo que no resultan muy útiles para analizar la situación competitiva real en un deporte. Debido a todo esto, cabe entonces cuestionar la validez de lo que aquí se expone. En atención a ello, reiteramos **que el presente trabajo debe ser considerado ante todo como una serie de propuestas que, suponemos, pueden contribuir a guiar trabajos de investigación empírica.** Es posible que gran parte de las ideas que se exponen sean refutadas por la investigación posterior. Conscientes de ello, intentamos considerar cuidadosamente las funciones de los diversos subsistemas que han sido comprobadas y las hemos extrapolado (con las limitaciones que esto conlleva) al contexto funcional, que constituye el escenario auténtico que el atleta confronta en cada competencia en la que participa. El intento realizado nos parece limitado pero importante, ya que es muy poco lo que se ha formulado al respecto en el terreno de la psicofisiología y no nos ha sido posible encontrar una propuesta de este tipo en la literatura sobre Levantamiento de Pesas. Queda entonces advertido que el presente trabajo pretende solamente realizar una aproximación preliminar, una primer intento por caracterizar de un modo funcional e integrativo la manera en que el

pesista afronta una situación competitiva; y un intento por llamar la atención sobre problemas interesantes que contribuyan en alguna medida a guiar la investigación en este campo.

Algunas consideraciones sobre la representación preliminar de la situación competitiva.

Dos de las dificultades más importantes con las que nos topamos en nuestro intento de elaborar una caracterización de la situación competitiva son: la gran diversidad de situaciones que pueden presentarse, y las características individuales de cada levantador. Por ello, nuestro análisis considera principalmente los acontecimientos que ocurren desde el momento en que el atleta es llamado a la plataforma. Sin embargo, consideramos pertinente incluir algunas consideraciones generales sobre la manera en que los atletas se forman una representación preliminar de la situación competitiva, que puede darse desde mucho antes de que empiece a prepararse para competir.

En muchos casos (tal vez en casi todos) el atleta comienza a construir una representación de la situación competitiva desde que entra por primera vez al local donde se realizará la competencia; e inclusive antes, desde el momento en que sabe quiénes serán sus rivales y se imagina con base en su experiencia previa cómo podría presentarse la competencia y las características que podría tener el escenario. Una vez que han llegado al local, varios atletas se acercan a la plataforma de levantamiento, observan la disposición de los implementos, el juego de luces, los lugares en donde se colocan los jueces y consideran cómo estará dispuesto el público. Toda esta información sensorial, junto con la que está almacenada en memoria le permite comenzar a construir una representación multisensorial de la situación, y posiblemente también imaginar o representarse a sí mismo ejecutando los levantamientos por medio del ensayo mental. La mera observación del comportamiento de los atletas no parece suficiente para afirmar si realizan o no esta labor exploratoria preliminar en algún momento antes de competir, porque es posible que parte de este proceso se lleve a cabo de manera inconsciente y esté efectivamente incorporado a su rutina de preparación para la competencia. Otras fuentes posibles de información relevante sobre las características del lugar son los entrenadores, los compañeros de equipo y los rivales. Es muy común que los levantadores se comuniquen entre ellos el estado de la barra, la magnesia y la plataforma, y esta información puede ser incorporada a la representación de la situación, e inclusive desencadenar reacciones emocionales que podrían ser recordadas o recuperadas cuando el atleta pase a la plataforma de levantamiento. La predisposición ocasionada por esta información podría tener como consecuencia que el atleta considere realizar cambios a su patrón motor (por ejemplo, apretar las barras con mayor fuerza o evitar un sitio específico de la plataforma).

Resulta difícil considerar el papel que juega la experiencia previa en la elaboración de esta representación preliminar. Por un lado se puede pensar que los levantadores novatos recorrerían y manipularían activamente los implementos de competencia para hacerse de esta representación preliminar y poder ubicarse en ella cuando pasen a la plataforma; en tanto que los levantadores expertos podrían hacer justamente lo contrario, ya que muchos están entrenados para enfocar su atención en la secuencia que deben realizar. Pero por otro lado, el panorama inverso puede ajustarse mejor a la generalidad: es posible que en su

ignorancia de cuáles son los factores relevantes en la situación competitiva, el novato dedique menos tiempo a explorar su entorno y debido a ello se distraiga con mayor facilidad cuando pase a levantar y se presenten influencias perturbadoras que no había considerado; mientras que un levantador experto podría realizar una exploración minuciosa de las fuentes de información perturbadora (el público, la textura y el giro de la barra) para evitarlas o ignorarlas en el momento de realizar su secuencia. Una tercera opción es que ambos realicen una significativa exploración preliminar, pero que la información obtenida de ella sea interpretada e incorporada de manera diferente en función de su experiencia previa y los patrones de procesamiento de sus subsistemas integradores. No es mucho más lo que puede decirse respecto a esto sin entrar de lleno en el terreno de la especulación. Estos patrones de procesamiento podrían ser objeto de estudio posterior.

Otros aspectos dignos de ser tomados en cuenta y que pueden tener diferencias significativas entre novatos y expertos son: el comportamiento en las horas o días previos a la competencia, la verificación de los implementos utilizados y las acciones empleadas para mantener en estado óptimo los subsistemas homeostáticos antes y durante la competencia. Consideremos brevemente cada uno de ellos.

El comportamiento previo a la competencia es importante porque condiciona la eficiencia de los subsistemas homeostáticos. El atleta de alto nivel sigue una rutina de precompetencia determinada por su experiencia y por su entrenador. Entre los elementos que la componen se encuentran los patrones de alimentación, entrenamiento y descanso. El entrenamiento es necesario porque se ha demostrado que la capacidad de producir esfuerzos máximos se deteriora después de que ha transcurrido un cierto tiempo sin entrenar (Cuervo y González, 1991. Pp. 64), y el descanso y la alimentación adecuados permiten la recuperación de los mecanismos energéticos que serán solicitados al máximo durante la competencia. También es común ver que los atletas expertos tomen las cosas con más calma y procuren relajarse y descansar adecuadamente, especialmente la noche anterior y el día de la competencia.

La verificación del equipo se refiere a la preparación del equipo que será utilizado durante la competencia, incluyendo zapatos, butarga, vendas y otros implementos. Contrario a lo que pudiera parecer, la vigilancia de este aspecto dista de ser trivial. El equipo adecuado suele estar ajustado a las características del atleta y un olvido o reemplazo de última hora constituye un factor de distracción importante, debido a que existe considerable evidencia anecdótica de que muchos atletas no se sienten seguros si no utilizan sus implementos o si utilizan los de otra persona. Los zapatos inclusive condicionan de manera importante las características de la ejecución (ver capítulo 1 y anexo). Un atleta experto suele tener establecida una rutina de verificación y preparación de los implementos que utilizará, mientras que los atletas novatos, excepto los más concienzudos, parecen carecer de una rutina de este tipo.

El mantenimiento del estado homeostático adecuado tiene una importancia capital en el Levantamiento de Pesas, y en general en todos los deportes de ejecución máxima. Una competencia promedio dura entre una y dos horas, y aunque pareciera que el atleta sólo realiza unos cuantos levantamientos en ese tiempo, gran parte de estas ejecuciones son máximas o submáximas y exigen el funcionamiento óptimo de todos los subsistemas corporales. En particular, debe tenerse en cuenta que la modalidad de Enviñón, que siempre

va en segundo término en cualquier competencia, enfatiza el componente de fuerza e implica levantar pesos más grandes. El último levantamiento de la competencia es el más pesado de todos y es el que exige el máximo de todos los recursos del atleta. Así, puede transcurrir más de una hora desde el inicio de una competencia hasta que el atleta realice el intento más difícil de todos. A esto se agrega el desgaste producido por la activación simpática constante que implica la tensión y la activación emocional de la competencia. Actualmente se tiene bien documentado que la hidratación adecuada, el consumo de carbohidratos simples durante la competencia y la puesta en práctica de diversas técnicas de relajación que disminuyen la pérdida de energía producida por la activación emocional excesiva contribuyen a mantener el rendimiento óptimo del atleta por más tiempo (Weinberg y Gould, 1996. Pp. 300-319; Guyton y Hall, 1997. Pp. 1170). Si el control de los subsistemas homeostáticos falla, el atleta empezará a sentirse cansado antes de terminar la competencia, lo cual empezará a afectar la realización de los ejercicios y puede conducir a problemas de ejecución.

En resumen, la falta de control sobre los factores mencionados puede influir negativamente sobre el rendimiento, ya sea produciendo perturbaciones atencionales (e inclusive somatosensoriales, como en el caso del uso de los zapatos inadecuados), activaciones emocionales inadecuadas o funcionamiento menos eficiente de los subsistemas homeostáticos. Estos a su vez pueden producir problemas de ejecución por medio de los mecanismos que se describen en el capítulo 4. En razón de todo esto, resulta adecuado plantear que el control de las variables mencionadas y el enfoque de la atención practicado por los atletas de más alta calificación contribuyen a que su ejecución se vea menos perturbada por influencias externas y por las condiciones de funcionamiento del organismo. La influencia de éstas últimas sobre la ejecución ha sido bien documentada en muchos deportes, aunque el papel de las primeras permanece hasta la fecha insuficientemente estudiado. Solamente algunos psicólogos deportivos han dado cuenta de su importancia, aunque no han recurrido a los fundamentos psicofisiológicos de la conducta para analizar estos fenómenos (Weinberg y Gould, 1996. Pp. 387-417; Balagué, 1997. Pp. 184).

Las dos horas anteriores a la competición pueden resultar determinantes para las posibilidades competitivas de un atleta. Es el momento en que se realiza el pesaje, y en muchos casos los hábitos inadecuados del competidor determinan un desgaste funcional importante mucho antes de que se haya iniciado el calentamiento. Uno de estos hábitos que se presenta muy a menudo es que el levantador excedido del peso límite para competir en una categoría determinada se ve obligado a correr, sudar, deshidratarse o forzarse a evacuar en un intento por perder el peso adicional, que puede variar entre los 100 y los 2,000 g e incluso más. Es muy frecuente también que el pesista haya pasado por periodos prolongados de ayuno que produce la depleción de las reservas de glucógeno hepático y muscular. La deshidratación, la pérdida de sustratos energéticos y la activación emocional que implican estas maniobras producen activación de subsistemas homeostáticos compensadores que consumen energía y determinan que el atleta pierda parte de sus recursos funcionales para afrontar la competición. En esta situación, resulta frecuente que el desempeño competitivo quede por debajo de las posibilidades reales del levantador. Esto ilustra también la importancia que tienen factores educativos, como la disciplina, a la hora de afrontar una competición: si el atleta iniciara la bajada de peso meses o semanas antes de la competencia, todas estas maniobras resultan innecesarias. En estas dos horas previas

resulta muy útil la puesta en práctica de una rutina precompetitiva que asegure el funcionamiento óptimo de los subsistemas homeostáticos. Por último, el atleta debe iniciar el calentamiento en el momento adecuado. Para ello, el entrenador debe de revisar la lista de competidores de su categoría de peso corporal y hacerse una idea aproximada del momento en que el atleta deberá pasar a realizar su primer intento (el primer intento de Arranque). Si se inicia el calentamiento antes de lo debido, el atleta estará listo mucho antes de que le corresponda el llamado a la plataforma, y en este caso deberá realizar ejercicios de calentamiento adicionales que minarán sus reservas energéticas. Iniciar el calentamiento demasiado tarde puede ser todavía más pernicioso, ya que en muchas ocasiones el proceso de calentamiento no habrá progresado hasta el punto en que el atleta esté listo para realizar el intento con el peso asignado en la lista de competencia. Esta circunstancia puede producirle al levantador una activación emocional perturbadora, derivada de la sensación de no estar preparado para manejar ese peso. La observación anecdótica indica que no resulta nada raro que el atleta falle el intento en estos casos, lo cual puede perturbar aún más el estado emocional del atleta y producir fallas en intentos subsiguientes. Esto resultará fatal para las aspiraciones del levantador en el caso de que las posibilidades de los competidores estén muy igualadas y competencia sea cerrada. La diferencia entre el primer y el cuarto lugar puede ser de solamente 2.5 kg en el total. En estos casos, muchos entrenadores recurren a la táctica de pedir un aumento del peso de entre 2.5 y 5 kg para que el atleta tenga tiempo de terminar el calentamiento y recuperarse antes de pasar a la plataforma. Muchos entrenadores precavidos anotan en la lista de inicio pesos bastante menores a aquellos con los que realmente iniciará su competencia el levantador, y así también se prevé la posibilidad de que el evento se desarrolle de manera más rápida que la prevista o que se de una lesión durante el calentamiento. Otros optan por permitir que se pierda por tiempo el primer intento par preparar adecuadamente el segundo; y otros se ven obligados a solicitar un peso mayor que el que se tenía planeado para iniciar la competencia. Estas dos tácticas no siempre funcionan, pues tampoco resulta raro que el atleta falle el levantamiento. Esto puede deberse a que el aumento de la dificultad y la pérdida de la oportunidad produzcan una activación emocional perturbadora, o que se pierda el enfoque atencional como consecuencia de la activación emocional, de pensamientos perturbadores relacionados con el intento que se perdió o de ambas cosas a la vez.

La situación competitiva. Análisis por medio de diagramas.

Ahora consideraremos los eventos que tienen lugar desde el momento en que el atleta es llamado a la plataforma hasta el momento en que deja caer la barra después de recibir la señal de los jueces. Para fines puramente expositivos hemos dividido la situación competitiva en dos partes: 1) los eventos que ocurren antes de que el atleta inicie el levantamiento, y; 2) los eventos que ocurre desde el inicio del levantamiento propiamente dicho hasta que el atleta deja caer la barra sobre la plataforma de competencia. Insistimos en que esta separación es artificial, ya que la secuencia de acciones del pesista aparenta no tener una verdadera solución de continuidad, y parece evidente que los eventos psicofisiológicos que ocurren en la primera parte influyen en los que ocurren en la segunda. El diagrama 5-1 muestra los principales eventos que consideramos ocurren en la primera parte de la situación competitiva. La llamada a la plataforma se refiere concretamente al

aviso de que el atleta debe pasar a realizar alguno de sus intentos. La preparación del levantamiento incluye una gran variedad de estímulos, eventos y acciones que le permiten al levantador adoptar la situación más favorable para realizar el levantamiento. Consideramos como elementos destacados en la preparación del levantamiento: las instrucciones proporcionadas por el entrenador y la manera en que el pesista reacciona a ellas, el estímulo activador que proporciona el entrenador en forma de un golpe o dándole a oler amoníaco o alguna otra sustancia permitida por el reglamento; los estímulos sensoriales proporcionados por la situación, y que contribuyen a que el atleta se forme una representación de la situación y el espacio de levantamiento junto con los procesos y contenidos del resto de sus subsistemas integradores; la preparación de sus manos y pies con magnesio y brea y los eventos psicofisiológicos que están involucrados en ello; los rituales previos a la preparación del levantamiento y la inspección y preparación de los implementos necesarios (de manera destacada la barra y la plataforma). La preparación de la posición inicial incluye la colocación frente a la barra y los rituales de previos a la adopción de la posición inicial.

Como podría esperarse, no todos los levantadores ejecutan secuencialmente estos eventos y posiblemente se salten algunos. Sin embargo, consideramos que la mayor parte de estos elementos están presentes en la mayoría de los levantamientos realizados en cualquier competencia, con todo y las numerosas excepciones que puedan presentarse.

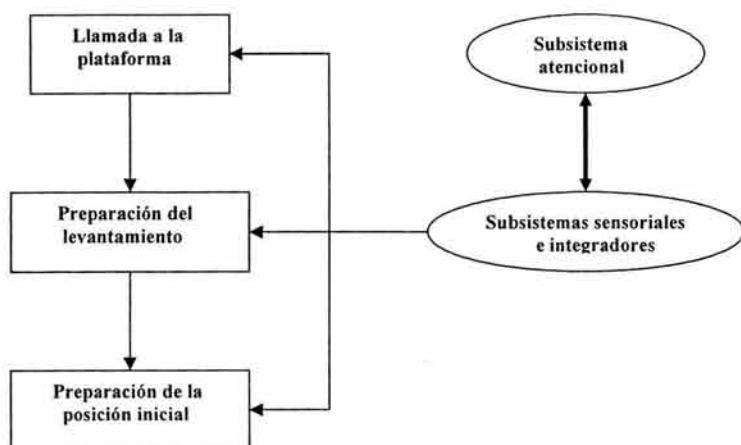


Diagrama 5-1.- Propuesta para un esquema de los eventos que ocurren en la primera parte de la situación competitiva del Levantamiento de Pesas y los subsistemas involucrados en ellos. Los criterios utilizados para la elaboración del diagrama, así como la participación destacada del subsistema atencional se exponen en el texto. Las flechas de derecha a izquierda indican que los subsistemas (en óvalos) influyen sobre los procesos (en rectángulos) que se esquematizan en los diagramas y discuten en el texto.

Ya hemos discutido lo que puede ocurrir cuando el atleta no está preparado para responder al llamado a la plataforma. Supongamos ahora el caso contrario: el entrenador ha

calculado adecuadamente el inicio y el fin del calentamiento y el atleta se encuentra preparado para responder al llamado a la plataforma. La respuesta al estímulo significativo que representa la voz del secretario requiere la discriminación adecuada de éstos sonidos entre todos los que se dan en el área de calentamiento, y para eso se requiere el funcionamiento adecuado de la red atencional anterior en la forma que se ha descrito en el capítulo 4. El atleta se incorpora y sale del área de calentamiento seguido por su entrenador.

Este momento de la situación competitiva es el más complicado de analizar, debido en gran parte a la gran cantidad y variedad de estímulos que actúan sobre el levantador. No solamente hay toda clase de estímulos visuales, auditivos y somatosensoriales bajo la forma de las instrucciones del entrenador, los sonidos y la vista del público, la disposición y características de la sala de levantamiento y los elementos que se encuentran en ella. Pero esto no es todo: recordemos que estos estímulos producen efectos sobre la conducta y la disposición de ánimo del levantador, ya sea a través del subsistema de memoria o del subsistema atencional. El estado emocional tiene también una importancia determinante y parece tener una interacción dinámica con el ambiente, porque los eventos externos pueden resultar por sí mismos elementos activadores de estados emocionales o pueden evocarlos a través del subsistema de memoria, con las consecuencias que hemos analizado en el capítulo 4. Pero también es posible que la activación que produce el subsistema emocional junto con el control del foco atencional favorezcan la atención a la tarea y contribuyan a bloquear la percepción de eventos externos perturbadores. Parece aceptable plantear que la manera en que funcionen los subsistemas y sus interacciones dinámicas dependen en gran medida del nivel de experiencia del levantador, su rutina de levantamiento y su capacidad de enfocar la atención en ella. A este respecto, hay atletas y entrenadores que señalan la utilidad de “no pensar en nada, pasar a levantar simplemente”, lo que resalta el amplio abanico de estilos de afrontamiento de la situación que pueden exhibir los pesistas.

Debido sus características de funcionamiento, consideramos que el subsistema atencional resulta determinante para la obtención de altos resultados competitivos no sólo en el Levantamiento de Pesas, sino también en muchos –si no es que todos– los deportes de ejecución máxima. Recordemos que las ejecuciones máximas exigen el funcionamiento óptimo de todos los subsistemas del organismo, y para obtener este grado de funcionamiento es necesario que el atleta ponga en juego todos sus recursos de procesamiento. Como hemos establecido en la sección correspondiente del capítulo 4, el subsistema responsable del enfoque de los recursos de procesamiento del sistema en una tarea determinada es el subsistema atencional. La función del subsistema atencional proporciona sustento psicofisiológico al consejo generalizado de los psicólogos deportivos, que insisten en la necesidad de entrenar la atención y dirigirla de manera estricta a la preparación de la tarea, a la rutina previa y sobre todo a los elementos críticos de la ejecución propiamente dicha (Weinberg y Gould, 1996. Pp. 387-417; Balagué, 1997. Pp. 184; Mora, García, Toro y Zarco, 2000. Pp. 85-104). Inclusive el lenguaje utilizado por los psicólogos del deporte, señalando la utilidad de estos procedimientos para “centrar” al deportista, hace referencia más o menos explícita a fenómenos atencionales. Es por todo esto que nosotros planteamos que el subsistema atencional tiene importancia decisiva en todas las etapas de la situación competitiva, e insistiremos en esto a lo largo de todo este capítulo y en los diagramas que utilizaremos en el análisis de la situación competitiva.

La importancia del control atencional resulta ahora muy clara para los entrenadores e investigadores de los países desarrollados, aún cuando sus componentes psicofisiológicos no estén bien comprendidos. Debido a esto se han desarrollado métodos para ayudar a los atletas a centrar la atención en la rutina previa a la ejecución y en el gesto deportivo adecuado (Balagué, 1997. Pp. 188). Sin embargo, en países como México, estos métodos e investigaciones no han trascendido a la generalidad de los atletas, entrenadores e instituciones que realizan investigación en psicología del deporte, por lo que su aplicación e implementación están muy restringidas a los pocos atletas y entrenadores que las conocen. El resto debe aprender a enfocar su atención por ensayo y error y a través de la experiencia adquirida en múltiples competencias; y existen muchos casos en que esto no se consigue de manera óptima.

Parece que el enfoque atencional depende inclusive de la exploración del local realizada por los atletas desde el primer contacto que tienen con el local donde se desarrolla la competencia. El análisis previo de los elementos de la situación competitiva y la disposición de los mismos permite incorporarlos al patrón de ejecución de la rutina previa almacenado en las áreas premotoras, por medio de la acción combinada de las áreas de asociación multimodal. Parece muy probable que este análisis involucre elementos aportados por todos los subsistemas sensoriales e integradores. La representación preliminar de la situación y la incorporación de esta información a las etapas de preparación y ejecución del levantamiento permitirían al atleta concentrar con mayor eficiencia sus recursos atencionales en la ejecución de la secuencia por medio de la red atencional anterior. Por otra parte, un análisis detallado de la situación competitiva podría presentar aspectos negativos para algunos levantadores. Si el atleta está enterado desde antes de pasar a realizar su primer intento de que la plataforma tiene salientes o agujeros por todas partes o que la barra es demasiado lisa puede conceder demasiada importancia a esos detalles y ver perturbada su ejecución por la pérdida del enfoque atencional. En otras palabras, las características "indeseables" de la situación competitiva pueden preocupar y perturbar al competidor de tal manera que le resulte difícil concentrarse en otros aspectos críticos de la secuencia de ejecución. En una competencia internacional y en los campeonatos nacionales de los países con alto nivel de desarrollo en el Levantamiento de Pesas resulta muy difícil que las condiciones de los implementos de competencia sean menos que óptimas, ya que los funcionarios de las Federaciones tienen el cometido específico de garantizarlas; además de que los competidores y entrenadores son muy conscientes de su importancia y las revisan escrupulosamente. Pero a juzgar por la evidencia anecdótica, no ocurre lo mismo en muchos campeonatos regionales e incluso en los nacionales de otras partes del mundo, y hay competencias en las que después de fallar un levantamiento muchos atletas se quejan de que las condiciones de los implementos no son adecuadas para las ejecuciones máximas. El que un atleta se vea afectado por estos factores puede depender de su experiencia previa, de su capacidad para afrontar las circunstancias adversas buscando soluciones alternativas (que incluyen la capacidad de controlar su activación emocional y apartar el enfoque atencional de las características de los implementos de competencia), y de su capacidad de adaptar estas circunstancias a su programación motora establecida. Es difícil sopesar la importancia relativa de cada uno de estos factores, pero debe recordarse que en cualquier caso, la pérdida del enfoque atencional y las activaciones emocionales intensas y perturbadoras causadas por la preocupación tienden a disminuir la disponibilidad de los recursos de procesamiento del levantador. Tanto, que las técnicas de intervención de los

psicólogos deportivos están enfocadas de manera muy importante al control de estos fenómenos perturbadores (Weinberg y Gould, 1996. Pp. 388; Mora, García, Toro y Zarco, 2000. Pp. 88). Además de reconstruir la situación competitiva e incorporar sus características a su programa motor, el levantador debe enfocar su atención a la tarea propiamente dicha. Pero esto puede resultar complicado en el caso de que sus sensaciones de ansiedad o preocupación sean muy intensos, ya que la activación del sistema nervioso autónomo produce una diversidad de sensaciones internas muy desagradables para muchos atletas y acaparan su foco atencional (ver capítulos 1 y 4). En estas condiciones puede ser muy difícil concentrar los recursos atencionales disponibles en la ejecución de la secuencia. Por ello, muchos atletas de alto nivel se entrenan en diversas técnicas de relajación y control de la atención con el fin de disminuir la intensidad de la activación emocional y concentrarse en la secuencia de ejecución. Estas técnicas incluyen la relajación muscular progresiva, el control de la respiración, la respiración diafragmática y la visualización (Bakker, Whiting y Van der Brug, 1993. Pp. 136-162; Weinberg y Gould, 1996. Pp. 300-417; Balagué, 1997. Pp. 184-192; Mora, García, Toro y Zarco, 2000. Pp. 85-154). Los atletas y entrenadores de países desarrollados conceden actualmente mucha atención al dominio de estas técnicas.

Volvamos al momento en el que el atleta sale al escenario de competencia. Es posible que en esta etapa muchos atletas avanzados estén ya plenamente concentrados en la secuencia de acciones que van a ejecutar. Para ellos, las instrucciones que el entrenador proporciona pueden actuar de diversas maneras. Quizá formen parte integral de la secuencia y pueden tener el papel de centrar al atleta en aspectos específicos de la ejecución. Ahora bien, puede ser que algunos atletas ya no presten atención a las indicaciones, ya sea porque su atención está plenamente enfocada en lo que van a hacer o porque su activación emocional o motivacional sea tal que acapare sus recursos atencionales. Es muy difícil precisar cuál de estas situaciones se presenta con más frecuencia y en qué clase de levantadores. Se podría pensar que los levantadores expertos ya no atienden a las instrucciones del levantador, pero como se ha indicado, tal vez estas le ayuden a centrar su atención en aspectos específicos de la tarea; como contraparte se podría pensar que los levantadores novatos prestan mayor atención a las instrucciones porque no saben todavía muy bien a qué aspectos de la ejecución deben atender durante el levantamiento, pero también podría ocurrir que estuvieran demasiado inquietos o preocupados para prestar atención a las instrucciones. Más no se puede decir sin caer en terrenos meramente especulativos. Es posible que todas estas posibilidades (y otras que no hemos considerado) se presenten de acuerdo con las características de procesamiento y la historia previa del levantador.

Uno de los rituales más llamativos para el público que acude a ver competencias de Levantamiento de Pesas son los golpes que el entrenador proporciona al atleta antes de dejarlo partir a la plataforma de levantamiento. En competencias de alto nivel, este golpe es sustituido con frecuencia por la inhalación de amoníaco u otra sustancia de aroma fuerte permitida por el reglamento. El valor de este ritual ha sido cuestionado en ocasiones, pero resulta de lo más común en todas las competencias de Levantamiento de Pesas independientemente de su nivel o importancia. Incluso se sabe que hay muchos levantadores que piden a sus entrenadores que los golpeen con más fuerza antes de salir a la plataforma de levantamiento. **Nosotros consideramos que este ritual puede tener implicaciones psicofisiológicas muy importantes. En principio, el golpe en sí mismo es**

un estímulo doloroso que puede activar centros hipotalámicos y producir activación simpática, con su correspondiente liberación de neurotransmisores, aumento del tono cortical y activación de la red atencional de vigilancia, fenómenos éstos que pueden facilitar la ejecución de la tarea según se ha discutido anteriormente (ver capítulos 1 y 4). En segundo lugar, al formar parte de la secuencia de eventos que intervienen en la ejecución, este ritual funcionaría como elemento de enfoque atencional, ayudando al atleta a ubicarse y preparar los pasos siguientes de la secuencia. En tercer lugar, el estímulo puede desviar (desenganchar) el enfoque atencional de las sensaciones internas del atleta relacionadas con el nerviosismo, la ansiedad, y pensamientos y emociones ajenas a la tarea, obligándolo a concentrarse en el estímulo doloroso y la activación simpática resultante. El mecanismo de la inhibición de retorno impediría además por unos segundos que el atleta pudiera volver a prestar atención a estos eventos internos. En principio, todos estos fenómenos pueden darse de manera simultánea en un solo levantador. Ahora bien, las observaciones informales y la evidencia anecdótica muestran que no todos los atletas reaccionan favorablemente a este tipo de estimulación. Hay quienes no lo toleran, sobre todo al principio de su carrera competitiva. Los pesistas y los entrenadores suelen decir que los golpes ayudan a “encenderse”, “enojarse” o “a concentrarse en lo que van a hacer”, pero si analizamos estos comentarios nos daremos cuenta de que esto implica que el atleta tenga plena conciencia del papel activador, motivador o “ayudador” de esta estimulación. El cómo se logra esta comprensión es otro tema de estudio interesante y complicado, porque el atleta no debe ver los golpes como una agresión y debe ser capaz de enfocar la estimulación resultante en la tarea que va a ejecutar. Hemos visto casos de atletas (hasta ahora sólo en novatos) que se enojan con su entrenador o el asistente que los golpea y que han tratado de devolver el golpe. Es evidente que en estos casos el golpe ha sido tomado como una agresión, y no como un elemento de la secuencia o un estímulo activador. También hemos visto casos de atletas que se olvidan de la secuencia y se frotan las partes golpeadas (algunas mujeres se han puesto a llorar). Aquí se puede plantear que la estimulación ha sido excesiva o que el atleta no ha sido capaz de procesar la estimulación dolorosa para convertirla en agente facilitador de la tarea. Así que parece que el logro del resultado que se desea de esta estimulación depende de la historia previa del atleta (sus contenidos de memoria, especialmente los relacionados con recuerdos emocionales), su tolerancia al dolor, su capacidad para controlar su enfoque atencional y su habilidad para incorporar esta estimulación en la función de su subsistema de programación motora. Es interesante hacer notar (y esto se presenta también como tema de estudio) que la estimulación por golpeo parece presentarse menos en el caso de las mujeres levantadoras (por lo menos en México).

Ya hemos abordado el papel de los subsistemas sensoriales, integradores y las áreas de asociación multimodal en la construcción de la representación de la situación competitiva. Como tema de estudio, es uno de los más interesantes y complejos, pues es difícil mencionar un subsistema del organismo que no intervenga la formación de esta representación o que no contribuya a determinar la manera en la que el atleta va a comportarse de acuerdo a ella. En principio, en la situación competitiva cualquier estímulo podría actuar como distractor, ya sea de manera directa (atrayendo la atención) o indirecta (evocando recuerdos y emociones que actúen a su vez como distractores por medio de los mecanismos que se han comentado en secciones anteriores), o incluso alterando el programa motor por la puesta en juego de mecanismos compensadores (como en el caso de

que se utilicen unos zapatos demasiado bajos o de que se detecten protuberancias o agujeros en la plataforma). La naturaleza de las perturbaciones producidas por los estímulos externos puede ser muy compleja. Como ya se anotó, en muchos casos el estímulo no es en sí mismo distractor, pero la naturaleza de las interacciones que provoca entre los subsistemas sí pueden actuar como mecanismo perturbador, como los casos ya expuestos de la apariencia de la pesa o unos zapatos de altura inadecuada (ver anexo, capítulo 4 y secciones anteriores del presente capítulo). Aquí debemos resaltar que las amplias interconexiones entre los elementos que integran los subsistemas y el hecho de que una estructura puede estar involucrada en más de una función o subsistema proporcionan, en ausencia de estudios empíricos, un sustento anatómico y funcional de la naturaleza, la complejidad y el potencial perturbador de estas interacciones. Por ejemplo, el hecho de que el subsistema visual posea conexiones con áreas prefrontales y éstas a su vez con el área límbica proporciona una relación anatómica entre estas estructuras; los resultados de los estudios realizados con técnicas de electrofisiología e imagenología en los que se ve la coactivación de estas áreas en múltiples tareas, junto con los estudios en pacientes y animales con déficits producidos por lesiones proporcionan un sustento funcional para plantear la manera en que un evento captado por los subsistemas sensoriales puede desencadenar recuerdos, activación motivacional o reacciones emocionales profundas y cómo pueden afectar una tarea o una secuencia de procesamiento. El atleta está sujeto a esta representación que él mismo elabora de la situación competitiva y a la influencia que puedan tener sobre su sistema la enorme cantidad de eventos externos que pueden presentarse, y debido a eso resaltaremos una vez más la capacidad, la experiencia y el entrenamiento que tiene cada uno para descartar los potenciales eventos perturbadores a través del control de su enfoque atencional y de sus propios mecanismos de activación emocional. El control atencional no sólo permitirá al levantador concentrar los recursos de procesamiento en la secuencia que se ha de realizar, sino que disminuirá la probabilidad de verse afectado por estímulos irrelevantes o perturbadores, sean directos o indirectos. Al respecto apuntaremos la importancia del “fogueo” o participación de los atletas en la mayor cantidad posible de competiciones. El valor del fogueo apenas se cuestiona entre los atletas y entrenadores, y en cambio sí notan el perjuicio de tener pocas competencias o muy espaciadas en el tiempo. En el capítulo 2 hemos planteado que por regla general sólo una competencia durante el año de entrenamiento resulta verdaderamente relevante en términos competitivos, pero es muy raro que los atletas y especialmente los que están en sus primeros años tengan una sola competencia al año. Lo normal son de tres a cinco, e incluso más. Al parecer, la exposición repetida a situaciones competitivas permite al levantador acostumbrarse y desenvolverse adecuadamente en ellas. En términos psicofisiológicos, la participación repetida en competencias permitiría enriquecer los contenidos del subsistema de memoria, y así la construcción de la representación de la situación competitiva se realizaría de manera cada vez más automática, empleando menos recursos de procesamiento, como cualquier otra conducta que se aprende y se practica. Incluso es posible que estas representaciones acaben por integrarse por lo menos parcialmente al programa motor a través de los mecanismos de almacenamiento de memoria a largo plazo en las áreas premotoras, suplementarias, la corteza motora primaria y en el resto de las estructuras involucradas en el control motor (ver capítulo 4), y sería posible dada la similitud de las características generales de la situación competitiva. Por otra parte, las competencias proporcionan la mejor oportunidad para practicar los mecanismos de control atencional y emocional (recordemos que la recuperación de recuerdos, sobre todo los que

dependen de la memoria procedimental, se facilita cuando la situación es similar a aquella en la que se aprendió), y la práctica diaria, aunque resulta valiosa, tiene la desventaja de realizarse en una situación muy distinta a la verdadera situación competitiva.

La siguiente tarea significativa consiste en preparar el cuerpo y los implementos necesarios para levantar. En general, en esta etapa el atleta se ajusta el cinturón de levantamiento (si es que lo utiliza) y se pone en las manos y los pies la cantidad de magnesía y brea que considere suficiente. Una vez más, lo que el atleta considere suficiente depende de su experiencia previa, de sus preferencias personales y muy posiblemente también del peso que vaya a levantar y la textura de la barra y la magnesía. Aunque no conocemos estudios al respecto, la observación informal parece indicar que el atleta pasa más tiempo ajustando su cinturón y preparando sus manos y pies cuando va a realizar los levantamientos más pesados, y parece haber razones importantes para ello. Suponiendo que el cinturón resulte adecuado y la textura de la magnesía le parezca aceptable, una mayor cantidad de magnesía permite secar adecuadamente el sudor de las manos y obtener una sujeción más firme. Se han observado levantadores que después de preparar sus manos con magnesía llevan una cantidad adicional para ponérsela directamente a la barra. Desde el punto de vista del levantador, una sujeción más firme reduce las probabilidades de que la barra se salga de las manos en los momentos de mayor aplicación de fuerza. Algo similar puede decirse en el caso del ajuste del cinturón: como el cinturón eleva la presión intraabdominal y permite mantener la columna vertebral más rígida durante el levantamiento, utilizar el cinturón más apretado reduciría (una vez más, desde el punto de vista del atleta) las probabilidades de que el peso lo venza, además de proteger su espalda. Por supuesto, todas estas son percepciones subjetivas del atleta que en principio podrían ser refutadas por estudios sistemáticos, pero recordemos una vez más que lo importante es la percepción individual: hay atletas que utilizan mucha menos magnesía e incluso prescinden del cinturón y la brea, y esta percepción depende como las demás de la experiencia previa y las características de los subsistemas integradores y sensoriales del levantador. La información previa sobre la textura de la barra y la magnesía también puede influir, inclusive modificando los umbrales de sensibilidad de los receptores (ver capítulo 4). Si el atleta juzga que la textura de la magnesía o la barra no son adecuadas puede optar por ponerse más hasta que su percepción se ajuste a lo que considera ideal. Como ya se comentó en el capítulo anterior, los receptores involucrados en la percepción de la textura proporcionarían una señal que puede ser comparada con los registros de memoria, y el atleta puede continuar poniéndose magnesía hasta que la señal de referencia coincida con la que le proporcionan sus receptores. ¿Qué ocurriría si el atleta no consigue la señal deseada? Podría optar por modificar su patrón motor, tal vez empleando mayor fuerza en el agarre y ajustando la posición de sus manos y dedos de manera que pueda tener un agarre más firme. Por otra parte, hemos conocido casos de atletas que justifican alguna falla invocando precisamente la textura inadecuada de la barra o la magnesía (ver anexo). En estos casos, siempre puede existir la duda de si el atleta verdaderamente falló su intento por las consecuencias derivadas de este hecho o si está buscando cualquier excusa para justificar su falla. También es posible que el simple hecho de colocarse el cinturón o cierta cantidad de magnesía forme parte del programa motor y tenga la utilidad de ayudar al atleta a disminuir la ansiedad y enfocarse en la tarea.

Los rituales previos a la preparación del levantamiento son de lo más variado, pero parecen tener un papel importante en el desempeño del atleta en la situación competitiva. Bajo la etiqueta de rituales previos se incluyen conductas tan distintas entre sí como gritar, vocear, tomar varias inspiraciones profundas, ajustarse la ropa de levantamiento, santiguarse, saltar o inclusive plantarse ante la barra y hacerla girar con el pie o la mano. Estos rituales son muy comunes y parecen ser bastante constantes en cada levantador, aunque no hemos encontrado estudios que confirmen esto último. Es probable que los rituales formen parte de la secuencia programada, y si esto es así tendrían el importante papel de centrar la atención del deportista, activando de paso a los mecanismos de reducción de la ansiedad controlados por la red atencional anterior. La aparente constancia de los rituales parece proporcionar algún sustento a esta apreciación, así como el hecho también aparente de que son muy pocos los levantadores que no realizan estos rituales en algún momento de la secuencia.

La utilidad y el significado de la inspección de la barra y la plataforma ya han sido discutidos en parte en secciones anteriores. El escrutinio sensorial de la plataforma permite detectar aquellos puntos de la plataforma en los que la estabilidad de la posición durante el levantamiento podría verse comprometida. Por supuesto, si la plataforma está llena de agujeros o protuberancias la tarea del levantador podría verse complicada sobremanera. Tal situación es bastante rara inclusive en eventos estatales o nacionales de países con poca tradición en Levantamiento de Pesas, puesto que los atletas y entrenadores están conscientes de la desventaja que implica una plataforma en malas condiciones, y cuando se enfrentan a esta situación protestan o inclusive se niegan a llevar adelante la competencia. Sin embargo, es bastante menos raro que la plataforma esté en malas condiciones justo en el sitio en que el levantador está acostumbrado a colocar la barra. Se podría pensar que cualquier ubicación de la barra en la plataforma sería equivalente, pero la evidencia anecdótica no parece confirmar esta opinión. Resulta llamativo ver en la mayoría de las competencias que los levantadores acomodan la pesa en el sitio de la plataforma que les parece más adecuado, y algunos dan muestras de contrariedad cuando la barra no se queda en la ubicación que ellos desean. Ya esto debería ser suficiente para conceder atención a este problema. Es posible que la ubicación de la barra en la plataforma represente un factor fuertemente incorporado al programa motor del levantador. A esto se agrega el hecho de que muchos pesistas conocen el tipo de fallas técnicas que suelen exhibir al realizar un levantamiento y la manera en que tendrán que desplazarse por la plataforma para contrarrestarla. Por ejemplo, un atleta que sepa que sus deficiencias técnicas en el segundo jalón hacen que la barra se proyecte hacia delante acomodará la barra en el centro o inclusive cerca del borde posterior de la plataforma, para contar con el espacio suficiente para realizar los movimientos compensatorios necesarios y evitar que se le caiga la pesa. Por supuesto, si las condiciones de la plataforma no permiten acomodar la barra en el sitio requerido, el levantador puede sentirse incómodo y su enfoque atencional se verá desviado de la ejecución propiamente dicha. Respecto a lo que se ha discutido en este párrafo, vale la pena apuntar que no todos los levantadores se ven incomodados por esta situación o por lo menos no demuestran que estos factores los afecten antes de iniciar su levantamiento. Sería interesante estudiar si esto se debe a su control atencional, a la flexibilidad de adaptación de su programa motor, a su subsistema de programación motora o al hecho de que sean conscientes de que su técnica es tan buena que prácticamente no requieren ningún desplazamiento en sentido horizontal,

incluso en intentos con pesos máximos. Respecto a las características de la barra, ya se discutió en la sección sobre el subsistema somatosensorial del capítulo 4 y en párrafos anteriores de éste capítulo la manera en que el grosor del tubo o la textura del moleteado afectan el agarre, el patrón motor durante la ejecución y el enfoque atencional del levantador (véase).

Una vez realizado lo anterior, el levantador comienza a prepararse para adoptar la posición inicial propiamente dicha. Para este momento el atleta ha acomodado ya la barra en el lugar ideal de la plataforma, preparó sus manos y pies para el levantamiento y ha efectuado las acciones necesarias para enfocar su atención en el levantamiento propiamente dicho. Ahora el atleta se coloca frente a la barra y está listo para adoptar la posición inicial. Bolliet, Collet y Dittmar (2000) han propuesto, por medio de sus estudios de la actividad neurovegetativa de levantadores de élite, que hay dos etapas claramente distinguibles, anteriores a la adopción de la posición inicial: 1) la colocación del atleta frente a la barra y; 2) la puesta de las manos sobre la barra, y que ambas correlacionan fuertemente con eventos fisiológicos controlados por la red atencional de vigilancia y el resto de los mecanismos activadores del organismo. Los investigadores detectaron un incremento general de la vigilancia al colocarse el atleta frente a la barra y un incremento generalizado del estado de activación cuando el atleta pone las manos sobre la barra y las correlacionaron con el enfoque atencional y aspectos cognitivos específicos que se piensa que se dan en esta primera etapa. Según estos autores, el levantador ocuparía la primera etapa para enfocar su atención en aspectos técnicos del levantamiento (tal vez representándolo mentalmente) y en la segunda etapa se incrementaría el estado general de activación. Los autores trabajaron con atletas que realizaban intentos submáximos de Arranque (90-95% de su record personal), pero en las condiciones del laboratorio, que son mucho más parecidas a las del entrenamiento diario que a las de la competencia. Es posible que los levantadores más experimentados incrementen su enfoque atencional ya desde el momento en que salen a la plataforma cuando se encuentran en una en la situación competitiva, y también que vayan formando una representación del movimiento (posiblemente somatosensorial) desde que están preparándose para levantar. Lo que los autores toman como un reflejo de la actividad cognitiva del levantador (el incremento fásico de variables neurovegetativas) también puede deberse al incremento de la activación simpática mediada por factores emocionales, que resultan mucho más importantes en una competencia que en una situación experimental de laboratorio. Por otro lado, los rituales previos al levantamiento pueden ayudar a centrar la atención del levantador en la forma que se ha descrito (los rituales previos al levantamiento no fueron reportados ni atendidos en el estudio de Bolliet, Collet y Dittmar). De cualquier manera, sí resulta evidente que al colocarse frente a la barra el atleta exhibe un aumento fásico de variables neurovegetativas como el latido cardíaco y estas pueden reflejar eventos atencionales, cognitivos y emocionales. Una vez que el levantador comienza a preparar el agarre inicia la adopción de la posición inicial propiamente dicha.

En este momento estamos entrando ya al análisis del levantamiento propiamente dicho. El diagrama 5-2 ilustra las etapas de ejecución de la modalidad de Arranque y los diagramas del 5-3 al 5-7 muestran los eventos motores que ocurren durante la ejecución del cada una (los eventos motores reflejados en los diagramas están basados en los análisis de composición motora del Arranque realizados por L. Sokolov citados en Cuervo y González,

1991. Pp. 26 y 34; y en las descripciones de los movimientos elaboradas por C. Cuervo y A. González), mientras que los diagramas del 5-8 al 5-17 muestran los eventos que ocurren en la ejecución del Envión. Para evitar repeticiones que prolongarían más la exposición, vamos a hacer algunas consideraciones generales sobre los sucesos que ocurren en el movimiento y la forma en que actuarían los subsistemas que pensamos que tienen una participación más destacada.

Como se ha puesto de relieve a lo largo del trabajo, partimos de la consideración de que los eventos anteriores al levantamiento, desde el entrenamiento hasta los rituales previos a la ejecución tiene influencia directa o indirecta sobre el levantamiento en sí mismo, y que esta puede ser parcialmente aminorada por el enfoque atencional de la manera que se ha expuesto en párrafos y capítulos anteriores. Durante el levantamiento, aunque el atleta siga expuesto a todo tipo de señales externas, su respuesta a cualquiera de ellas se ve seriamente condicionada, porque sus recursos de procesamiento se emplean en la ejecución propiamente dicha. A nuestro juicio, el atleta reduce mucho su sensibilidad a perturbaciones externas desde el momento en que efectúa el despegue de la barra. Tomando esto en cuenta, no nos ocuparemos más del análisis de los eventos sensoriales externos que pueden perturbar el levantamiento. El enfoque de la atención parece decisivo durante las todas las etapas de la ejecución, porque permite enfocar todos los recursos de procesamiento en el programa motor, en los eventos sensoriales necesarios para regularlo, y en la corrección de las perturbaciones ocasionadas por una ejecución técnica deficiente, independientemente del motivo que la desencadene.

Debe tomarse en consideración que los levantamientos duran muy poco tiempo, y que hay razones técnicas, físicas, biofísicas, biomecánicas y energéticas para que esto sea así (ver capítulo 1). Hay muy poco margen para la intervención de mecanismos cognitivos complejos en estas conductas que duran entre 2 y 9 segundos a lo sumo, y el levantador tampoco puede desviar su foco atencional para estar considerando cada paso que va a dar o la manera en que lo va a dar. Resulta necesario un alto grado de automatización en la tarea, tanto en lo que se refiere a los patrones motores como a los mecanismos de retroacción y corrección de errores. Basta una mirada a cualquiera de los esquemas para darse cuenta de la gran cantidad y la enorme complejidad de los eventos que ocurren en cada etapa del levantamiento, y pensemos en lo que ocurriría si el atleta debe considerar (aunque sea de manera inconsciente, signifique lo que signifique esto) cada uno de los pasos que debe dar al realizar el levantamiento. Además, tal cosa no es necesaria: ya vimos en la sección correspondiente del capítulo 4 que el subsistema de programación motora se encarga de controlar la secuencia y la temporalidad de los movimientos y procesos que garantizan la ejecución adecuada de una tarea, así como de adaptarla muy rápidamente a las circunstancias medioambientales cuando está lo suficientemente automatizada.

En los esquemas del Arranque y el Envión que aquí presentamos hemos considerado también la importancia de los subsistemas visual, vestibular y somatosensorial. Nos parece que estos subsistemas tienen en su conjunto dos funciones fundamentales: 1) proporcionar la información necesaria para el control del equilibrio y la postura, y 2) detectar las perturbaciones de las mismas, ya sea que hayan sido producidas por desplazamientos inadecuados, por alteraciones en la trayectoria de la barra o por eventos externos, como imperfecciones detectadas en la plataforma. En el capítulo 4 expusimos la manera en que

los subsistemas vestibular y visual trabajan coordinadamente en el control del equilibrio por medio de reflejos vestibulooculares y vestibulocervicales, los cuales implican la fijación de la mirada y cuál podría ser el papel de los mismos en el Levantamiento de Pesas. Los pesistas no suelen realizar sus intentos con los ojos cerrados, ya que de hacerlo se privarían de un importante elemento de control postural (tampoco se tiene noticia hasta hoy de un levantador de pesas de élite que haya sido ciego). Las características del subsistema vestibular le permiten proporcionar información adicional para el control del equilibrio de manera más rápida que el subsistema visual. Esto puede ser especialmente importante en partes de la secuencia en las que no parece haber un punto de fijación visual bien definido, como en la etapa del saque en el Envión. Los mecanismos de corrección de perturbaciones de la postura proporcionados por el subsistema vestibular (reflejos vestibuloespinales) se pueden poner en operación antes de que el subsistema visual llegue a detectar la perturbación de la postura. También resulta fundamental el subsistema somatosensorial, especialmente en sus submodalidades de propiocepción y cinestesia. Como lo anotamos en la sección correspondiente del capítulo 4, los husos musculares, los órganos tendinosos de Golgi y los receptores articulares suministran información rápida sobre la tensión, la posición y el movimiento de todos los segmentos corporales y proporcionan mecanismos de control y corrección postural a todos los niveles del encéfalo y la médula espinal, por lo cual son capaces de detectar alteraciones de la postura incluso en ausencia de estimulación vestibular y visual. Un ejemplo lo constituyen las situaciones en que la barra se va ligeramente para adelante, alterando apenas la posición de los brazos (como en el caso ya analizado durante la ejecución del desliz del Arranque, véase la sección sobre el subsistema somatosensorial en el capítulo 4). Entonces, los tres subsistemas parecen actuar en conjunto y en algunas situaciones individualmente en el control de la postura y la corrección de las alteraciones y perturbaciones del movimiento, aunque puede ser que la separación de su accionar durante la realización de movimientos complejos resulte artificial y posiblemente improductiva para los fines del presente trabajo, por lo cual se considerará a los tres como una sola red de control de la postura. El subsistema somatosensorial actúa también en la percepción del peso y la aceleración de la barra por medio de la información proporcionada por los husos musculares (detectan el estiramiento muscular), los órganos tendinosos de Golgi (reflejan la tensión global de los músculos), los receptores articulares (detectan la posición y la aceleración de las articulaciones) y los corpúsculos de Paccini, sobre todo los que se ubican en la planta del pie (deformación de los tegumentos producida por el peso). Estos últimos podrían detectar también las imperfecciones leves de la plataforma.

El subsistema emocional podría estar muy involucrado en los momentos críticos del levantamiento, especialmente en la modalidad de Envión y sobre todo en los intentos más pesados. Ya se ha discutido en el capítulo 4 que la disposición de ánimo del atleta resulta muy importante, especialmente durante la ejecución de levantamientos máximos; porque la activación emocional proporciona vías secundarias para la activación del tono cortical y las redes atencionales. En el ambiente del Levantamiento de Pesas se tienen catalogados a algunos levantadores como “grandes competidores, que se crecen ante la presión y pelean con todo en los intentos más difíciles”; y también en el capítulo 4 hemos considerado una manera en la que este tipo de atletas podrían utilizar la activación emocional en su favor. Por otro lado la activación simpática producida por la activación emocional también puede actuar como elemento perturbador para muchos levantadores y perjudicar su ejecución, en caso de que no sepan o no puedan controlar sus reacciones fisiológicas al desviar de ellas su

enfoque atencional. Estos atletas son catalogados como “nerviosos e inseguros ante la competencia y los levantamientos pesados”, y suelen fallar los levantamientos decisivos. Parecen perder la concentración y exhiben fallas técnicas repentinas, impropias de su nivel en los momentos críticos del levantamiento; principalmente en el segundo jalón y el desliz del Clean y el Arranque, y en la semiflexión y el saque del Jerk. Parece posible explicar una parte considerable del mecanismo de esta clase de fallas atendiendo a la falta de control del atleta sobre las activaciones potencialmente perturbadoras de su subsistema emocional, especialmente cuando ha realizado en su gimnasio ejecuciones exitosas con el peso que ha fallado en competencia; o cuando parece que sus posibilidades de ejecución son superiores a las que requiere el levantamiento que no consiguió realizar. La falla del atleta para concentrar sus recursos de procesamiento en los momentos críticos de una ejecución máxima, que exige la concentración plena y la puesta en juego de muchos subsistemas trabajando de manera óptima y en el momento preciso conducirá al atleta al fracaso competitivo; aún cuando sus recursos físicos y psicofisiológicos parezcan estar por encima del nivel necesario para realizarla. Estas consideraciones puede resumirse en la pregunta: ¿de qué sirve tener todos los recursos para realizar una tarea difícil si no pueden ser puestos en juego en el momento en que se los necesita?, o como un entrenador podría decirle a su atleta en términos coloquiales: “¿de qué sirve que tengas la fuerza si no te puedes concentrar en lo que haces?”. Tomando todo esto en consideración, proponemos que el subsistema emocional tiene una importancia decisiva en la ejecución de los levantamientos, especialmente en los momentos donde la percepción del peso es mayor y donde se requiere forzar hasta el límite los recursos físicos del levantador (en el primer jalón y el desliz del Arranque y el Clean; además del saque y el desliz del Jerk).

Posición inicial del Arranque (diagrama 5-3).

En el diagrama se muestran los elementos motores y algunos de los eventos psicofisiológicos aparentes de la posición inicial del Arranque. La adopción de la posición inicial implica la preparación de la posición del cuerpo para realizar el esfuerzo necesario y levantar el peso. La duración de esta etapa es variable: hay pesistas que realizan muy rápidamente la preparación de su posición inicial, mientras que otros revisan su agarre, se acomodan, cierran los ojos y vuelven a revisar varias veces el agarre antes de iniciar el levantamiento. La duración de esta preparación y la adopción de la posición inicial está determinada en parte por el tiempo del que dispone el atleta para realizar su levantamiento. En el capítulo 6 se hacen algunas consideraciones acerca de las estructuras que parecen estar involucradas en la percepción del tiempo disponible para iniciar el levantamiento. Esta parece ser la etapa del levantamiento en la que el atleta es más susceptible a perturbaciones ambientales de todo tipo, especialmente si no concentra su atención en la secuencia hasta unos momentos antes de iniciar el levantamiento. Como puede verse, algunos de los eventos motores considerados en el diagrama se superponen a los que han sido descritos al considerar la preparación de la posición inicial. Esto muestra la dificultad que existe para separar las secuencias de eventos en estas primeras etapas, considerando la enorme variabilidad de las maneras y rituales que emplean los levantadores en la preparación de sus levantamientos. La conservación del equilibrio representa una consideración importante, ya que la mayoría de los desplazamientos que realiza el atleta se dan sobre el plano vertical y requiere la adecuada participación de los subsistemas

involucrados en el control del equilibrio y la postura y debe estar integrada al programa motor de la secuencia para realizarse de manera automática. Vale la pena considerar también que el ajuste del agarre requiere información somatosensorial que puede haber sido proporcionada por su inspección anterior de la pesa, por los otros atletas y ello podría condicionar su percepción de las características del moleteado de la pesa y la firmeza de su agarre. El peso a levantar parece influir también en el tiempo que pasan algunos atletas ajustando su agarre, ya que un peso mayor es más difícil de acelerar y resulta más complicado que los músculos flexores de los dedos resistan el tirón producido por la fuerza de reacción de la pesa. Pensamos que la fijación de la mirada al frente tiene el importante papel de proporcionar al atleta un punto de referencia que permita el ajuste de sus reflejos vestibulooculares y vestibulocervicales para proporcionar una señal de retroacción que facilite el control del equilibrio a lo largo de la ejecución (ver capítulo 4). El uso de la arrancada dinámica requiere la conservación del equilibrio en la realización de los movimientos preparatorios y posiblemente un pleno control del foco atencional en la ejecución, ya que los movimientos se realizan sin solución de continuidad con el primer jalón.

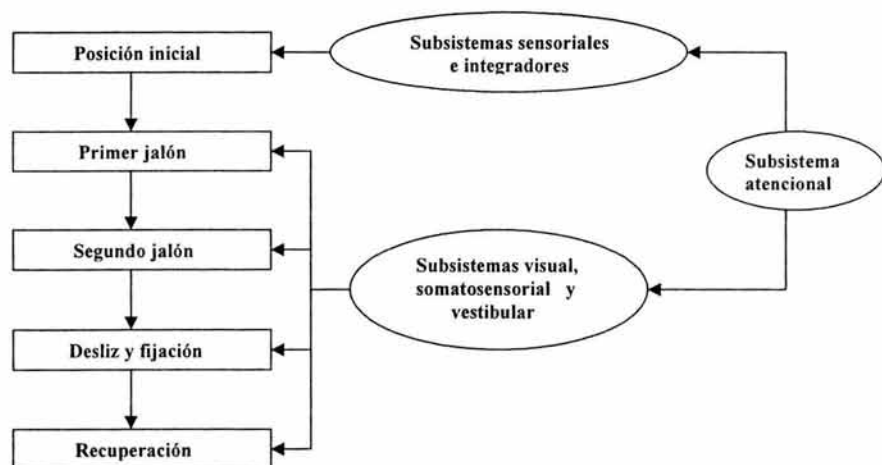


Diagrama 5-2.- Secuencia del Arranque. Los cuadros muestran las etapas del levantamiento y los óvalos los subsistemas que se propone que tienen una participación más destacada en el control del levantamiento. El desglose de los momentos específicos de la secuencia se realiza en los diagramas 5-3 a 5-7. Proponemos - que el subsistema atencional mantiene enfocados los recursos de procesamiento en la ejecución, es decir, a a todos los demás subsistemas sensoriales e integradores. Se destaca la participación de los subsistema vi - sual, somatosensorial y vestibular por su acción combinada en el control de la postura, el equilibrio, la ci - nestesia y la percepción del peso.

Primer jalón de Arranque (diagrama 5-4).

A partir de este momento el atleta ya está involucrado de lleno en la realización de la secuencia motora y consideramos que para que tenga un desempeño adecuado el foco atencional debe estar funcionando de manera muy específica sobre la tarea. A partir de este momento, el programa motor del atleta debe permitirle manejar de manera bastante automatizada los elementos técnico-motores del levantamiento y permitirle obtener una trayectoria racional de la barra. En caso de que el programa motor no sea adecuado (esto es, que no se hayan eliminado las dificultades técnicas) o que los elementos de control del movimiento del subsistema de programación motora no funcionen correctamente se pueden producir fallas técnicas graves, con alteraciones serias en la trayectoria de la pesa y la consiguiente falla del levantamiento, tanto en ésta como en todas demás etapas del Arranque y el Envío. Los elementos especialmente importantes en esta etapa son la percepción del peso y la entrada de las rodillas bajo la barra. Este último elemento es parte del programa motor y resulta crítico para obtener las condiciones de equilibrio óptimas en la realización del segundo jalón (capítulo 1). La percepción de peso también resulta fundamental, pues si el atleta percibe la barra como “demasiado pesada”, tiende a realizar ajustes compensatorios, como apretar más el agarre o extender demasiado las piernas, lo cual suele modificar el patrón motor en detrimento de la trayectoria de la barra. Como se ha anotado en párrafos anteriores, el subsistema emocional podría también jugar un papel destacado en esta etapa crítica del levantamiento.

Segundo jalón de Arranque (diagrama 5-5).

Es la etapa más rápida de todo el levantamiento, y como puede apreciarse en el diagrama, consiste principalmente en eventos motores automatizados y coordinados por las estructuras del subsistema de programación motora. La mayoría de las fallas técnicas que se presentan en esta etapa parecen ser resultado de la automatización de patrones motores inapropiados, como proyectar los brazos hacia el frente en vez de que sigan la línea de los codos hacia arriba. Un dato que parece prestar algún apoyo a esta hipótesis es que muchos de estos errores se presentan de manera consistente, independientemente del peso de la barra y la situación en que se levante. A nuestro juicio, los procesos emocionales y atencionales de esta etapa están determinados en gran parte por lo ocurrido durante el primer jalón: si el enfoque atencional y emocional del atleta ha sido adecuado durante el primer jalón, parece muy probable que lo siga siendo durante el segundo, ya que no existe solución de continuidad entre ambos movimientos. Parece plausible la idea de que si el atleta no ha sido capaz de emplear sus recursos de procesamiento de manera adecuada durante el primer jalón, menos podrá hacerlo en el segundo jalón, momento en el cual debe imprimir a la barra la mayor aceleración.

Desliz del Arranque (diagrama 5-6)

En esta etapa vemos que hay también una gran cantidad de componentes motores automatizados, y pensamos que están sujetos a las mismas consideraciones que apuntamos al discutir los movimientos automatizados del segundo jalón. Consideramos que si el movimiento no resulta técnicamente adecuado, con mucha frecuencia será porque el atleta está acostumbrado a realizarlo de esa manera, aunque como vimos los factores emocionales

y atencionales pueden afectar los patrones técnicos del levantamiento durante el primer y segundo jalón. A este respecto debemos tomar en cuenta que los movimientos del desplante y la flexión de piernas y brazos se realizan con percepción mínima del peso, debido a que la barra sigue su viaje hacia arriba mientras el atleta se desplaza hacia abajo.

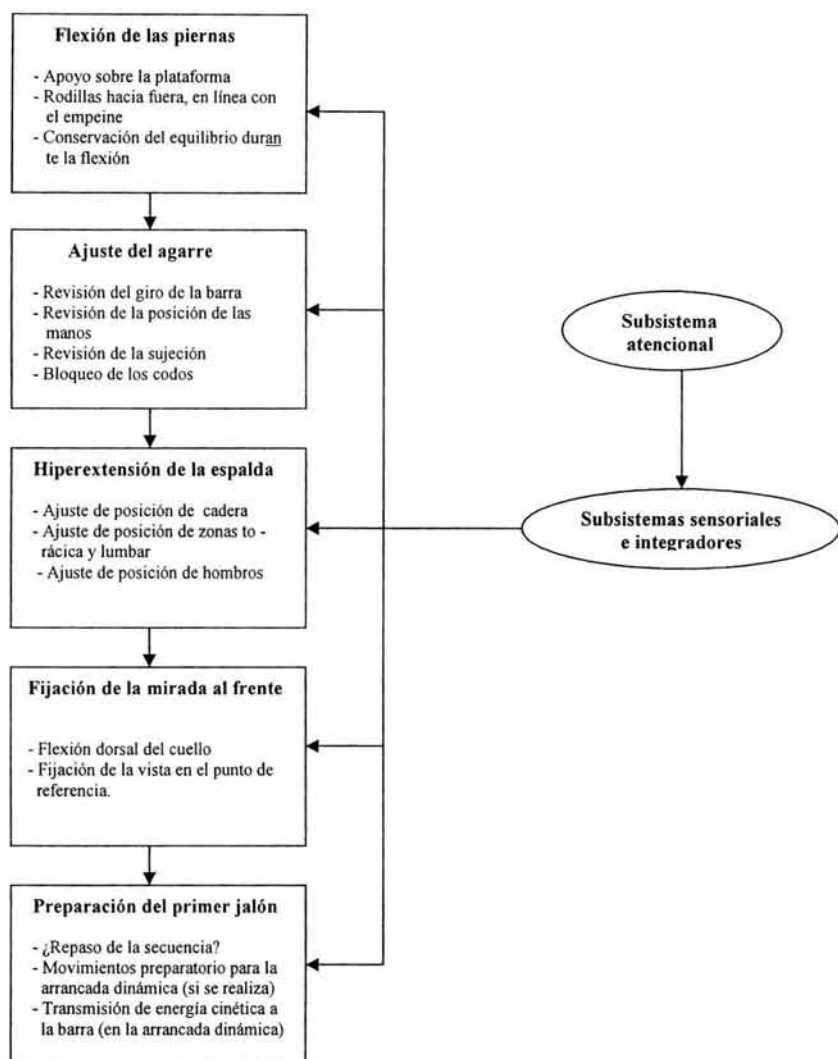


Diagrama 5-3.- Secuencia de eventos que ocurren en la posición inicial. En la última etapa, la preparación del primer jalón, se plantea que podría haber todavía un repaso de la secuencia y es posible también que la red atencional anterior consiga su nivel de activación máxima. No todos los levantadores efectúan la arrancada dinámica para levantar, por lo que los últimos dos pasos de la secuencia quedarían omitidos en estos casos. Esta parte de la secuencia parece ser todavía muy vulnerable a perturbaciones por eventos externos (basado en las descripciones de L. Sokolov, C. Cuervo y A. González).

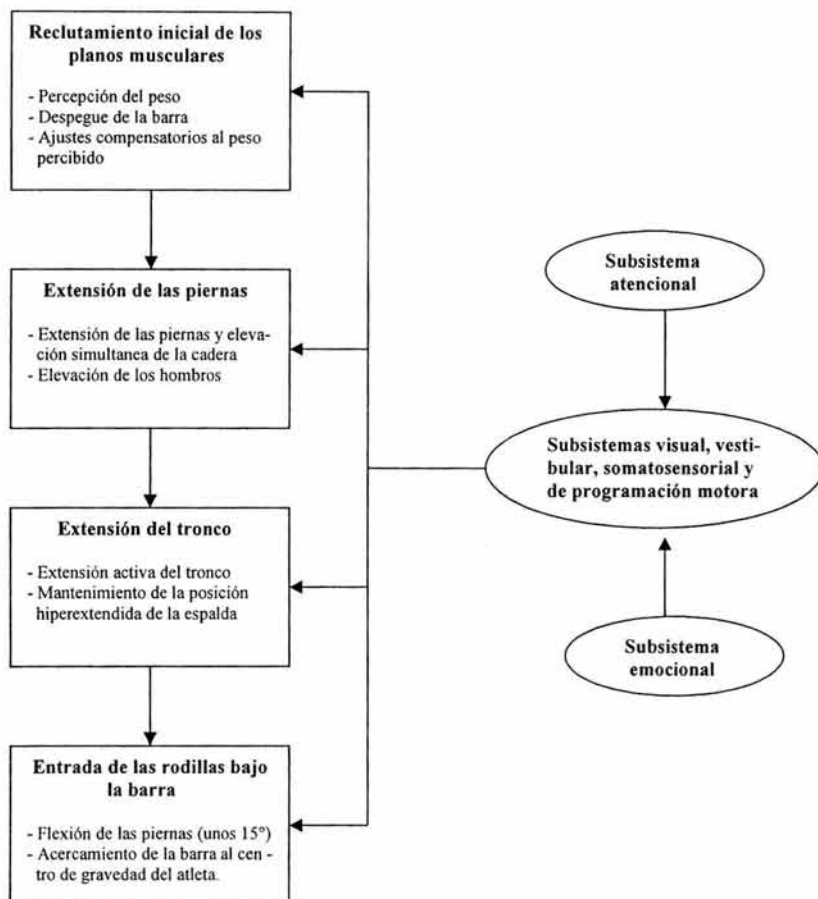


Diagrama 5-4.- Secuencia de eventos que ocurren en el primer jalón. En esta secuencia de acciones dinámicas se resalta la intervención del subsistema de programación motora en la realización y ajuste temporal de los elementos del movimiento. Consideramos importante la participación del subsistema emocional en la manera en que el atleta reaccionará a la percepción del peso (ver texto) (basado en las descripciones de L. - Sokolov, C. Cuervo y A. González, 1991).

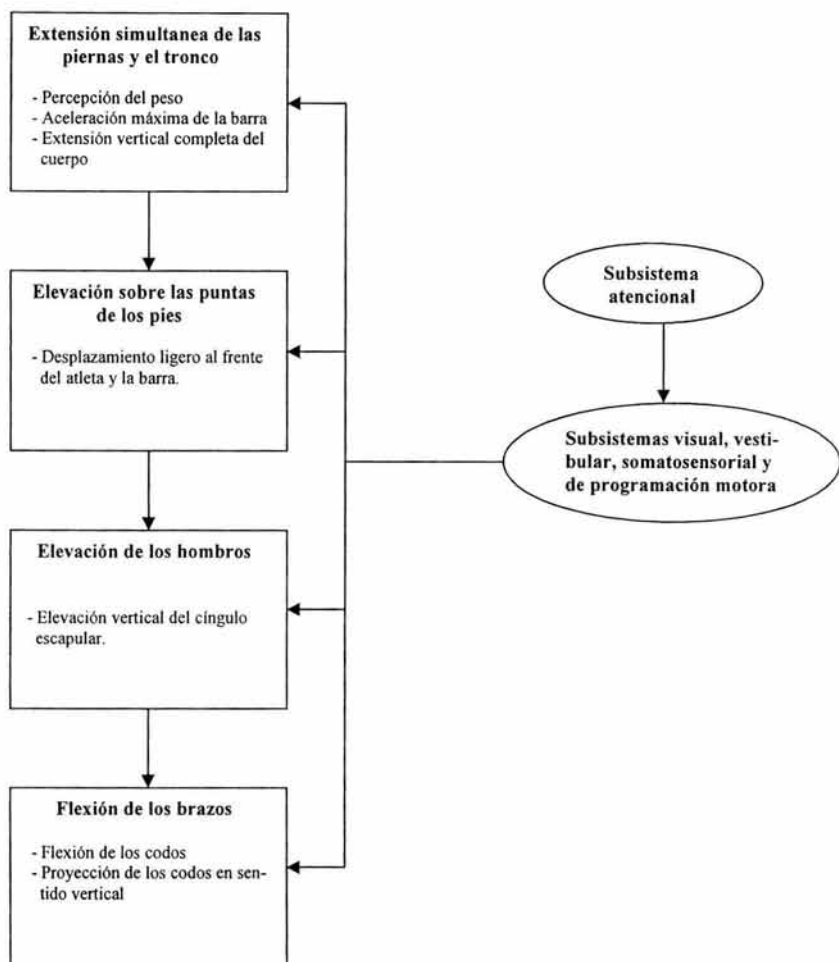


Diagrama 5-5.- Secuencia de eventos del segundo jalón. Esta etapa es la más rápida de todo el levantamiento y debe ser ejecutada con la mejor técnica posible, ya que determina la velocidad y la dirección del movimiento de la barra en el desliz. El funcionamiento general de los subsistemas resultaría muy similar al del primer jalón (basado en las descripciones de L. Sokolov, C. Cuervo y A. González, 1991).

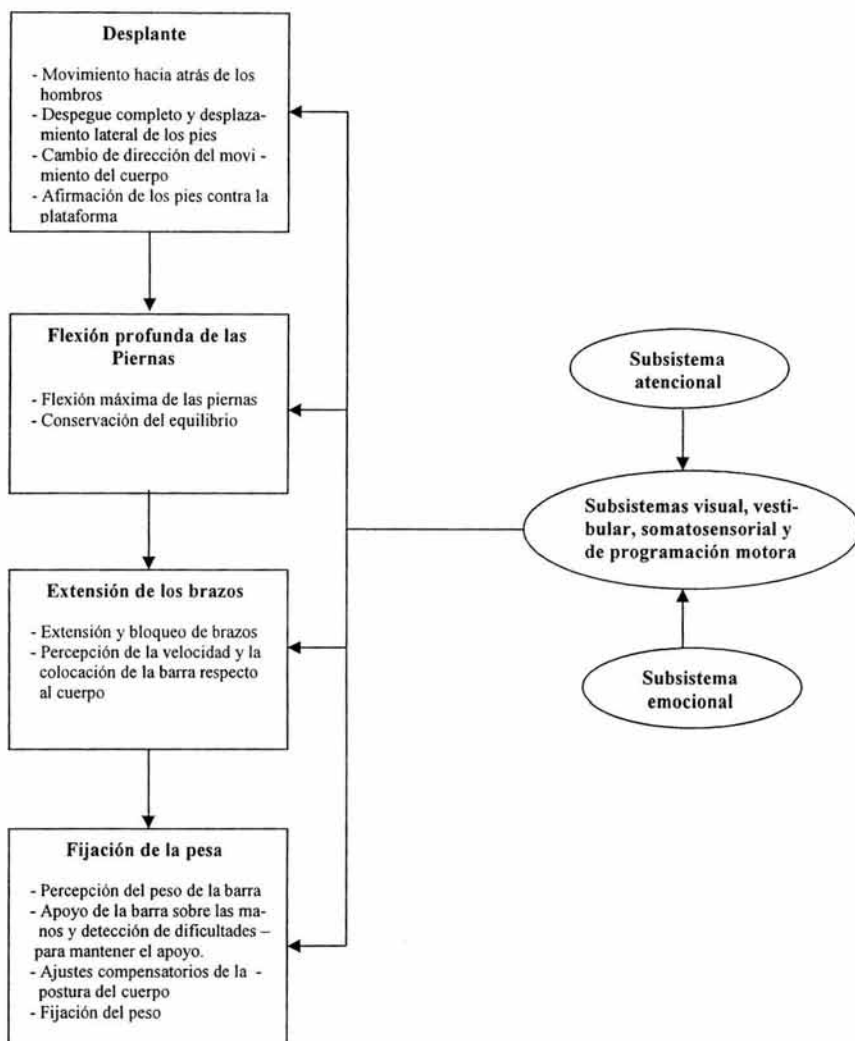


Diagrama 5-6.- Secuencia de eventos en la ejecución del desliz. En la etapa del desliz las condiciones de equilibrio son de las más precarias del levantamiento y aquí se realizan la mayor cantidad de ajustes compensatorios de la postura. Se postula que la intervención del subsistema emocional (y posiblemente el motivacional) tienen importancia destacada en esta etapa, ya que parece que la “disposición de ánimo” resulta determinante para que el atleta realice toda clase de ajustes compensatorios cuando se presentan alteraciones graves de la postura y el equilibrio (basado en las descripciones de L. Sokolov, C. Cuervo y A. González, 1991).

Los elementos de control de la postura como los reflejos vestibulooculares, vestibulocervicales y vestibuloespinales, con los otros mecanismos reflejos a cargo del subsistema somatosensorial que contribuyen a mantener el punto de fijación y el control de la postura estarían automatizados por el entrenamiento previo (capítulo 4, sección sobre el subsistema vestibular). De otro modo, el atleta tendría que dirigir su atención al control postural y le resultaría sumamente difícil cambiar su foco atencional al control y la fijación de la barra si tomamos en cuenta que el desliz y la fijación se suelen realizar en tiempos inferiores a las cuatro décimas de segundo (Garhammer, 1985).

Basándose en estas consideraciones, parece ser que los movimientos y el control de la postura durante los cambios de desplazamiento del cuerpo en el desliz deben estar automatizados para resultar eficaces. El automatismo deja de ser aparente en el momento en que el atleta vuelve a percibir el peso de la barra y su colocación relativa con respecto al cuerpo. Si el movimiento ha sido bien ejecutado y el pesista mantiene la colocación adecuada de sus segmentos corporales, el propio rebote de la pesa le ayudará a realizar rápidamente la recuperación con el aprovechamiento de la energía elástica de la barra, las rodillas y posiblemente la activación del reflejo miotático. Algunos de los grandes maestros en la ejecución del Arranque (y el Clean) parecen subir la pesa rebotando sobre sus rodillas y aparentemente sin realizar esfuerzo alguno. Esto implicaría mantener el enfoque atencional en la secuencia, percibir a través del subsistema somatosensorial la trayectoria de la barra y conservar las relaciones espaciales y dinámicas de los segmentos corporales en todo momento. Cuando hay alteraciones del patrón motor, el panorama se vuelve complicado. En primer lugar, es necesario detectar la magnitud de la alteración y sus características. Ya vimos en las consideraciones generales la manera en que los subsistemas sensoriales pueden detectar las alteraciones y su magnitud. Lo más frecuente es que la barra haya quedado por delante o que tienda a irse para atrás del levantador (que se desvíe hacia alguno de los lados es muy raro, inclusive entre atletas novatos, por el gran cuidado que se tiene al determinar la anchura óptima del agarre). Las alteraciones se deben a desviaciones de la trayectoria de la barra producidas por patrones de movimiento incorrectos, ya sean debidos a fallas técnicas o a la actividad inadecuada de los subsistemas integradores en las etapas anteriores de la secuencia (véanse párrafos anteriores y secciones correspondientes del capítulo 4). Si la magnitud de la alteración es muy grande, el atleta no podrá hacer nada para evitar la caída de la pesa, dadas las precarias condiciones de equilibrio que se dan en esta etapa (esto también ocurre cuando la pesa no llega a la altura necesaria para ejecutar el desliz adecuadamente). Si la magnitud de la alteración no es muy pronunciada, el pesista debe detectar rápidamente el desplazamiento de la barra por medio de sus subsistemas sensoriales y poner en juego mecanismos reflejos de arco largo y corto para contrarrestar el movimiento de la pesa. Estos mecanismos reflejos parecen ser muy importantes en caso de alteraciones graves de la trayectoria de la pesa, pues la posición forzada del cuerpo y el peso de la barra dejan poco margen temporal para la compensación del movimiento de la pesa antes de que ésta empiece a descender. La intervención de mecanismos de movimiento más complicados (como los que involucran a la corteza premotora para la adaptación de los estímulos sensoriales al movimiento) podría ser importante, como lo muestra el desplazamiento de algunos atletas que son capaces de pararse o de caminar en cuclillas hacia atrás en un intento por controlar la pesa. Sin embargo, la utilidad de estos mecanismos compensadores podría estar limitada en el caso de intentos que se realizan con peso máximo, dado que en estas circunstancias la evidencia anecdótica muestra que incluso

un desplazamiento leve ocasiona la caída de la pesa. Pensamos que la activación emocional podría tener un importante papel en estos casos por las razones expuestas en párrafos anteriores. Hay levantadores que luchan denodadamente por conservar el control de la barra incluso ante grandes alteraciones de la postura y otros a los que una ligera desviación hacia el frente es suficiente para producir la caída de la barra, sin que hagan mayor esfuerzo por evitarlo.

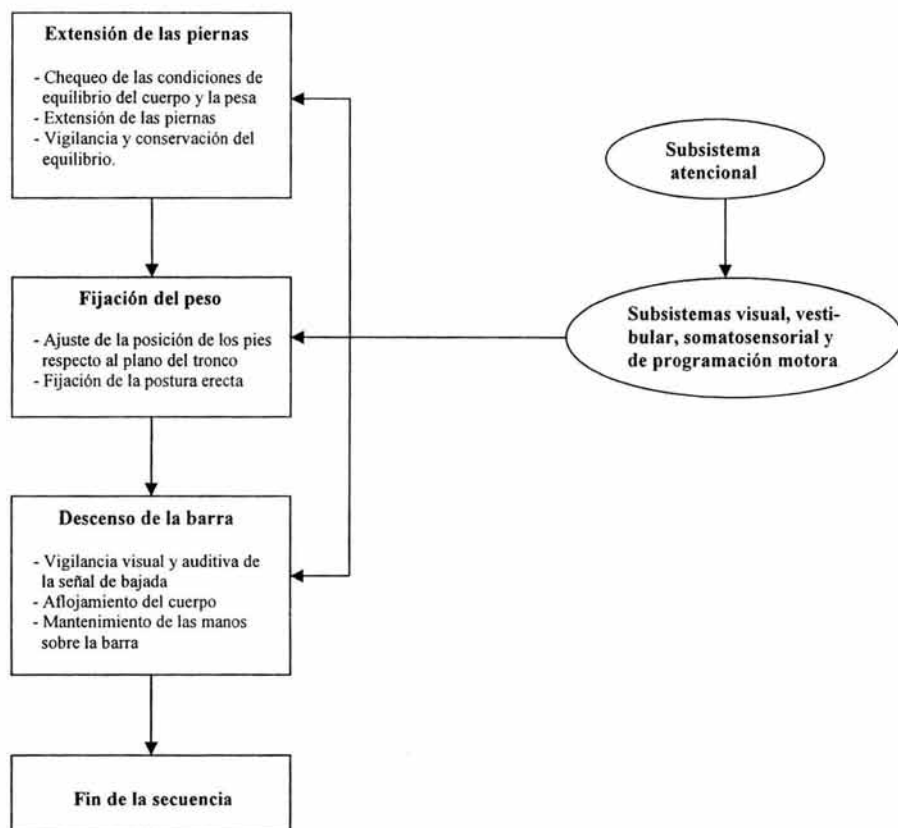


Diagrama 5-7.- Secuencia de eventos en la recuperación. En esta parte del levantamiento resulta fundamental el mantener el equilibrio durante el ascenso (extensión de las piernas) y prestar atención a la señal de bajada de la pesa. La bajada anticipada de la pesa ocasiona la pérdida del levantamiento y le ocurre sobre todo a levantadores novatos, posiblemente porque no está integrada a la secuencia de ejecución del entrenamiento cotidiano, y es necesario que la red atencional posterior permanezca atenta a la señal de los jueces que precede a la bajada de la barra (basado en las descripciones de L. Sokolov; C. Cuervo y A. González, 1991).

Recuperación (diagrama 5-7).

Una vez que el atleta ha logrado estabilizar la barra, sigue la recuperación, durante la cual es indispensable el correcto control del equilibrio. No es raro que un pesista intente incorporarse desde la posición baja del desliz cuando todavía no tiene el control completo del equilibrio de su cuerpo y de la pesa. Las alteraciones posturales que esto produce pueden resultar tan difíciles de compensar que con frecuencia la pesa se cae, especialmente cuando se afloja la espalda o cuando la pesa o el levantador tienden a irse hacia atrás. Si el levantador ha logrado incorporarse, fijará la posición de su cuerpo y colocará los pies en línea con el plano del tronco. Estos elementos de ejecución suelen estar bastante automatizados y el atleta no suele tener problemas serios para realizarlos. Los dos últimos eventos relevantes son la espera de la señal de bajada de los jueces (dependiente de la actividad de las redes atencionales anterior y posterior) y la conservación de la posición de las manos sobre la barra hasta que haya sobrepasado la línea de la cintura, lo cual puede quedar integrado al patrón motor automatizado del atleta si tanto él como su entrenador han tenido el cuidado de incluirlo como una parte constitutiva de la secuencia de levantamiento.

Sobre el segundo y el tercer intento de Arranque: el desarrollo de la competencia.

Hasta aquí se ha considerado de manera aislada el desarrollo de un único intento de Arranque. En la competencia real, sabemos que las ejecuciones previas y el desarrollo de la competencia afectan profundamente los intentos subsiguientes del levantador. Si uno o varios intentos han sido concretados exitosamente, el levantador podría ver incrementada la activación producida por el subsistema emocional, y el hecho de afrontar pesos sucesivamente mayores podría ser tomado por algunos pesistas como un reto que incrementaría aún más su estado general de activación. Hay atletas que también sienten este tipo de estimulación cuando la competencia está muy reñida y una diferencia de cuatro lugares en la tabla de resultados puede depender de un sólo levantamiento, cuando intentan romper una marca personal o incluso cuando el resultado de la competencia o los intentos anteriores le son adversos. La activación emocional no sólo les permite utilizar sus recursos con mayor eficiencia, sino que les permite permanecer más enfocados en la tarea y así obtener un grado óptimo de funcionamiento de todos sus subsistemas. Otros, en cambio, se verán afectados negativamente por cualquiera de estos eventos durante el desarrollo de la competencia. El haber fallado un intento les ocasionará un estado de nerviosismo o enojo que serán incapaces de controlar, concentrarán su atención en las sensaciones desagradables producidas por la activación emocional y podrían tener mayores posibilidades de fallar los intentos subsiguientes, al no ser capaces de emplear sus capacidades motoras y de procesamiento de la manera necesaria para afrontar una ejecución máxima. ¿Cómo se explican estas diferencias? Parece que tiene mucho que ver la historia previa del levantador. Es posible que los levantadores que responden a la presión con incrementos de su motivación y disposición a la lucha hayan aprendido a enfocar y encauzar su activación emocional por medio del control de la atención. Ya vimos en el capítulo 4 que la concentración en una tarea disminuye la activación del sistema nervioso autónomo y ayuda a controlar los estados emocionales perturbadores. Los atletas que se ponen nerviosos y pierden la concentración con facilidad no contarían con esta habilidad o no tendrían un

control adecuado sobre ella. También parece muy probable que el control emocional tenga rasgos heredados, que vayan desde la capacidad de los mecanismos plásticos del sistema nervioso para establecer conexiones inhibitorias entre las estructuras de control (como la corteza prefrontal y el cíngulo) y las estructuras activadoras (como el hipotálamo y la sustancia reticular mesencefálica) hasta la capacidad de producir cantidades apreciables de neurotransmisores involucrados en estas vías de regulación. La capacidad de estos subsistemas para regular los estados emocionales perturbadores podría constituir una importante diferencia en la manera en que el atleta afronta las presiones y oportunidades de la competencia.

Semejanzas y diferencias entre las etapas del Clean y el Arranque.

Aunque el Clean y en Arranque comparten grandes semejanzas tienen también diferencias fundamentales que empiezan ya desde la percepción de la situación competitiva. Al iniciar el Envión, el atleta ya ha elaborado una representación sensorial del ambiente, y gracias a esto pudiera pensarse que le resultará más sencillo desenvolverse en él; pero los eventos ocurridos durante el Arranque pueden distorsionar esta percepción. El hecho de que el Arranque preceda al Envión determina que gran parte de los eventos ocurridos en el primero puedan afectar al segundo. Por ejemplo, si el atleta no ha mantenido el control de sus subsistemas homeostáticos hidratándose adecuadamente o si no descansó adecuadamente la noche anterior a la competencia puede ver disminuido su rendimiento en el Envión, como ocurre con muchos levantadores que se deshidratan para alcanzar el peso límite de la categoría en que van a competir. La fatiga altera los patrones de ejecución y el movimiento, lo cual podría hacer que los pesos se sintieran más grandes de lo que son (capítulo 1). El desarrollo de la competencia en el Arranque puede influir también en la disposición emocional del atleta para el Envión. Si los resultados de la competencia de Arranque no son los esperados, el levantador puede inclusive perder las ganas de competir en el Envión, o puede estar reprochándose constantemente alguna mala ejecución y seguirlo haciendo una vez que la competencia de Envión ha iniciado. Hay también levantadores que no gustan de levantar en la modalidad de Envión, y debido a eso su desempeño puede verse perturbado por la falta de activación cortical que produce el subsistema motivacional. Además debemos tomar en cuenta que el peso levantado en la modalidad de Envión es considerablemente mayor que el de la modalidad de Arranque. En un último análisis, la manera en que los eventos ocurridos durante la competencia de Arranque afecten al Envión van a depender de la preparación de los levantadores para la competencia, de la manera en que perciban el desarrollo de la misma, de su disposición a luchar y su habilidad para enfocar su atención a lo que deben realizar y apartarla de los eventos irrelevantes.

Si comparamos los diagramas 5-9, 5-10 y 5-11 en los que se muestra la posición inicial, el primer y el segundo jalón del Clean con los de las etapas respectivas en el Arranque repararemos en que los eventos motores y psicofisiológicos anotados en ellos son los mismos. Sin embargo, no debemos olvidar que la disposición atencional y emocional del atleta no es la misma en ambas situaciones y parece depender en gran medida de los factores mencionados en el párrafo anterior. Es posible que los competidores de élite, al iniciar su competencia en el Envión sean capaces de apartar de su atención de gran parte de los eventos ocurrido durante la competencia de Arranque y se concentren en realizar sus levantamientos de Envión de la mejor manera posible, aunque tampoco se descarta la

posibilidad de que los más hábiles se valgan del recuerdo de lo ocurrido para incrementar y dirigir su activación emocional y motivacional y de este modo mejorar su desempeño. Otra característica diferente de las dos situaciones tiene que ver con la concepción, apoyada por la investigación en biomecánica, de que el Arranque es un ejercicio técnico y de velocidad, mientras que en el Envión predominan la fuerza y la disposición competitiva. La barra tiene más peso en el Envión, pero durante la ejecución del Clean no tiene que subir tan alto, resulta más fácil jalarla con los brazos, cuenta con una base de apoyo muy firme cuando está sobre las clavículas y los hombros, y resulta más fácil subirla con ayuda del rebote si se ha mantenido la espalda recta. No es de sorprender que en razón de todo esto la mayor parte de los levantadores consideren al Clean como el más fácil de los dos tiempos del Envión, y mucho más fácil también que el Arranque. Además, el Clean depende mucho más que el Arranque de la fuerza de las piernas, aspecto muy bien entrenado por la mayoría de los competidores. Al final del capítulo ahondaremos un poco en el análisis de esas diferencias. Lo que reiteraremos aquí es la diferencia ya mencionada en el capítulo 1 sobre la anchura del agarre y cómo esto altera la postura del levantador (véase la descripción del Envión), y por otra parte la importancia del factor emocional durante la secuencia del Envión. Recordemos que los pesos manejados en el Envión están en el límite de las capacidades de fuerza y velocidad del pesista, por lo que el levantamiento constituye una muy seria prueba para ambas características físicas. El atleta deberá enfocar todos sus recursos de procesamiento en la ejecución, y no es raro que un momento de distracción conduzca a una lesión cuando se manejan pesos máximos, especialmente en el Envión. Si el atleta está nervioso y no concentra toda su atención en el primer y segundo jalón del Clean, la barra no subirá lo suficiente y esto afectará la recepción del implemento en el desliz. Esto se puede ver porque uno de los fallos más comunes en la realización del Clean es la recepción de la barra con la espalda encorvada, lo que ocasiona que el peso venza al levantador y la barra se “resbale” por encima de los brazos hacia el piso. Por lo demás, las consideraciones que se han hecho en el análisis de las tres primeras etapas del Arranque son aplicables a las del Clean.

El desliz del Clean (diagrama 5-12).

Como ya se anotó, el desliz del Clean difiere del que se realiza en el Arranque porque es más profundo, lo cual se debe a que la posición de la barra sobre las clavículas facilita la conservación del equilibrio; también se distingue por la realización del pase de codos, que facilita colocar la barra sobre las clavículas, conservar la espalda recta y la colocación adecuada de las manos para realizar el Jerk. Todos estos eventos motores parecen estar bastante automatizados por la práctica, pero se ven profundamente alterados cuando la altura conseguida por la barra en el segundo jalón no es suficiente. Esto se ve sobre todo en los últimos intentos de Envión, cuando el peso sobrepasa las posibilidades del atleta de generar potencia, ya sea porque su nivel de entrenamiento no se lo permite o porque no ha podido concentrar sus recursos de procesamiento en la ejecución. Al no obtener la barra la altura suficiente, el pase de codos se dificulta, el tronco tiene que inclinarse hacia delante y muchas veces los músculos estabilizadores no pueden resistir el peso y la espalda se encorva, quedando en una posición muy inestable para recibir y controlar la barra. En estas condiciones, la posibilidad de realizar ajustes compensatorios de la posición se reduce al mínimo, pues la posición del cuerpo y el desplazamiento de la barra no lo permiten. Por eso es frecuente ver que los atletas que proyectan la barra hacia delante o hacia atrás en el

segundo jalón dan un salto en dirección de la barra para compensar el desplazamiento de la misma (G). En cualquiera de estas condiciones, las ejecuciones con los pesos máximos suelen fallar.

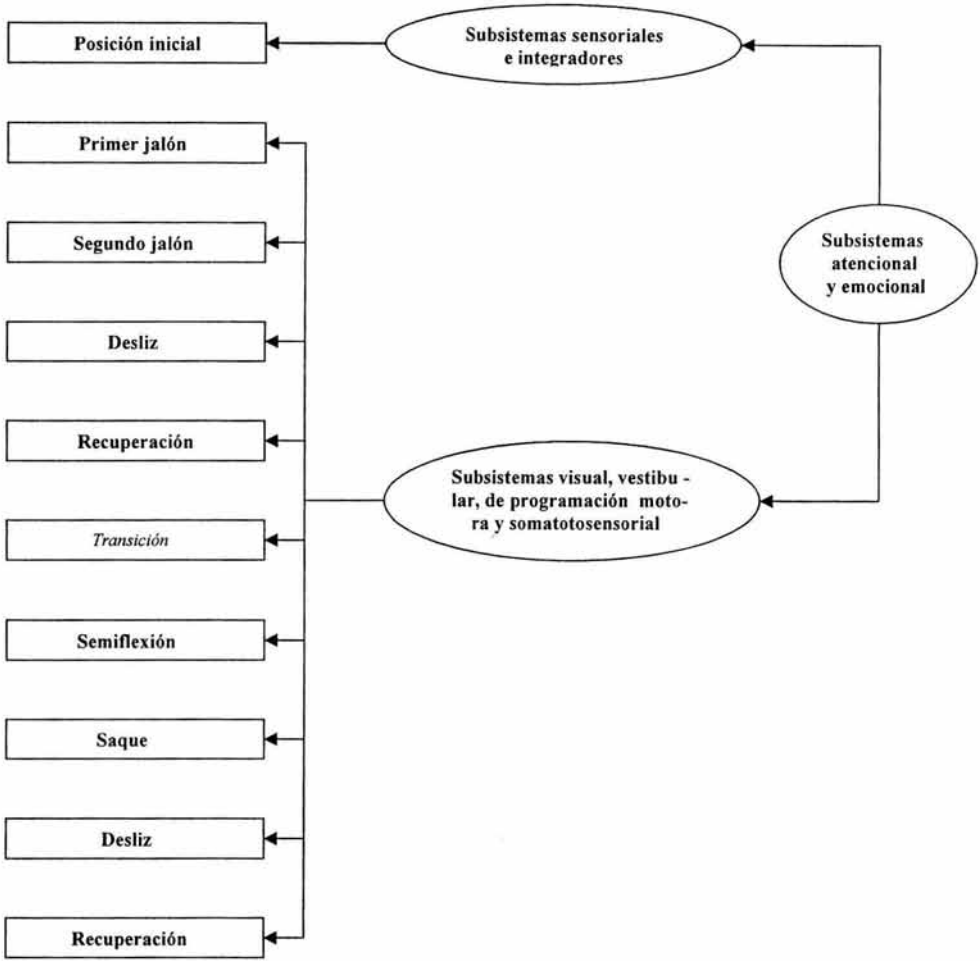


Diagrama 5-8.- Secuencia del Envión. Las primeras cinco etapas corresponden al Clean y las últimas cuatro al Jerk. La etapa de transición no corresponde propiamente a ninguno de los dos tiempos del levantamiento.

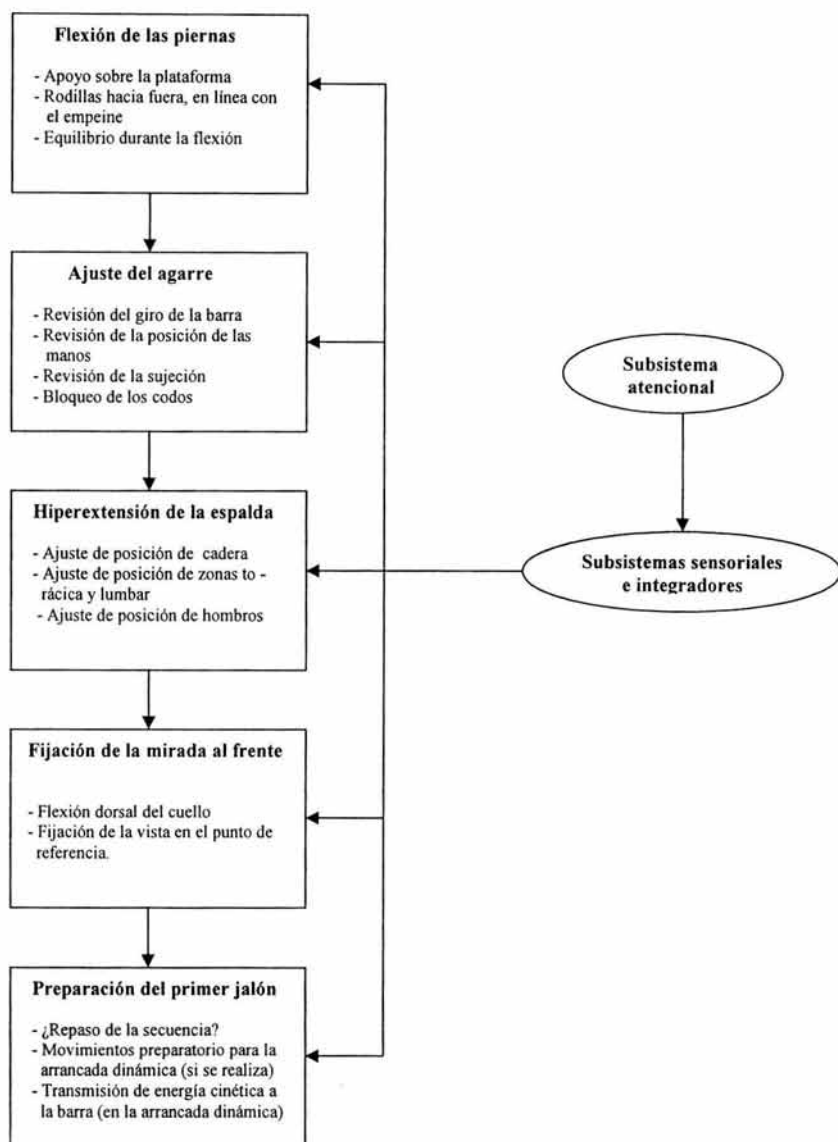


Diagrama 5-9.- Secuencia de eventos de la posición inicial en el Clean. La composición motora de esta etapa y los eventos psicofisiológicos que ocurren en ella son muy similares a los de la posición inicial en el Arranque. Las diferencias principales entre ambas están condicionadas por la menor anchura del agarre del en el Envión. Es posible que la mayor cantidad de peso manejado en el Envión juegue un papel importante en el desempeño emocional de los atletas en la ejecución de esta modalidad de levantamiento (basado en las descripciones de L. Sokolov, C. Cuervo y A. González, 1991).

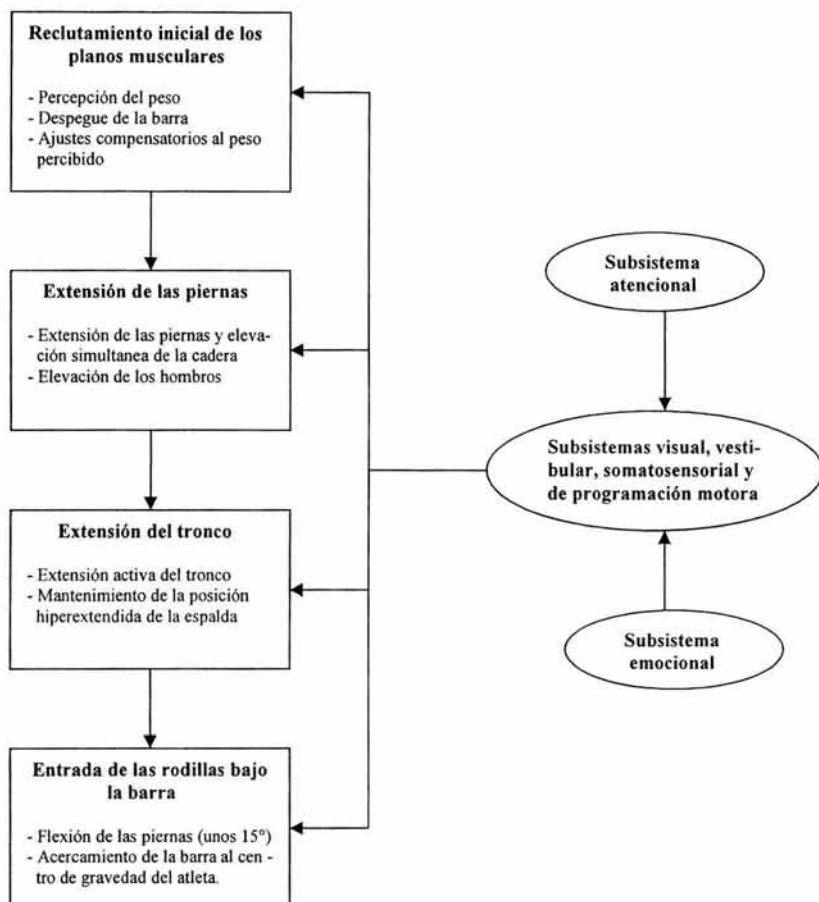


Diagrama 5-10.- Secuencia de eventos en el primer jalón del Clean. Las consideraciones sobre el agarre y el peso manejado son similares a las que se han hecho en la posición inicial (basado en las descripciones del L. Sokolov, C. Cuervo y A. González, 1991).

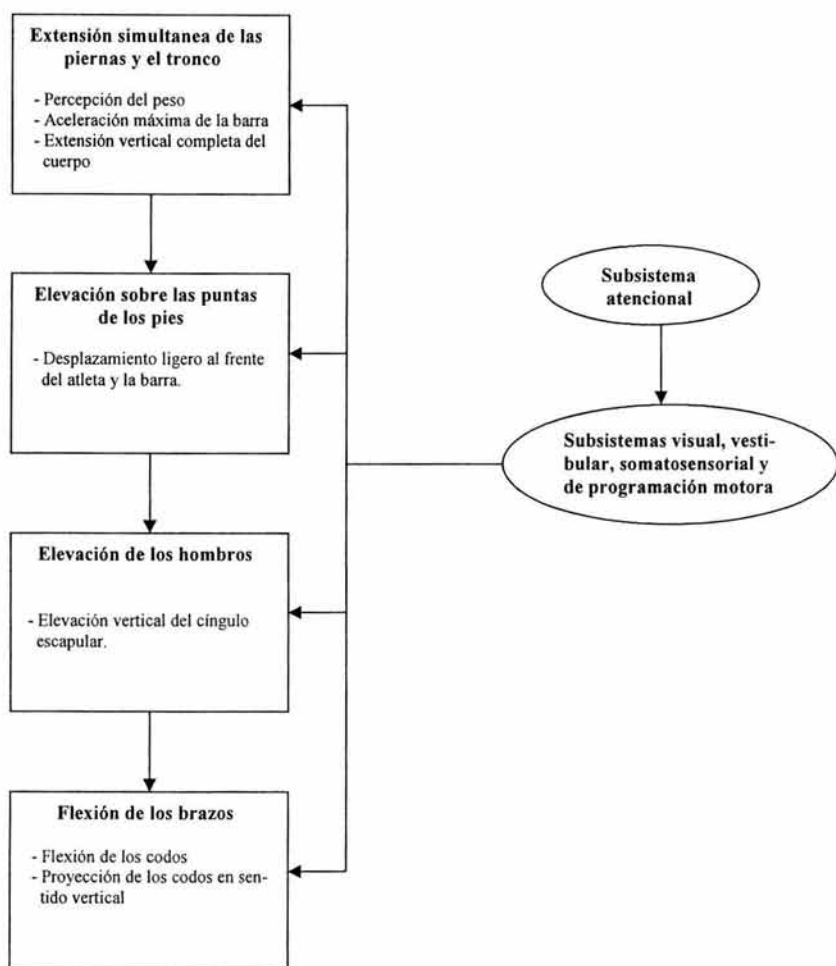


Diagrama 5-11.- Secuencia de eventos del segundo jalón del Clean. El peso de la barra y la colocación del cuerpo determinan que la altura alcanzada por la barra sea menor que en el segundo jalón del Arranque (basado en las descripciones de L. Sokolov, C. Cuervo y A. González, 1991).

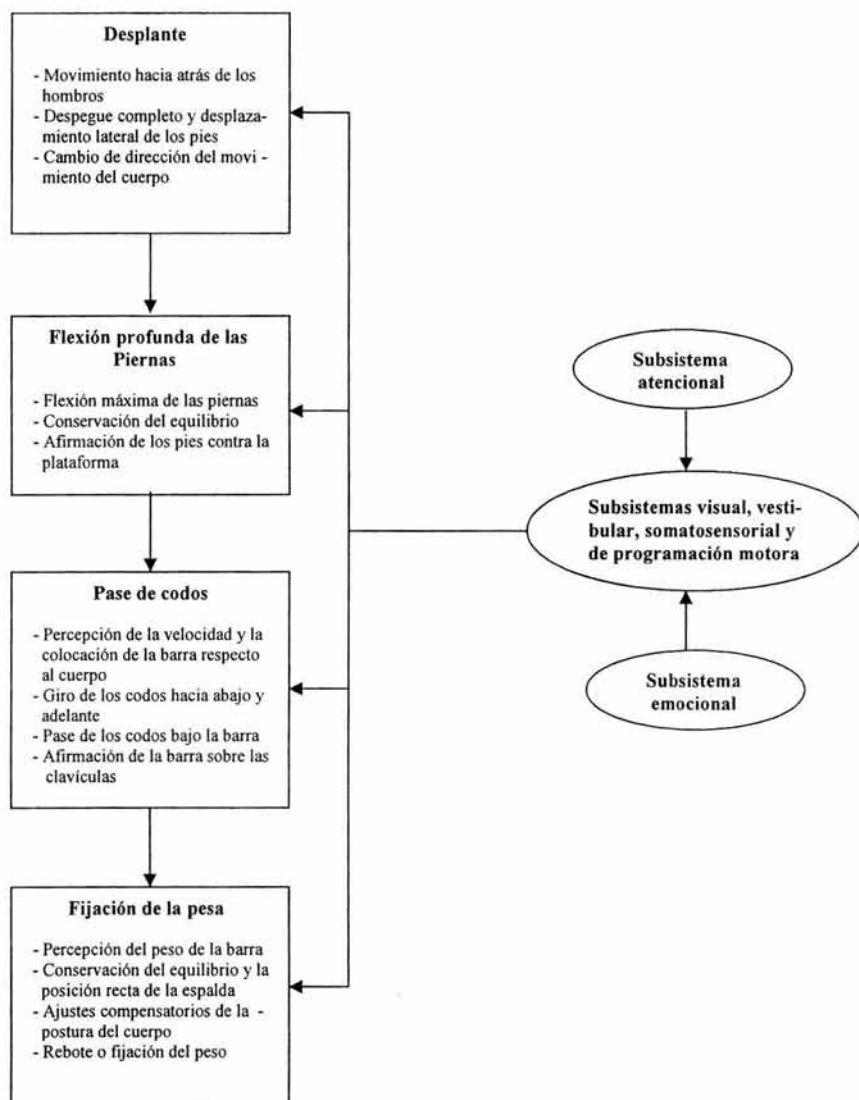


Diagrama 5-12.- Secuencia de eventos en el desliz del Clean. En esta etapa resulta fundamental realizar adecuadamente el pase de codos y conservar la postura erecta de la espalda, ya que esto contribuye a mantener el equilibrio y a aprovechar la deformación elástica de la barra, de las rodillas y posiblemente el reflejo miotático producido por el estiramiento de los músculos extensores de la pierna. La posición forzada de las piernas, el peso levantado y la colocación de la barra hacen que la posibilidad de realizar ajustes compensatorios de la posición del cuerpo se reduzca al mínimo (basado en las descripciones de L. Sokolov, C. Cuervo y A. - González, 1991).

Por otro lado, cuando la recepción de la barra se da en las condiciones ideales, la posición, las condiciones de equilibrio y la disposición de los planos musculares resultan ideales para realizar rápidamente la recuperación por medio de los mecanismos que ya se han comentado. En cualquier caso, si el atleta logra conservar el equilibrio postural pero no logra aprovechar los mecanismos antedichos, deberá terminar el movimiento con la fuerza de sus piernas.

Recuperación (diagrama 5-13).

La recuperación del Clean para un gran maestro en su ejecución es mucho más fácil que la del Arranque, pero muchos levantadores que por alguna razón no logran aprovechar los mecanismos de rebote deben acabar el intento con la fuerza de sus piernas; y aunque la posición del cuerpo permite conservar el equilibrio con más facilidad, es frecuente que el levantador no tenga fuerza suficiente para subir. No son pocos los intentos que se fallan porque el atleta no puede recuperarse en el Clean, especialmente cuando se manejan pesos máximos. Aquí cuenta mucho la motivación y la disposición emocional y competitiva del levantador, ya que ocurre a menudo que a costa de muchos esfuerzos el atleta es capaz de subir la pesa, pero el esfuerzo que se requiere puede ser verdaderamente agotador. Muchos ya no quedan en condiciones para realizar el Jerk, y son también muchos los que se vencen cuando se encuentran en la parte más difícil de la recuperación.

Transición entre el Clean y el Jerk (diagrama 5-14).

Una vez que el atleta está de pie, buscará encontrarse en las mejores condiciones posibles para realizar el Jerk. Esto implica a veces el ajuste de la posición de la pesa, de las manos y de los pies, hasta que el levantador encuentra la posición más cómoda de acuerdo al programa motor que ha establecido en sus entrenamientos. Una vez conseguido esto, el pesista toma una o varias inspiraciones profundas y depende de la eficiencia de sus mecanismos homeostáticos para obtener la energía necesaria para realizar el Jerk. Aunque pudiera parecer que en este momento el atleta está sujeto a tantas influencias externas como en la posición inicial, consideramos que existen tres motivos que para que esto no sea así: 1) el pesista sabe que el levantamiento no ha terminado, por lo que debe concentrar su atención en la recuperación del esfuerzo realizado en el Clean y acto seguido en la preparación del Jerk; 2) las sensaciones físicas de agotamiento suelen ser tan intensas que la receptividad del atleta a estímulos externos se vería disminuida; y 3) Con frecuencia el Jerk es la parte del levantamiento más complicada para el atleta, según se desprende de los estudios reseñados en el capítulo 1, y el estar consciente de eso al atleta se obliga a mantener el enfoque atencional en la ejecución de la tarea motora que implica el Jerk.

Inicio del Jerk. Semiflexión (diagrama 5-15).

El atleta no tiene un límite de tiempo para pasar del final del Clean al inicio del Jerk. Cada levantador espera el tiempo que considera necesario para recuperarse y prepararse para iniciar el Jerk. El Jerk constituye tal vez el mayor desafío técnico y motor al que puede enfrentarse el levantador de pesas, pues cualquier alteración de la posición del cuerpo va en detrimento de la trayectoria de la barra. La semiflexión y el saque requieren total

disposición atencional del atleta, tanto a la posición de su cuerpo como a la realización rápida de los cambios de dirección que implica el movimiento. El logro de una semiflexión adecuada resulta difícil porque la flexión de las piernas debe ser óptima: una semiflexión escasa no permitirá aprovechar al máximo la potencia de los músculos extensores de la pierna, y una semiflexión excesiva condiciona a que el tronco se incline hacia delante y que el apoyo se transmita de los talones a las puntas de los pies. Todo ello provocará que la barra se proyecte hacia el frente en el saque, con las consecuencias que examinaremos en breve. A la vez que se obtiene una semiflexión óptima, es necesario mantener la estabilidad del tronco y del apoyo sobre los talones, lo que implica que los músculos de estas partes del cuerpo deben permanecer contraídos durante toda la semiflexión. Todos estos movimientos deben ejecutarse lo más rápidamente posible, puesto que la barra al descender va recibiendo el tirón de la gravedad y se acelera en dirección contraria a la necesaria para concretar el levantamiento. Esto puede ser compensado en parte aprovechando la deformación elástica del implemento, pero para hacer esto se necesita realizar el cambio de dirección en lapsos de tiempo inferiores a los 0.25 s (Cuervo y González, 1991. Pp. 39; Herrera A, 1991. Pp. 11). La fase de frenaje implica detener la semiflexión e iniciar el saque sin solución de continuidad y manteniendo la posición del tronco y el apoyo de los pies.

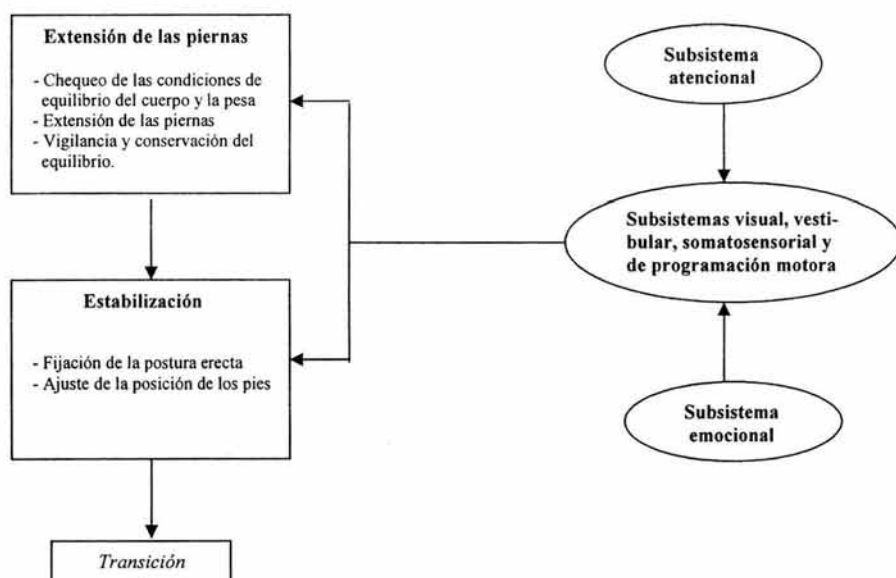


Diagrama 5-13.- Secuencia de eventos en la recuperación del Clean. En esta etapa resulta fundamental la Conservación del equilibrio para subir con la pesa. La activación emocional, la fuerza y el "coraje" del levantador pueden resultar decisivos para terminar el Clean, pues en esta etapa la percepción del peso es -- completa y muchos levantadores no son capaces de culminarlo cuando ya se encuentran en la etapa de recuperación (basado en las descripciones de L. Sokolov, C. Cuervo y A. González).

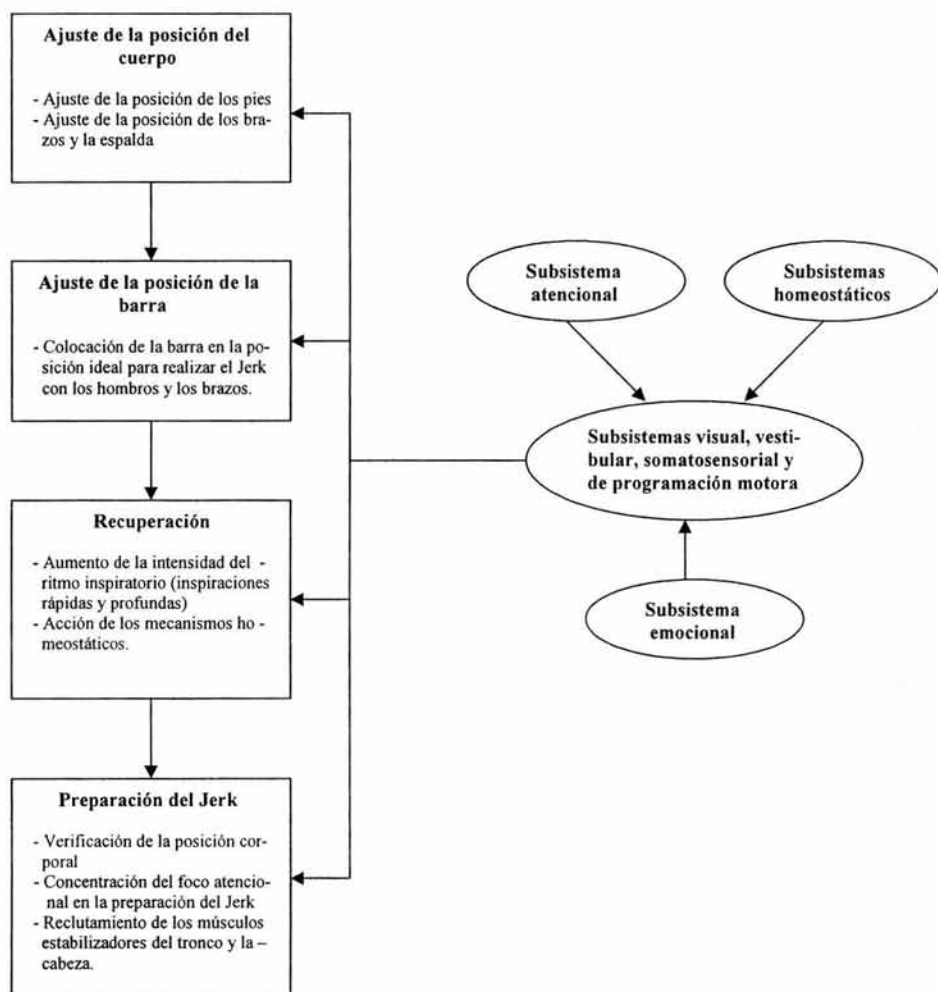


Diagrama 5-14.- Secuencia de eventos de la etapa de transición entre el Clean y el Jerk. Las acciones más importantes en esta etapa son el ajuste de la colocación del cuerpo y de la barra, la recuperación parcial de la capacidad de trabajo por parte de los subsistemas homeostáticos y la concentración del foco atencional en la ejecución del Jerk. Aquí se resalta la intervención del subsistema emocional porque muchos levantadores tienen dificultades en la ejecución del Jerk y el mero hecho de tener que afrontar esta etapa de la ejecución puede producir activaciones emocionales perturbadoras (basado en la descripción de C. Cuervo y – A. González, 1991)

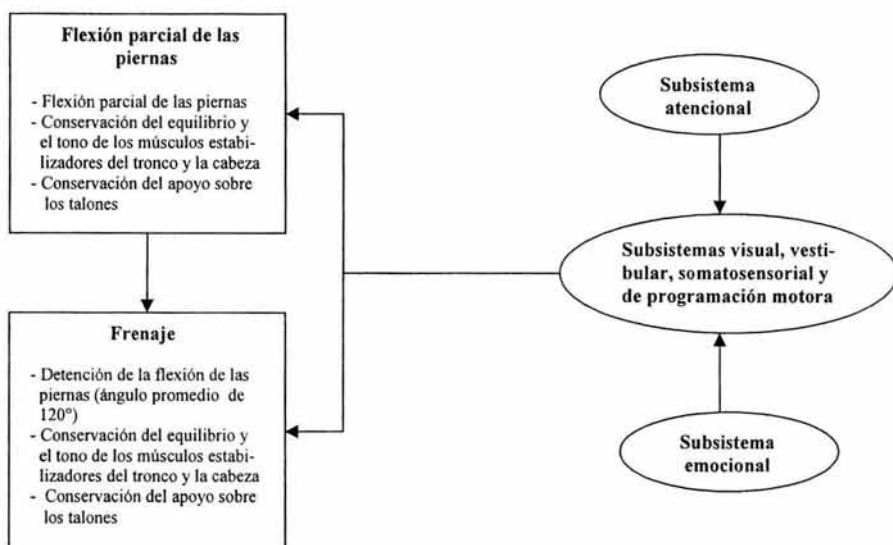


Diagrama 5-15.- Secuencia de eventos en la semiflexión del Jerk. En esta etapa y las siguientes resulta fundamental la conservación del equilibrio, del apoyo del peso sobre los talones y de la posición erecta de la espalda, ya que cualquier falla en la conservación de estos elementos motores puede producir alteraciones graves de la trayectoria de la barra (basado en las descripciones de L. Sokolov, C. Cuervo y A. González, 1991).

Saque de Jerk (diagrama 5-16).

El saque es la continuación inmediata y necesaria de la semiflexión, e implica la extensión enérgica de las piernas sin alterar la posición erecta del tronco y el apoyo sobre los pies. Si esto se logra en el breve lapso de tiempo mencionado, gran parte de la fuerza de las piernas se transmitirá a la barra a través del tronco imponiéndole la trayectoria recta indispensable para concretar exitosamente el levantamiento. Conforme la barra empieza a elevarse, el levantador inicia una ligera elevación sobre las puntas de los pies que le permitirá iniciar el desliz, y a la vez la cabeza se desplaza hacia atrás para dejar pasar la barra. Como el desplazamiento de la cabeza es pronunciado, parece que la fijación de la mirada tiende a perderse, y esto podría afectar el papel del subsistema visual en el control del equilibrio. También puede contribuir a explicar las dificultades que algunos pesistas tienen para conservar el equilibrio en el desliz. La razón de que la pesa deba viajar en trayectoria recta es que las condiciones de equilibrio durante el desliz son precarias, y la posición de las piernas y los brazos reducen mucho las posibilidades de hacer ajustes compensatorios cuando el peso se desvía de su trayectoria ideal. También vemos aquí el por qué resulta necesario un pleno control del enfoque atencional y de la actividad emocional del pesista durante la realización de la semiflexión y el saque: la velocidad y precisión de los movimientos requeridos exigen un pleno funcionamiento de los

mecanismos de control temporal del subsistema de programación motora, y tampoco hay tiempo para permitir que la percepción del peso produzca algún tipo de activación emocional perturbadora. Se han visto y filmado casos de levantadores que al iniciar el saque se dejaban vencer por el peso de la barra y ya no intentaban empujarla. Nosotros consideramos que esto puede deberse a un desequilibrio postural, un fallo en el programa motor o una distracción producida por la percepción del peso o por el subsistema emocional. La prevalencia de los fallos en el Jerk se da a todos los niveles competitivos, como lo constata el hecho de que el 70% de los intentos fallados de Envión se deban a fallas en la realización del Jerk. Un último detalle de importancia capital en la ejecución del saque es evitar la incorporación anticipada de los brazos al levantamiento. Esta falla no sólo impide el pleno aprovechamiento del empuje proporcionado por las piernas, si resulta ser suficientemente notoria, los jueces la sancionarán con la pérdida del intento.

Desliz de Jerk (diagrama 5-17).

El desliz tiene el objetivo de colocar el cuerpo en la posición ideal para recibir la barra, e implica un cambio de dirección del movimiento del cuerpo, si bien mucho menos marcado que en el desliz del Clean o el Arranque. Para realizar el cambio de dirección se requiere un control temporal muy exacto por parte del subsistema de programación motora y de manera destacada del cerebelo (véase capítulo 6), y también para coordinar la ejecución simultánea del desplante y la incorporación del trabajo de brazos. Si el saque se realizó de manera correcta, el pesista quedará bien estabilizado para realizar la recuperación, pero si hubo desviaciones en la trayectoria de la barra, se verá obligado a detectarlos y corregirlos por mecanismos similares a los que se emplean para corregir las alteraciones posturales en el desliz del Arranque. Los principios de funcionamiento son los mismos aún cuando la posición del cuerpo no lo sea. Desgraciadamente, la posibilidad de realizar ajustes se ve limitada por las razones expuestas en el párrafo anterior.

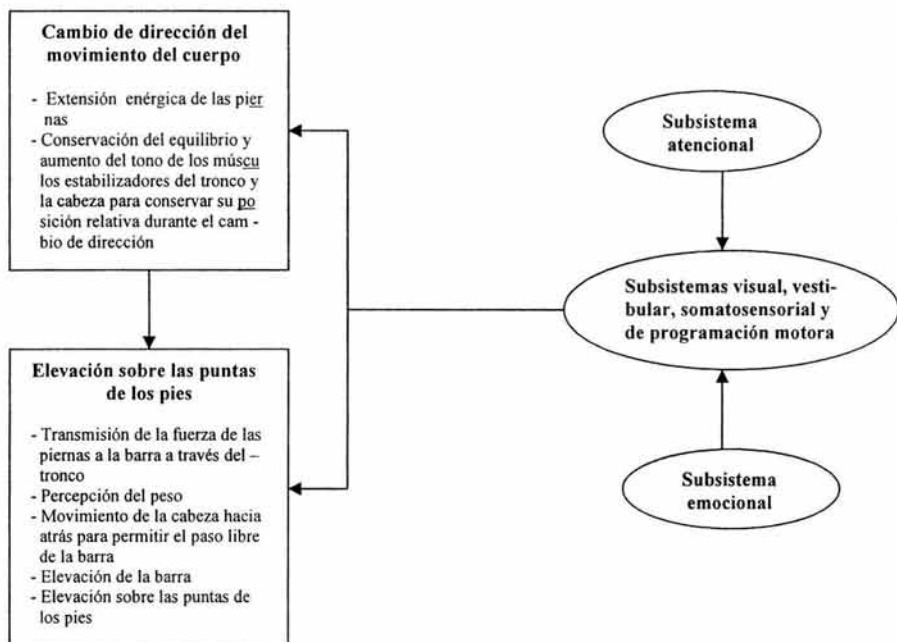


Diagrama 5-16.- Secuencia de eventos en la etapa del saque de Jerk. En esta parte del movimiento resulta indispensable transmitir la mayor cantidad de fuerza posible a la barra a través del tronco, lo cual exige que éste se encuentre completamente recto. La disposición emocional y atencional del atleta parecen igualmente importantes porque en esta etapa se tiene percepción completa del peso levantado, pero el atleta debe ser capaz de ignorar la distracción que esto pudiera ocasionarle y concentrarse en empujar en dirección vertical y con la mayor potencia posible (basado en las descripciones de L. Sokolov, C. Cuervo y A. González, 1991).

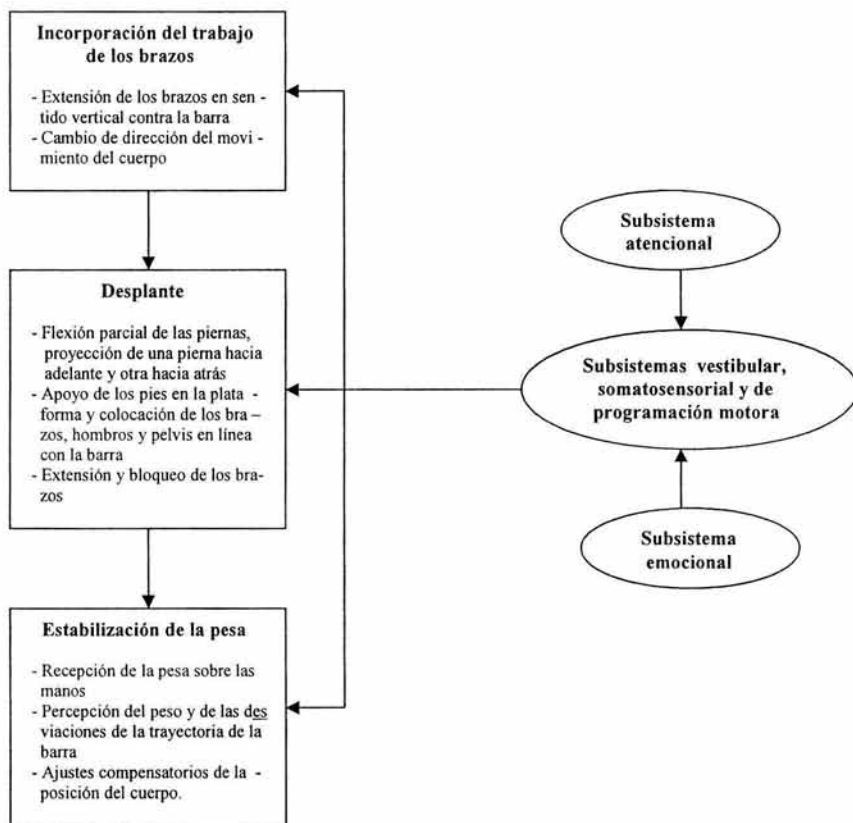


Diagrama 5-17.- Secuencia de eventos de la etapa de desliz del Jerk. Los desplazamientos de posición son tan rápidos e importantes que parece difícil que el subsistema visual participe activamente en la conservación del equilibrio, ya el desplazamiento de la cabeza parece impedir la conservación de un punto visual de fijación. Las perturbaciones del movimiento debidas al uso de una técnica serían detectadas principalmente por los subsistemas somatosensorial y vestibular (basado en las descripciones de L. Sokolov, C. Cuervo y A. González, 1991).

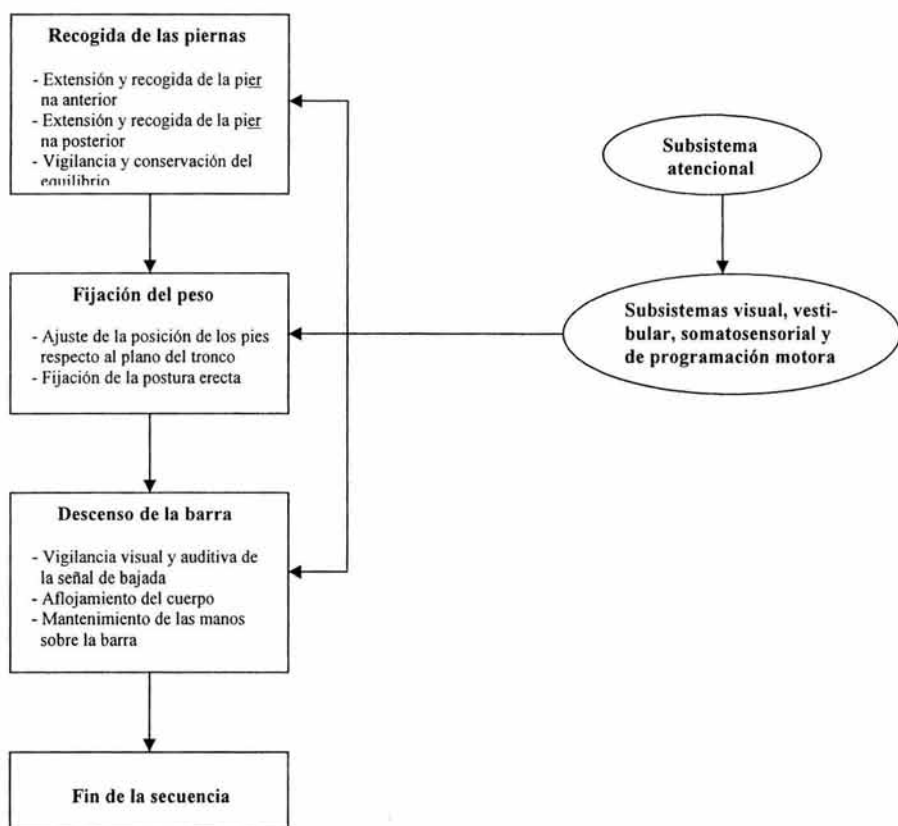


Diagrama 5-18.- Secuencia de la recuperación en el Jerk. Las partes críticas de esta secuencia son la colocación de los pies en el plano del tronco exigida por el reglamento (por intermedio del subsistema somatosensorial), la vigilancia atencional de la señal de bajada (por intermedio de las redes atencionales anterior y posterior) y la bajada de la pesa a la plataforma con las manos sobre ella (basado en las descripciones de L. Sokolov, C. Cuervo y A. González, 1991).

Recuperación (diagrama 5-18).

Las características psicofisiológicas generales de la recuperación del Jerk son muy similares a las de la recuperación del Arranque, con la salvedad de que el atleta debe estar muy atento al orden en el que recoge las piernas: siempre va primero la pierna anterior, pues la recogida de la pierna posterior desplaza el centro de gravedad del sistema barra-atleta hacia adelante y vuelve muy difícil el control del desplazamiento de la barra cuando se realiza primero. La recogida de la pierna posterior ha traído no pocas veces como consecuencia que se pierda algún levantamiento por lo demás bien realizado. Por supuesto, se esperaría que este patrón de ejecución estuviera bien incorporado a la secuencia por el entrenamiento diario.

Diferencias y similitudes entre el Arranque, el Clean y el Jerk.

A través de nuestro análisis hemos visto que existen diferencias fundamentales entre el Arranque y el Envión. No son simplemente diferencias técnicas, de peso levantado o de la proporción de fuerza y velocidad que requiere cada uno. El Jerk y el Arranque son movimientos rápidos que deben realizarse de manera rápida y precisa para ser eficaces, mientras que en el Clean hay mayor lugar para la aplicación de la fuerza para compensar la comisión de fallas técnicas evidentes. El Arranque se ha considerado en el Levantamiento de Pesas como un reflejo de la maestría técnica del levantador, mientras que el Envión se considera un reflejo de la fuerza. Tal vez esto sea cierto en caso del Clean, pero el análisis realizado muestran que los recursos de procesamiento se ven en el Jerk tan comprometidos como en el Arranque. Una de las explicaciones que los entrenadores y los teóricos del ejercicio proponen para justificar el mejor desempeño de los pesistas en el Clean que en el Jerk tiene que ver con la fuerza de los planos musculares que intervienen en cada uno. En el Clean la espalda tiene un papel mucho más activo que en el Jerk, donde actúa solamente como elemento estabilizador y conductor de la fuerza. Esto nos resulta poco convincente por dos razones: primero, se sabe de manera anecdótica que atletas con gran fuerza en todos sus planos musculares procedentes de deportes como el fútbol americano y las disciplinas de lanzamiento en atletismo pueden hacer el Clean con grandes pesos, pero les resulta muy difícil realizar el Jerk y el Arranque incluso con pesos moderados; y segundo, la temporalidad de los movimientos en el Jerk es distinta a los del Clean y el Arranque. El movimiento en el Jerk es más uniforme, en tanto que en el Clean y el Arranque hay etapas bastante más lentas que otras. Nosotros consideramos la posibilidad de que las diferencias principales tengan que ver con la comprensión del movimiento, con el funcionamiento de los subsistemas integradores y sobre todo con el ajuste temporal de los patrones de contracción muscular. Es decir, con la temporización y más concretamente con la temporización rápida proporcionada por los circuitos cerebelosos (ver capítulo 6). Esto puede contribuir a explicar por qué hay algunos atletas que ejecutan el Jerk con más facilidad que el Clean, aún cuando sus piernas sean considerablemente más débiles que las de otros atletas. Si la fuerza de los planos musculares que intervienen en los levantamientos fuera el factor determinante, resultaría en extremo difícil ver a atletas cuya marca en el Jerk supera a la del Clean en 10 kg o incluso más; pero los hay y no son tan raros de ver como se pudiera pensar. Aunque no conocemos datos estadísticos al respecto, podemos arriesgarnos

a plantear que entre un 10 y un 20% de los atletas pueden ejecutan el Jerk utilizando más peso que en el Clean. Por supuesto, no se deben descartar factores como el gusto de algunos atletas por el Jerk y su aversión o temor al Clean. Harán falta estudios controlados para dar una opinión definitiva al respecto. Y deseamos insistir una vez en el carácter especulativo del modelo que proponemos. Sólo la investigación empírica controlada podrá emitir opiniones definitivas respecto a estos temas, y ésta será posible cuando se cuente con los medios y metodologías adecuados para el estudio funcional de la conducta humana.

6.- Consideraciones sobre el papel de la temporización rápida en el Levantamiento de Pesas.

Una de las características de ejecución que distinguen a los levantadores de pesas destacados de aquellos que no lo son es el ajuste temporal correcto y armonioso de sus movimientos, muy notable en todas las etapas de su ejecución. No es raro que estos atletas no den la menor muestra de tensión inadecuada o forcejeo, aún cuando realicen ejecuciones máximas. En el ámbito del deporte, esta ejecución precisa se considera como una expresión de la coordinación motora del levantador. Esta cualidad hasta la fecha permanece poco comprendida. En términos generales, se considera que la coordinación es un reflejo de la actividad del sistema nervioso central, pero la manera exacta en que se produce resulta complicada de estudiar y explicar. Se han realizado gran cantidad de estudios biomecánicos que dan cuenta de algunas de las características que tienen las ejecuciones de los levantadores de pesas, especialmente en lo que se refiere al balance, postura y desplazamiento sucesivo de los segmentos corporales (Druzhinin, 1959; Román, 1965; Vorobiov, 1971; Ivanov, 1974; Herrera, 1978; Sobo, 1980; Herrera, 1980. Citados por Herrera, 1991; Garhammer, 1983; Garhammer, 2000), y aunque estos datos han permitido incrementar el conocimiento sobre la regulación, el control de la postura y las características del funcionamiento de algunas estructuras del sistema nervioso involucradas en ello, todavía se desconoce la manera en que todos estos procesos se coordinan en el tiempo.

Uno de los objetivos del presente trabajo es ofrecer una propuesta para la explicación de estos fenómenos en el ámbito del Levantamiento de Pesas. Gran parte de lo que aquí se expone se basa en los modelos de temporización rápida propuestos por Richard Ivry, que dependen fundamentalmente de la actividad del cerebelo. Durante mucho tiempo se ha considerado al cerebelo como un órgano que colabora en el control de equilibrio, la postura y los movimientos voluntarios (Ghez y Thach, 2001). En los últimos años, los estudios de resonancia magnética funcional han revelado que el cerebelo interviene también en funciones cognitivas, aprendizaje de patrones motores y procesamiento sensorial (Bower, 1997; Doyon, 1997; Hallet y Grafman, 1997; Ivry, 1997). Sin embargo, la manera en que lo realiza permanece sin ser determinada. Ivry (1997) propone caracterizar al cerebelo como un arreglo constituido por un número cuasi-infinito de temporizadores o circuitos capaces de “marcar” el tiempo en el que deben llevarse a cabo los procesos que intervienen en la expresión de la conducta. Los temporizadores que puede proporcionar el cerebelo serían utilizados en cualquier situación que requiera procesamiento temporal rápido. Hay distintas líneas de argumentación que proporcionan sustento a esta teoría, y las revisaremos brevemente antes de exponer nuestras ideas sobre el papel de la temporización rápida en el control de la coordinación de los movimientos y el aprendizaje motor relacionados con el Levantamiento de Pesas.

Circuitos de temporización del organismo.

La percepción del tiempo es una característica inherente a la constitución del ser humano y probablemente la mayor parte de los organismos vivos. Existen gran cantidad de procesos biológicos que se realizan a intervalos regulares: ciclos de sueño-vigilia, de reproducción,

hibernación, desarrollo, crecimiento, germinación de semillas, etc. Algunos de estos ciclos se dan una sola vez en la vida del organismo y se prolongan a lo largo de muchos años, como el crecimiento y el desarrollo (en plantas y animales pluricelulares). Existen otros ciclos que tienen periodos anuales (hibernación), mensuales (ciclo menstrual en la mujer), diarios (ciclo de sueño-vigilia) y de duración menor a un día. Todos ellos son controlados por diferentes estructuras, principalmente de los sistemas nervioso y neuroendócrino. En el presente capítulo nos referiremos principalmente a las estructuras y circuitos que controlan la temporización de intervalos cortos, pero haremos algunas consideraciones sobre otros circuitos temporizadores que también resultan relevantes en el Levantamiento de Pesas.

Núcleo supraquiasmático.- El núcleo supraquiasmático ha sido implicado en la regulación de algunos ciclos circadianos, especialmente el ciclo sueño-vigilia (Rechtschaffen y Siegel, 2001). Todavía no están claros los mecanismos de esta regulación; pero los estudios realizados en aves, ratas e insectos proporcionan algunos indicios. Parece que la luz solar degrada algunas proteínas sintetizadas en el núcleo supraquiasmático que regulan la expresión de algunos genes (llamados *clock* en la rata). En los periodos de oscuridad, estas proteínas se acumulan, regulando la síntesis de otras proteínas por intermediación de los genes *clock*. Las proteínas sintetizadas por los genes *clock* pueden afectar la función de los núcleos del tallo cerebral involucrados en la activación del tálamo y la corteza (Gilliam, Kandel y Jessell 2001). De este modo, el núcleo supraquiasmático puede actuar como un sistema temporizador regulado por los ciclos de luz-oscuridad que proporciona la señal de regulación para el ciclo sueño-vigilia. Debe señalarse sin embargo que el estado de sueño-vigilia no depende directamente de la actividad de este temporizador, sino de los núcleos del tallo cerebral que lo generan. El núcleo funcionaría proporcionando una señal regulatoria activada a intervalos regulares que contribuye a modular la acción de las estructuras del tallo cerebral. Es posible que algunos otros ritmos circadianos se basen en los patrones de temporización generados por el núcleo supraquiasmático. En el Levantamiento de Pesas en particular y en el deporte en general los ciclos circadianos regulados por el núcleo supraquiasmático tienen una importancia fundamental por lo menos en dos aspectos: existe evidencia anecdótica considerable de que la ejecución y la calidad del entrenamiento resultan beneficiadas apegándose a un horario estricto, preferentemente durante la mañana y las primeras horas de la tarde. El entrenamiento nocturno suele conllevar una ejecución inferior. Por otro lado, la liberación de moléculas como la hormona de crecimiento, fundamentales para la recuperación y el desarrollo del atleta, sigue un patrón circadiano. La mayor liberación de hormona de crecimiento se da durante la etapa de sueño de ondas lentas (Malacara y Galindo, 1998).

Ganglios basales.- Se ha sugerido que los ganglios basales tienen un papel primordial como sistemas de temporización. Los pacientes con enfermedad de Parkinson tienden a subestimar el paso del tiempo, y la investigación con animales ha mostrado que las vías dopaminérgicas de los ganglios basales están involucradas en la regulación de algunos temporizadores internos, los cuales proporcionarían a su vez señales tipo "marcapasos" que ajustan la temporalidad de otras actividades neuronales; por ejemplo, las neuronas dopaminérgicas de la sustancia negra operan como unidades marcapasos, produciendo pulsos regulares en el cuerpo estriado dorsal (Ivry, 1996). Los periodos de tiempo analizados en las investigaciones sobre los ganglios basales corresponden a intervalos del orden de los 30 segundos, que son más prolongados que los requeridos en la ejecución de

los movimientos propios del Levantamiento de Pesas. Sin embargo, este sistema podría ser de importancia capital en otros aspectos de la situación competitiva, como por ejemplo en ajuste de la preparación del levantamiento al tiempo que se concede para empezar a levantar. Esto significa que el atleta debe realizar la preparación del levantamiento, con todo lo que ello implica (ajustarse el cinturón, colocarse magnesias, ajustar la colocación de la barra, ajustar su agarre y adoptar la posición inicial, entre otras cosas) dentro del minuto del que dispone desde el momento en que es llamado a la plataforma. Si el deportista subestima el paso del tiempo, se arriesga a perder el levantamiento, si es que no logra iniciarlo en el tiempo señalado por el reglamento vigente de la IWF.

Corteza cerebral.- Las lesiones de ciertas estructuras corticales pueden afectar la temporización motora. Se ha reportado cierta asimetría hemisférica en la habilidad para reproducir intervalos temporales en pacientes que tienen lesiones corticales. Los daños en el hemisferio derecho producen sobreestimación consistente de intervalos de tiempo con duración de entre 1 y 5 segundos, mientras que los daños en el hemisferio izquierdo producen subestimación (Ivry, 1996). Pero parece que este efecto está relacionado solamente con patrones de temporización necesarios para la producción de movimientos, ya que la discriminación perceptual de ritmos no resulta afectada por este tipo de lesiones. Se desconoce hasta la fecha la manera en que las áreas corticales producen estos patrones de temporización, aunque sus conexiones con cerebelo podrían indicar la existencia de una interacción dinámica entre estas estructuras. Aunque el intervalo de 1 a 5 segundos aparenta ser poco importante en la ejecución del Levantamiento de Pesas, es posible que la interacción cerebro-cerebelo contribuya a controlar aspectos importantes de la ejecución, tales como el inicio de una secuencia después de que se ha terminado otra (por ejemplo, el inicio del Jerk después de haber completado el Clean) o inclusive la respuesta a estímulos como la señal de bajada de la pesa dada por el juez central.

Cerebelo.- Es la unidad de temporización que más nos interesa en el presente modelo, ya que los movimientos rápidos necesarios para el control y la ejecución de los levantamientos se desarrollan en los intervalos manejados por el cerebelo. Como ya se indicó, el cerebelo puede ser caracterizado como un arreglo constituido por un número cuasi-infinito de temporizadores de acción rápida, capaz de proporcionar circuitos que pueden ser utilizados en cualquier tarea o situación que requiera procesamiento de intervalos muy cortos (Ivry, 1997). Tal sistema resultaría especialmente útil en la ejecución de movimientos rápidos, con desplazamiento de grandes segmentos corporales. Como se ha discutido en los capítulos 4 y 5, el control del movimiento requiere un ajuste preciso de percepciones, patrones de integración nerviosa, esquemas de planeación y control, todo lo cual resulta difícil de coordinar sin la intervención de un sistema que proporcione los patrones temporales adecuados. En el Levantamiento de Pesas esto es especialmente cierto, ya que la mayor parte de los procesos involucrados en el control de los movimientos deben darse en lapsos de tiempo muy pequeños, posiblemente del orden de milisegundos. Aunque todavía no se conoce la manera en que el cerebelo actúa para proporcionar temporizaciones, existe una considerable cantidad de estudios clínicos que proporcionan apoyo a la hipótesis del cerebelo como un órgano temporizador y serán reseñados en los apartados siguientes.

Conexiones del cerebelo con el resto de las estructuras del sistema nervioso central

El cerebelo está ampliamente interconectado con el resto de las estructuras del sistema nervioso central a través de vías directas e indirectas. Tradicionalmente se ha dividido al cerebelo en tres regiones funcionales que están conectadas con diversas zonas del encéfalo y la médula espinal:

El vestibulocerebelo consta del lóbulo flóculonodular y recibe aferencias de los conductos semicirculares, los órganos otolíticos, los núcleos vestibulares, los tubérculos cuadrigéminos superiores y la corteza estriada. Sus eferencias las proyecta hacia los núcleos vestibulares medial y lateral, y a través del núcleo lateral, a los fascículos vestibuloespinales interno y externo. Esta división del cerebelo contribuye a controlar el equilibrio y los movimientos del ojo (Ghez y Thach, 2001). La interrupción de la vía eferente del cerebelo produce dificultad para mantener el equilibrio y caídas frecuentes en quienes la padecen.

El espinocerebelo comprende principalmente el vermis y la parte medial de los hemisferios cerebelosos. Sus aferencias provienen de la médula espinal, principalmente de los receptores somatosensitivos y le llegan a través de interneuronas de la médula a través de los núcleos precerebelosos. También recibe aferencias visuales, auditivas y vestibulares. Sus eferencias las proyecta hacia la médula espinal, el tronco encefálico (especialmente el núcleo rojo), los núcleos vestibulares laterales y a la corteza motora a través del tálamo. En conjunto, esta división contribuye al control de la postura, la mirada y la locomoción (Ghez y Thach, 2001). Las lesiones espinocerebelosas producen ataxia cerebelosa (movimientos descoordinados), errores en el ajuste temporal de los componentes del movimiento y temblores al final de los movimientos que se realizan (temblor terminal).

El cerebrocerebelo comprende la parte lateral de los hemisferios cerebelosos, que está muy desarrollada en los seres humanos. Esta división recibe aferencias de diversas áreas de la corteza cerebral por intermedio de los núcleos de la protuberancia, mientras que sus eferencias se proyectan principalmente a la corteza motora, premotora, a la corteza prefrontal (a través del tálamo ventrolateral contralateral) y al núcleo de la oliva inferior (a través del núcleo rojo parvocelular contralateral). El cerebrocerebelo parece estar implicado en la planificación, el ensayo mental de los movimientos, la valoración consciente de los errores del movimiento y el aprendizaje motor. Sus lesiones interrumpen la planificación motora y prolongan los tiempos de reacción (Ghez y Thach, 2001).

Por otro lado, existe una gran cantidad de datos experimentales que demuestran las amplias conexiones que el cerebelo tiene con estructuras como el hipotálamo, el sistema límbico (entre ellas, el hipocampo, el septum lucidum y la amígdala), el sistema propioceptivo, las cortezas parietal, temporal y occipital del cerebro y el locus coeruleus (Schmahmann, 1997). Muchos de los estudios que han aportado estos datos experimentales son poco conocidos debido al excesivo énfasis que se ha dado a la función del cerebelo en la regulación de la conducta motora. Sin embargo, las conexiones mencionadas parecen ser muy importantes en la regulación de muchos otros aspectos de la conducta, como por ejemplo las emociones (Schmahmann, 1997). La evidencia mencionada contribuye a sustentar la opinión de que el cerebelo se interconecta con casi todas las estructuras

principales del encéfalo a través de vías directas e indirectas. Respecto a la existencia de vías indirectas, se puede señalar que aunque hasta la fecha no están descritas conexiones directas del cerebelo con los ganglios basales, ambos mandan y reciben conexiones que forman circuitos de retroalimentación con muchas zonas de la corteza cerebral, de manera que es posible que exista intercambio información entre ambas estructuras a través de la corteza cerebral.

Bases para caracterizar al cerebelo como un sistema de temporización rápida.

Las funciones del cerebelo reseñadas en el apartado anterior se han tratado de explicar con el auxilio de diferentes propuestas teóricas. Algunas de ellas enfatizan su capacidad de procesamiento de entradas sensoriales (Bower, 1997) o su papel en la ejecución y el aprendizaje motor (Doyon, 1997). La propuesta de Ivry (1997) describe al cerebelo como un temporizador rápido al que pueden recurrir el resto de las estructuras corticales para llevar a cabo funciones de procesamiento que requieran algún tipo de control de tiempo. Aunque no se conoce hasta la fecha la manera en que el cerebelo podría proporcionar estos temporizadores, existen varias líneas de evidencia que apoyan esta caracterización. Para comprenderla adecuadamente, es conveniente recordar que el cerebelo se encargaría de proporcionar temporizaciones rápidas, con intervalos del orden de milisegundos. Los circuitos temporizadores necesarios para alguna función que requiera el manejo de intervalos más largos pueden ser proporcionados por otros sistemas temporizadores.

Como se describió en el apartado anterior, el cerebelo posee conexiones directas e indirectas con muchas, probablemente todas las estructuras encefálicas. Esto implica que la función del cerebelo podría ser invocada por cualquier estructura que requiera de un sistema temporizador rápido para ejecutar su procesamiento. El ejemplo más evidente sería el control de los movimientos voluntarios, en el que deben coordinarse en el tiempo patrones de contracción y relajación muscular muy complejos. Como se ha descrito más arriba, las estructuras involucradas en el control de la postura se encuentran ampliamente interconectadas con el cerebelo. Otras estructuras que realizan funciones que requieren esta misma clase de coordinación temporal rápida, como la corteza motora, poseen también amplias interconexiones con el cerebelo. Se ha postulado que esta interacción resulta importante inclusive en situaciones en las que no hay movimiento muscular evidente, por ejemplo, durante la realización de ensayos mentales (Ghez y Thach, 2001). Es posible que las conexiones del cerebelo con el hipotálamo estén involucradas en la temporización de reacciones emocionales o de acciones realizadas bajo el influjo de activaciones emocionales (Schmahmann, 1997).

Como segunda línea de evidencia, existe una considerable cantidad de estudios clínicos que comparan las ejecuciones motoras, la capacidad para la discriminación de estímulos y el aprendizaje sensoriomotor de pacientes con lesiones cerebelosas con las de individuos sanos o con lesiones en zonas diferentes del encéfalo. En resumen, estos estudios muestran que a los pacientes con problemas cerebelosos les resulta difícil discriminar entre dos tonos de diferente duración y juzgar la velocidad de estímulos visuales en movimiento. También manifiestan temblores de intención (el mecanismo se describirá en la siguiente sección), muestran una mayor variabilidad temporal en la ejecución de movimientos rítmicos con los

dedos y otras tareas que requieren la ejecución de patrones motores en intervalos de tiempo cortos (Hallet y Grafman, 1997; Ivry, 1997).

En tercer lugar, parece que es posible explicar el grueso de las funciones del cerebelo postulando su papel como temporizador. Según Ivry, esta propuesta especificaría un rol computacional único para el cerebelo, que no se vería limitado al dominio del control motor (Ivry, 1996). Si se caracteriza al cerebelo como un conjunto cuasi-infinito de temporizadores, se podría pensar que cada uno de ellos ajusta los intervalos de tiempo requeridos para la ejecución de una tarea en particular, tal como ocurre con las respuestas reflejas vestibulares (capítulo 4). Según Ivry, los temporizadores podrían tener una organización cronotópica en el cerebelo. Además, los circuitos interactuarían entre sí para llevar a cabo el control de la temporización en tareas complejas o que impliquen una gran diversidad de acciones (Ivry, 1996). Puede ser que las diferentes divisiones funcionales del cerebelo tengan organizadas en su estructura los circuitos de temporización rápida relacionados con las funciones que se le atribuyen a cada una.

La temporización rápida en el control del movimiento

La complejidad del movimiento es muy grande. Por muy sencillo que parezca un movimiento, el procesamiento sensorial, integrador y motor requerido para realizarlo constituye uno de los aspectos más complejos e interesantes del campo de estudio de la psicofisiología. Se ha mencionado en repetidas ocasiones que toda la actividad nerviosa del ser humano tiene como finalidad última la acción o la preparación para la acción; lo cual significa que todas las estructuras del sistema nervioso central y periférico intervienen en alguna medida en la generación y planificación de acciones y respuestas a las condiciones cambiantes del medio ambiente.

Aún tomando en cuenta las limitaciones físicas y fisiológicas, existe una variedad casi ilimitada de movimientos que es posible realizar; desde los movimientos extremadamente finos y delicados necesarios para disecar estructuras microscópicas hasta los movimientos amplios, enérgicos y explosivos de los atletas que participan en deportes de fuerza-velocidad. Casi resulta innecesario advertir que los movimientos explosivos imposibilitarían completamente la ejecución de tareas delicadas, así como los movimientos finos resultarían inútiles para levantar una barra cargada con más de 200 kg. Sin embargo, la manera en que el sistema nervioso coordina la ejecución de tareas tan diferentes no resulta tan obvia, pues aunque la planificación de ambos movimientos corre a cargo de las mismas estructuras nerviosas, no ocurre necesariamente lo mismo con la ejecución propiamente dicha.

Como se explicó en el capítulo 4, la planeación de los movimientos corre a cargo de las áreas premotora y motora suplementaria del lóbulo frontal del cerebro. Esto explica los resultados obtenidos en experimentos como el de la equivalencia motora, en el cual se pide a una persona que escriba una frase con las manos, los pies o incluso sosteniendo un lápiz con la boca. A pesar de las grandes diferencias cualitativas que se notan en la escritura

producida, los individuos son perfectamente capaces de llevar a cabo la tarea bajo tan diferentes condiciones de ejecución; esto es: el patrón o representación del movimiento es la misma, independientemente de las estructuras que la ejecuten (Ghez y Krakauer, 2001).

La instrumentación y ejecución de la tarea a realizar, en cambio, depende de la estructura corporal con la que se realice. Tomando como ejemplo la conducta mencionada en el párrafo anterior, señalemos para empezar que las manos, los pies y la boca están representadas de manera diferencial en la corteza motora primaria (recuérdese el homúnculo motor). Debido a ello, los axones que llevan la información a las estructuras encargadas de coordinar la ejecución son diferentes, así como las neuronas que continúan el procesamiento de la información en los núcleos de relevo. Los axones que conducen los estímulos por las vías piramidal y extrapiramidal recorren diferentes distancias hasta sus motoneuronas respectivas, dependiendo si van a las extremidades superiores o inferiores. Los que van hacia los músculos de la cara y el cuello ni siquiera recorrerán la médula espinal, sino que llegarán a sus músculos efectores a través de los nervios craneales V, VII, IX y XI. Por último, los movimientos finos necesarios para llevar a cabo la escritura requieren el uso de unidades motoras lentas que permiten movimientos finos, muy diferentes a las que se requieren para llevar a cabo movimientos enérgicos.

Un aspecto destacado en la ejecución de los movimientos es la temporización de los patrones de contracción y relajación muscular necesarios para realizarlos adecuadamente. Esto ha quedado de manifiesto con claridad en el análisis de multitud de movimientos simples y complejos. Gracias a estos análisis se ha podido llegar a dos conclusiones:

1) En todo movimiento están implicados gran cantidad de músculos que trabajan en conjunto, contrayéndose y relajándose en intervalos de tiempo muy precisos para dar la rapidez, precisión o suavidad requerida a los movimientos. La actividad de cada conjunto muscular depende del papel que éste deba realizar en la ejecución del movimiento. Por ejemplo al extender el brazo para alcanzar un objeto los músculos extensores del brazo se contraen; cuando el brazo se acerca al objetivo, es necesario detener el movimiento de la extremidad con la intervención de los músculos flexores actuando como antagonistas a los extensores. La activación de los flexores detiene el movimiento, pero por lo general la contracción que provoca la detención resulta excesiva y el brazo no será capaz de alcanzar su objetivo. Para ajustar el movimiento con la precisión requerida será necesaria una activación adicional de los músculos extensores (Ivry, 1996; Loeb y Ghez, 2001). Además de los músculos del brazo, otros grupos musculares (entre los que destacan los del cuello, la espalda y las piernas) actuarán como estabilizadores, contrayéndose de manera que contrarresten eficazmente las fuerzas producidas por el movimiento del brazo, previniendo así la alteración brusca de la postura. La actividad de estos músculos estabilizadores dependerá de la postura y el contexto funcional; esto quiere decir que será distinta dependiendo de si el individuo está de pie, sentado, o si sostiene algún otro objeto con otra mano. Ahora bien, para que el movimiento sea rápido y suave (sin temblores que afecten la precisión del movimiento) los diversos conjuntos musculares antagonistas deben activarse a intervalos de tiempo muy precisos. Estos intervalos son pequeños, del orden de los milisegundos en el caso de los movimientos rápidos. De no existir una adecuada temporización de los patrones de contracción (a cargo principalmente del cerebelo), la suavidad y la precisión de los movimientos pueden verse seriamente afectados (Ivry, 1996).

La literatura médica describe una diversidad de lesiones cerebelosas que producen diversas anomalías del movimiento. En su conjunto, estas anomalías reciben el nombre clínico de ataxia, y parece posible explicarlas atribuyendo al cerebelo un papel como temporizador. Esto se justifica en parte porque las alteraciones incluyen deficiencias en el procesamiento temporal de los movimientos, entre los que se han observado: 1) retraso en el inicio de las respuestas motoras; 2) errores en la amplitud del movimiento (que en parte pueden deberse a que la lesión produzca retrasos en la activación de grupos musculares que actúan como antagonistas, tal como se ha descrito), y; 3) errores en la velocidad y regularidad de los movimientos (Ivry, 1996, Ghez y Thach, 2001).

2) Los movimientos, por complejos que sean, se componen de segmentos discretos. Se ha determinado experimentalmente que las personas que dibujan trazos complejos con la mano realizan en realidad trazos simples en los cuales la mano describe ángulos iguales en tiempos iguales, y se ha encontrado que estas relaciones ángulo-tiempo son válidas prácticamente para todos los movimientos (Ghez y Krakauer, 2001). Todo esto es comprensible atendiendo a las características inherentes de la constitución de los músculos, articulaciones y la capacidad de acortamiento de las fibras musculares, que permiten realizar tareas a cierta velocidad y en ángulos determinados, con una fuerza determinada y recorriendo distancias determinadas. Si los segmentos que componen un movimiento son en realidad discretos, se puede pensar entonces que para producir un movimiento suave, sin solución de continuidad aparente, debe existir una temporización precisa en la ejecución de estos elementos discretos. La falla de coordinación de estos patrones de temporización se aprecia muy bien en pacientes que han sufrido lesiones cerebelosas, manifestándose como un temblor de intención que aumenta al acercarse el final del movimiento intencionado, como si el paciente tuviera dificultades para alcanzar el objetivo del movimiento (Ivry, 1997; Ghez y Thach, 2001). Evidentemente, esta situación podría perturbar seriamente la ejecución de movimientos que requieran rapidez y precisión.

Como los movimientos rápidos e intencionados tienen un valor adaptativo fundamental para todas las especies que los realizan, podemos apreciar la importancia que tiene la temporización rápida en la ejecución del movimiento. Un movimiento descontrolado, con temblores de intención y poco preciso resulta muy poco adaptativo, e incluso puede comprometer seriamente la capacidad de supervivencia de un organismo (pensemos en los movimientos de huida y evasión que deben realizar los animales para escapar de sus depredadores). Por ello, el surgimiento y evolución de una estructura como el cerebelo, especializada en la regulación de temporizaciones rápidas representa una importante ventaja adaptativa y permite ampliar el repertorio de conductas que puede ejecutar una especie determinada. Es posible que el cerebelo, al hacerse cargo de la temporización rápida, permita utilizar más eficientemente los recursos proporcionados por otras estructuras nerviosas y optimizar su funcionamiento.

En el análisis del Arranque y el Envión realizado en los capítulos 1 y 5 hemos podido constatar que el movimiento aparentemente continuo en ambas modalidades de levantamiento puede ser dividido en múltiples segmentos, y que en cada uno ocurren gran cantidad de eventos musculares y nerviosos relacionados con cambios de trayectoria de los planos musculares y la barra. Estas diferencias en la aplicación de esfuerzos musculares y recursos de procesamiento conducen a alteraciones de la velocidad y la trayectoria del sistema barra-atleta. El hecho de que todos estos elementos deben armonizarse para conseguir una ejecución óptima condiciona que los patrones de contracción muscular estén sujetos a un control temporal estricto. Pensemos en el caso del Jerk. En el capítulo 1 se señaló que los resultados experimentales muestran que resulta indispensable que los atletas consigan realizar el tránsito de la semiflexión al saque en un intervalo máximo de 0.2 s, si desean obtener resultados competitivos a nivel internacional. El tránsito de la semiflexión al saque requiere de un cambio brusco de la trayectoria de desplazamiento de las masas de la barra y el cuerpo del atleta, y la mayor parte de la fuerza requerida es suministrada por los músculos de las piernas. Para realizar el tránsito de la semiflexión al saque es necesario invertir el sentido del movimiento de múltiples articulaciones, entre las que destaca de manera especial la rodilla. Todo esto requiere el trabajo coordinado de grupos de músculos antagonistas, en este caso los de la cadera, las rodillas, los tobillos y los pies, mientras otros grupos musculares funcionan como estabilizadores en el tronco, el cuello y los brazos. Cualquier retraso, aunque sea ligero, en los patrones de contracción y relajación de los planos musculares puede conducir a alteraciones graves de la trayectoria del atleta y la barra, tal como se ha analizado en el capítulo 1. Resulta indispensable la coordinación temporal adecuada de los conjuntos musculares antagónicos de cada articulación, así como también que los conjuntos de todas las articulaciones involucradas funcionen de manera planificada, cada uno en el momento requerido para garantizar la ejecución adecuada del movimiento. Estas características complican sobremanera el control temporal del movimiento. Un temblor de intención o dismetría ligero puede dar como resultado la imposibilidad de culminar exitosamente un levantamiento máximo, ya que las fuerzas sobre la barra y la manera en que éstas interactúan exigen que los movimientos sean ejecutados en intervalos precisos para lograr el desplazamiento a la velocidad y con la trayectoria requerida.

Por otro lado, la temporización también es importante en el control de la postura, el mantenimiento del equilibrio y posiblemente en el procesamiento de la información somatosensorial indispensable para la ejecución correcta del movimiento. Los cambios de posición de las articulaciones, de la cabeza, del tronco y los ojos suministran información de posición que debe ser procesada para generar las respuestas musculares necesarias para el control y ajuste postural. Todo este procesamiento debe llevarse a cabo también en intervalos de tiempo muy cortos cuando se realizan movimientos rápidos. En el ejemplo del Jerk, los levantadores expertos parecen saber de alguna manera en qué momento del descenso en la semiflexión han conseguido el ángulo óptimo de la articulación de la rodilla (y posiblemente también de otras articulaciones) para realizar el cambio al saque. La señal puede ser generada ya sea por la integración de información de los husos musculares, los órganos tendinosos de Golgi, los receptores articulares y el subsistema vestibular, o porque

de algún modo el levantador ha conseguido establecer por ensayo y error un intervalo de tiempo óptimo para la ejecución del movimiento con cada peso, si se toma en cuenta que el peso puede alterar la intensidad del estímulo proporcionada por los receptores de movimiento. Pero en cualquier caso, el levantador es capaz de percibir el momento adecuado para realizar el cambio de dirección. Cuando los cambios de posición son más acusados (como en el desliz del Clean y el Arranque), el ajuste temporal de la percepción, procesamiento e integración de la información necesarios para ejecutar y ajustar el movimiento podría ser todavía más notable, ya que estos movimientos implican el desplazamiento de mayor cantidad de conjuntos musculares que deben actuar en intervalos de tiempo precisos. Si el trabajo de los planos musculares de todo el cuerpo no está bien ajustado, puede verse comprometida la estabilidad y el equilibrio del sistema barra-atleta, lo que podría ocasionar la falla del levantamiento.

No ignoremos tampoco el resto de las conexiones que posee el cerebelo con las estructuras del sistema nervioso central. Es posible, por ejemplo, que una alteración en la temporización del movimiento contribuya a producir una respuesta emocional. Si el atleta percibe de algún modo que está efectuando los levantamientos con lentitud, puede manifestar una reacción emocional mediada por estructuras del sistema límbico (como el cíngulo y el cuerpo amigdalino) que lo lleven a un incremento de la vigilancia, el tono cortical, la activación del sistema nervioso simpático y a la facilitación cortical mediada por el área de asociación parietal posterior, todo lo cual en su conjunto permitirá incrementar la actividad de los sistemas integradores (entre los que destaca la atención, con sus mecanismos de facilitación sobre neuronas de corteza motora) y con ello la velocidad y eficacia de los levantamientos.

El aprendizaje motor.

La planeación del movimiento, como ya se anotó, corre a cargo de las áreas motoras prefrontales, pero los patrones temporales (al igual que el ajuste de los reflejos vestibulares y somatosensoriales) relacionados con las ejecuciones motoras nuevas deben aprenderse también. Cuando se aprenden conductas motoras nuevas se observan incrementos significativos de la actividad cerebelosa (Doyon, 1997; Hallet y Grafman, 1997; Ivry, 1997). Esto ha llevado a considerar que el cerebelo tiene un papel importante en el aprendizaje motor. Bajo nuestro punto de vista, el cerebelo intervendría en el aprendizaje de los patrones de temporización adecuados para la tarea que se considere; y éstos a su vez permitirán la organización de la actividad nerviosa necesaria para la ejecución de los nuevos movimientos. El aprendizaje se lograría creando nuevos temporizadores que serán utilizados en ejecuciones posteriores de la misma conducta. Esta hipótesis, de resultar correcta, sería válida también en el caso de los movimientos propios del Levantamiento de Pesas. Por ahora desconocemos de qué manera podría llevarse a cabo este proceso, pero la actividad del cerebelo durante el aprendizaje motor y las funciones de temporización del cerebelo exploradas hasta el momento parecen proporcionar bases para sustentar la hipótesis. En cualquier caso, si suponemos que el cerebelo actúa de la manera propuesta, resulta sencillo apreciar que su intervención resulta decisiva en la creación y consolidación de los patrones de temporización necesarios para la ejecución adecuada del movimiento.

Estos patrones (y sus circuitos correspondientes) exhiben características de plasticidad, pues son susceptibles de corrección y modificación mediante el entrenamiento adecuado. Los patrones incorrectos pueden modificarse realizando diversos ejercicios auxiliares que obliguen al levantador a utilizar el patrón motor y temporal adecuado. Como ejemplos se pueden mencionar al envión desde los soportes y el saque de envión, dos ejercicios muy utilizados para corregir patrones motores y temporales erróneos, muy frecuentes en la ejecución del Jerk (Herrera A, 1991. Pp. 50). Sin embargo, la corrección de errores (sean de técnicos o de temporización) suele requerir mucho tiempo y no siempre se consigue una ejecución óptima, aún cuando las condiciones anatómicas del levantador pudieran permitirlo, y esto resulta especialmente cierto en levantadores avanzados que llevan años ejecutando sus levantamientos con un patrón incorrecto. A ello se agrega la observación anecdótica de que los patrones erróneos tienden a reaparecer con mucha frecuencia en la ejecución de intentos con pesos máximos y submáximos, por lo cual se busca siempre realizar estos ejercicios correctivos con el máximo peso posible. La eficacia de los procesos de aprendizaje y corrección de errores en el movimiento podría depender de las capacidades plásticas del sistema nervioso de cada deportista. Es muy frecuente ver que existen levantadores, inclusive de categoría mundial, que no realizan adecuadamente los patrones motores y realizan levantamientos muy por debajo de sus posibilidades de fuerza; y en los que cualquier intento de corrección del patrón motor o temporal tiene solamente un efecto moderado y en ocasiones transitorio.

Como nota final y tomando en cuenta todo lo discutido en el presente capítulo, consideramos que es posible que el aprendizaje mediado por las estructuras cerebelosas se extienda a la temporización de patrones somatosensoriales y atencionales, atendiendo a la gran importancia que tienen estas estructuras en el control del movimiento y a que las conexiones que posee el cerebelo con los subsistemas encargados de este tipo de procesamiento son muy abundantes.

7.- Conclusiones.

El deporte es un fenómeno complejo que forma parte importante de la quehacer humano y tiene profundas implicaciones a todos los niveles de la conducta humana. Aunque los métodos de entrenamiento y la organización deportiva actual requieren y enfatizan el trabajo en equipo de especialistas, comerciantes, deportistas, entrenadores y aparato gubernamental, en un último análisis un deportista es una entidad biológica individual; un organismo que aún cuando esté inmerso en el mismo ambiente social e histórico que otros, cuenta con un equipo psicofisiológico individual. Los principios fisiológicos de funcionamiento son iguales para todos los individuos, aunque las influencias a las que han estado expuestos a lo largo de la vida y el desarrollo no lo sean. Por ello nos parece que indispensable la participación de docentes e investigadores para la investigación en el deporte y la preparación de los atletas, para comprender los principios psicobiológicos de funcionamiento del organismo, encontrar los medios adecuados para optimizarlos y enseñarlos eficazmente al mayor número posible de atletas y entrenadores. En este trabajo sustentamos la opinión de que la base de la conducta es la interacción dinámica del organismo con el ambiente, y esto requiere la integridad y el funcionamiento de todos los subsistemas corporales. Muchos psicólogos sociales consideran la primacía del ambiente en la determinación de la conducta y organización del individuo, pero debemos tener presente en todo momento que en lo que se refiere a la conducta humana, el ambiente no construye en el vacío. Los estudios de lesiones han mostrado que hay defectos de procesamiento que no pueden ser superados independientemente de la forma en que se manipule el ambiente. Una estructura nerviosa perdida o lesionada en un organismo adulto con capacidad plástica limitada produce alteraciones irreversibles de la conducta (como en la enfermedad de Huntington o la demencia senil tipo Alzheimer por, ejemplo).

Los subsistemas corporales tienen principios generales de funcionamiento establecidos en el plan genético básico de la especie humana, y la eficiencia con la que funcionan está influida en gran medida por los genes: un conjunto de genes que produzcan enzimas o proteínas más eficientes pueden aumentar la capacidad plástica o de procesamiento del organismo. Podrían producir por ejemplo que el subsistema de memoria pueda almacenar recuerdos de manera más eficiente o que el subsistema de programación motora aprenda y ponga en operación patrones motores nuevos y complejos con mayor facilidad. Otra parte importante de la eficiencia de los subsistemas la determina el ambiente. Por ejemplo, la alimentación adecuada y la oportunidad de poner en juego el funcionamiento de los subsistemas en las etapas del desarrollo en que la capacidad plástica del organismo es mayor tiene efectos profundos sobre su eficiencia y capacidad de operación, como lo constatan los estudios que analizan la influencia de factores ambientales sobre la conducta, incluso en cosas tan básicas como la percepción del espacio y la perspectiva (Papalia y Wendkos, 1989. Pp. 266-267). Como ejemplo concreto, el hecho de que los seres humanos posean redes atencionales está determinado en el plan genético de la especie, mientras que su eficacia y su uso propositivo dependen de factores genéticos y ambientales entre los que se encuentran el ambiente en que se desarrolla el individuo, la educación, la oportunidad de enfrentar tareas que requieran el uso de las redes atencionales y las estrategias que se hayan aprendido para focalizar la atención.

Nuestro trabajo representa un intento por analizar el Levantamiento de Pesas desde la perspectiva de lo que se conoce sobre el funcionamiento básico de los subsistemas corporales y cómo puede ser afectado este funcionamiento por algunas de las influencias ambientales más relevantes; como la educación, el ambiente, el entrenamiento y procesos fisiológicos como el desarrollo y la adaptación al entrenamiento. Consideramos que el conocimiento actual sobre estos temas nos permite realizar algunas especulaciones fundadas sobre el funcionamiento y la interacción de los subsistemas corporales, así como anotar algunas consideraciones sobre la manera en que pueden ser afectados por las influencias ambientales a las que se enfrenta el individuo en el contexto competitivo del Levantamiento de Pesas. A lo largo del trabajo hemos visto que el levantador de pesas requiere oportunidades sociales, entrenamiento, técnicas, modos de enfocar su atención y controlar sus emociones, secuencias de acciones establecidas que le permitan evitar o combatir los problemas a los que puede enfrentarse en una competencia, entre muchas otras cosas. Sin ellas sus posibilidades de enfrentar con éxito una situación competitiva se verán considerablemente reducidas. Es decir, que hay un correlato psicofisiológico susceptible de ser investigado y comprendido en conductas tan complejas como puede serlo el deporte.

La función general de los subsistemas sensoriales es llevar información desde la periferia hasta el sistema nervioso central. Esta información permite construir una representación de la situación competitiva y ubicarse en ella. En los capítulos 4 y 5 se vio que el papel del subsistema auditivo está limitado a la detección de sonidos significativos como la señal de bajada y el llamado a la plataforma. Por otra parte, los subsistemas visual, somatosensorial y vestibular en conjunto regulan la postura y el desplazamiento del atleta durante la ejecución de un levantamiento y en los momentos previos a ella. Pero aunque estos tres subsistemas trabajen en conjunto en el control de la postura, su contribución relativa parece depender del tipo de desplazamiento y si la trayectoria de la pesa ha impuesto algún tipo de perturbación a la misma. Los desplazamientos en el plano horizontal parecen depender sobre todo de los subsistemas visual y vestibular, especialmente durante la ejecución del desliz, donde el desplazamiento es más pronunciado. En cambio, el subsistema somatosensorial contribuye principalmente en la detección de perturbaciones en la trayectoria de la barra, debido a que una perturbación ligera o moderada puede no afectar la posición de la cabeza, pero sí a los propioceptores de los músculos y las articulaciones. El subsistema somatosensorial resulta igualmente importante en la detección de texturas, la detección del peso de la barra y la estabilidad de la plataforma. Por otra parte, los estímulos irrelevantes e inclusive el peso percibido pueden afectar el funcionamiento de los subsistemas integradores.

Los subsistemas integradores tienen la función de construir la representación de la situación, concentrar los recursos de procesamiento en la recepción de información y la ejecución de la tarea, adquirir y recuperar experiencias y asegurar un estado de activación óptimo para la preparación y el desarrollo del levantamiento. En el ámbito del deporte destacamos la función de los subsistemas atencional y emocional, especialmente en lo que se refiere al control del foco atencional y la activación emocional. Ya hemos anotado que en psicología del deporte se recomienda desde hace tiempo la utilización de técnicas para el control de la atención y el estrés. La investigación realizada por medio de entrevistas exhaustivas sobre las estrategias mentales utilizadas por competidores de alto nivel muestra la importancia que ellos conceden al control emocional, la automatización de

programas y rutinas, la visualización, la búsqueda de estrategias alternas para afrontar los problemas y el control del estrés y la ansiedad (Orlick, 1986; Orlick y Partington, 1988; Gould et al, 1992. Citados por Weinberg y Gould, 1996. Pp. 56-58). Tales estrategias permiten la utilización de los recursos de procesamiento en la tarea que se tiene que realizar, contribuyendo a enfocar la atención y a eliminar la ansiedad y el estrés. En el deporte actual, los programas de entrenamiento y la selección de los deportistas permiten que varios de ellos consigan el nivel físico y técnico para pelear por el primer lugar incluso en competencias internacionales. Sin embargo, parece que no son muchos todavía los que dedican aunque sea unos minutos al día al entrenamiento de destrezas psicológicas (Weinberg y Gould, 1996. Pp. 274). Muchos atletas y entrenadores se dirigen a los psicólogos del deporte para solicitarles asesoría solamente cuando hay estancamiento o disminución de los resultados competitivos, momento para el cual los patrones inadecuados de activación emocional y atencional se han establecido y reforzado durante ya mucho tiempo. Todavía son muchos los entrenadores que parecen dar por sentado que el atleta sabe como concentrarse o dominar su nerviosismo, cuando la evidencia anecdótica y los estudios muestran que generalmente no es así (Weinberg y Gould, 1996. Pp. 275). Pensamos que el entrenamiento en control de la atención y la activación emocional debería formar parte integral de la educación deportiva del atleta, y que este aprendizaje resulta útil no sólo en el ámbito del deporte, sino también en cualquier tarea que requiera desempeño óptimo. Un aspecto interesante del deporte y el control de la ansiedad y la atención tiene que ver con el énfasis cultural que se pone en obtener la victoria a toda costa. La presión para ganar resulta muy estresante para muchos atletas, como lo muestran las entrevistas y reportes anecdóticos recogidos prácticamente en todas las especialidades deportivas. El público en general y una gran parte de los atletas y entrenadores consideran que hay que salir a "darlo todo", y en efecto: la competencia exige que el atleta utilice al máximo sus posibilidades físicas y psicológicas. Pero irónicamente, parece que el poder "darlo todo" implica que se disminuya la actividad de algunas áreas encefálicas y que se filtre gran parte de la información que podría llegar hasta los subsistemas integradores, pues de otro modo será muy difícil el poder utilizar los recursos de procesamiento en las partes críticas de la tarea. Y a juzgar por la evidencia anecdótica, parece que sólo algunos pocos deportistas de gran nivel llegan a dominar completamente estas destrezas y parece también que algunos de estos pocos llegan a dominar su deporte a lo largo de varios años.

El papel del subsistema de memoria es principalmente contribuir como un almacén dinámico de procedimientos (entre los que se encuentran los programas motores para ejecutar los levantamientos), experiencias, pensamientos y contextos de interpretación para la elaboración de representaciones. La información almacenada en el subsistema de memoria afecta el funcionamiento de todos los demás subsistemas integradores. Los recuerdos y cogniciones pueden actuar como distractores o motivadores; los procedimientos y contextos de interpretación permiten realizar tareas y adaptarlas a las necesidades del momento utilizando la información almacenada. Muchos recuerdos actúan como potentes perturbadores porque llevan aparejado un componente emocional sustancial, pero estos recuerdos en algunos casos pueden actuar como motivadores, activando el área tegmental ventral u otros centros que se piensa que están relacionados con la conducta motivada. Algunos atletas pueden valerse de recuerdos de ejecuciones anteriores para incrementar esta activación. Hay reportes anecdóticos de atletas que afirman que la aspiración de obtener un desquite deportivo los motiva y los enciende, lo cual podría

contribuir a reclutar vías de activación del tono cortical. Algo similar podría pasar con relación al subsistema emocional. El ajedrecista y entrenador A. Yusupov (1994) afirma que algunas jugadas especialmente prometedoras resultan casi imposibles de encontrar en el análisis casero, sólo se les encuentra durante la partida y bajo los efectos de una alta emocionalidad. En principio, es posible que esto mismo ocurra en una competencia de Levantamiento de Pesas, pero como se ha insistido a lo largo de este trabajo, la activación por sí sola no basta: es necesario concentrar la atención en la tarea para eliminar fuentes potenciales de distracción y asegurar el aprovechamiento óptimo de la facilitación producida por la activación. Por otra parte, no debemos olvidar que las experiencias adquiridas en cada competencia se irán incorporando al subsistema de memoria y afectarán la conducta en las formas que ya hemos considerado. El proceso de aprendizaje e incorporación de experiencias es continuo, y esto contribuye a explicar por qué algunos levantadores avanzados pueden llegar a desarrollar bloqueos o patrones desfavorables de ejecución cuando se enfrentan a ciertos pesos o circunstancias. Resulta muy común observar que algún pesista afloja la espalda o proyecta los brazos hacia delante cuando se enfrenta con un peso determinado; en estos casos, los entrenadores y compañeros realizan observaciones de este tipo: “siempre dobla la espalda cuando le toca levantar 170 kg”. Estos patrones de ejecución resultan sumamente difíciles de corregir, y consideramos que se debe en parte a que incluyen componentes emocionales intensos y perturbadores, adquiridos en el transcurso de una competencia o un entrenamiento.

El subsistema de programación motora se encarga de la implementación del programa motor, el aprendizaje de nuevos patrones motores y la coordinación y el ajuste de adecuado del movimiento. La gran diversidad de estructuras corticales y subcorticales que lo componen es un reflejo de la complejidad del control motor. Una de las principales propuestas de este trabajo se da en el sentido de que los elementos de temporización resultan críticos para la realización de los levantamientos. La generación de potencia requiere que los movimientos se hagan tan rápidamente como sea posible y de manera adecuada para no desviar a la barra de su trayectoria ideal. Como vimos en el capítulo 5, esto puede resultar especialmente significativo durante la ejecución del Arranque y el Jerk, donde la estabilidad es precaria y las posibilidades de corregir un movimiento están muy disminuidas. Cuando un músculo se contrae otro debe relajarse y volverse a activar en el momento adecuado para garantizar que el movimiento se realice con la precisión requerida, como por ejemplo en el caso del cambio de la semiflexión al saque en el Jerk, la falta de eficiencia en la programación de los mecanismos temporizadores podría tener una parte importante en la explicación de las fallas en el Jerk, así como la falta de la comprensión de la temporización adecuada en los patrones de contracción y relajación de los músculos antagonistas de las articulaciones de la rodilla y la cadera. Si se mantienen todos los músculos tensos, la activación de los músculos extensores se opondrá a la fuerza generada por los flexores, disminuyendo la cantidad de trabajo y potencia que las piernas pueden producir, lo cual dificultará mucho el levantamiento de pesos máximos. Según la teoría de Ivry que hemos expuesto en el capítulo 6, estos patrones temporales de activación y relajación estarían coordinados principalmente por el cerebelo (véase).

El funcionamiento y la eficiencia de los subsistemas sensoriales determina en buena medida la reconstrucción de la situación competitiva, pero la participación de los subsistemas integradores es por lo menos igual de importante. La reconstrucción de la

situación es un proceso dinámico: los subsistemas sensoriales no permiten el paso de toda la información al cerebro; la información de un subsistema sensorial se integra con la de los demás en las áreas de asociación, así como con las experiencias previas y los contenidos emocionales asociados a ellas. Una percepción no es simplemente el paso y la integración de la información recibida por los sentidos: necesita un contexto de interpretación, creado por los contenidos de memoria, las emociones, los pensamientos asociados a la situación, y el estado funcional del individuo. Todo esto está determinado por el entrenamiento, las experiencias previas, la interpretación y significado que se les atribuyó a esas experiencias previas, las expectativas, y las creencias del levantador; entre otras cosas. Los psicólogos del deporte han creado teorías que pretenden dar cuenta de la manera en que se elaboran y cómo funcionan estos contextos de interpretación de la situación competitiva. Entre estas teorías están la del motivo de logro (¿por qué compito?), la teoría de la atribución (¿logro mis objetivos por mi capacidad y mis méritos o simplemente porque tuve la suerte de que no vinieran los rivales más fuertes?), la teoría de la autodeterminación (¿Hago lo que hago por mí mismo o porque mi entorno me lo impone de algún modo?), la teoría del aprendizaje social (¿Hago lo que hago porque imito modelos de conducta, como deportistas famosos a los que admiro?), y otras (para una exposición de estas teorías ver la referencia M). Todas estas teorías han demostrado ser útiles en la explicación de muchos fenómenos relacionados con el deporte, y nosotros consideramos que las interpretaciones construidas con estas teorías tienen su sustento fisiológico en la acción conjunta de los subsistemas sensoriales e integradores. El que cada una de estas teorías no hayan logrado explicar más que algunos aspectos de la conducta del deportista tiene que ver con el énfasis que cada una pone en ciertos aspectos del ambiente como sustento último de la conducta; y en el olvido o la subestimación del funcionamiento de los mecanismos plásticos e integradores del organismo. Todavía no se tiene una idea muy clara de los mecanismos por los cuales las experiencias ambientales determinan la integración de la percepción y la conducta; pero parece que contribuyen a formular pensamientos, emociones, recuerdos y contextos de percepción que dependen del funcionamiento conjunto de los subsistemas integradores, los modos de interacción de las estructuras encefálicas y las capacidades plásticas del organismo. Recordemos que los programas motores pueden cambiar con el entrenamiento adecuado, las emociones y cogniciones pueden ser modificadas por la experiencia y con técnicas cognitivas, conductuales, cognitivo-conductuales y psicoanalíticas. También es posible aprender a enfocar la atención y a disminuir la activación del sistema nervioso simpático mediante técnicas como la respiración diafragmática, la relajación muscular progresiva y la visualización (Weinberg y Gould, 1996. Pp. 287-418).

En la última parte del capítulo 4 se dedicó un párrafo a considerar el papel de la cognición en el Levantamiento de Pesas y afirmamos que resulta poco relevante en la situación competitiva. Es necesario matizar esta afirmación. Vamos a considerar que las cogniciones son las ideas y pensamientos que se tienen sobre una situación concreta, un proceso o un aspecto determinado de la realidad; mientras que la cognición o pensamiento es el proceso mediante el cual se generan estas cogniciones. La cognición como tal tendría la función de generar las cogniciones o pensamientos que tiene el levantador a cerca de sí mismo, sus rivales, el entrenamiento, el deporte o la competencia. Este proceso resulta complicado y difícil de estudiar, y nos parece probable que se lleve a cabo por el funcionamiento conjunto de todos los subsistemas integradores, y con información aportada por la mayor parte de los subsistemas sensoriales (si no es que también todos). Pensamos que el proceso

(la cognición) tiene un papel decisivo en el aprendizaje, el entrenamiento, la selección de una rutina precompetitiva y en la elección de las acciones adecuadas para lograr todos estos objetivos. Muy posiblemente tenga también un papel destacado en la percepción inicial de la situación competitiva, por lo menos en algunos levantadores. Se podría pensar que la elaboración de la representación corre a cargo de la cognición o forma parte importante de ella. Sin embargo, si nos enfocamos en la situación competitiva propiamente dicha, nos encontramos con el problema de que echar a andar procesos tan complejos como la cognición puede desviar la atención de la tarea que se debe realizar, y posiblemente resulte casi innecesario en el caso de levantadores experimentados, con un alto grado de automatización en sus rutinas competitivas y sus programas motores. Por otra parte, ¿qué procesos cognitivos se utilizarían? Parece evidente que no veremos aquí razonamiento matemático, razonamiento abstracto o situaciones de análisis y síntesis. Se podría argumentar que la elaboración de una representación de la situación competitiva conlleva elementos de razonamiento abstracto, análisis y síntesis. Esto es difícil de comprobar, pues ya hemos visto que la actividad y el procesamiento de la información en los subsistemas integradores parece suficiente para construir la representación, aún cuando el proceso no se comprenda claramente. Ahora bien, si se considera que esto que se acaba de mencionar es procesamiento cognitivo, entonces los objetivos de este trabajo no nos proporcionan razones para considerarlo por separado. Y en lo que se refiere a las cogniciones, si hemos considerado su papel como elementos motivadores, distractores o para la fijación del procesamiento atencional; aún cuando no se haya formulado su papel de manera explícita. En un último análisis, las cogniciones forman parte de los contenidos del subsistema de memoria.

Los factores educativos, las políticas deportivas y el ambiente social tienen un importante papel como factores de selección. Y sus influencias alcanzan el desarrollo del individuo, su cúmulo de experiencias y sus modos de interacción y entrenamiento. En países desarrollados con gran tradición en investigación deportiva suele enfatizarse el desarrollo multilateral de la preparación y educación física del niño, y los programas buscan el desarrollo de las cualidades físicas fundamentales, así como el balance, equilibrio y coordinación de los movimientos. Esto podría tener profundas implicaciones en el funcionamiento de algunos subsistemas sensoriales e integradores. Parece ser que el desarrollo de los subsistemas tiene periodos sensibles, pasados los cuales el individuo ve limitada su capacidad para desarrollar niveles más eficientes de procesamiento. Los entrenadores saben que es muy difícil que un atleta que se inicia tarde (digamos después de los 17 años de edad) logre resultados competitivos destacados, aunque no se comprendan bien los fenómenos que dan cuenta de ello. Nosotros consideramos que esto se debe en parte a la disminución de las capacidades plásticas del organismo y en parte a que a estas edades ya se han establecido modos de procesamiento inútiles y hasta potencialmente perjudiciales para la actividad del Levantamiento de Pesas, entre los que podrían encontrarse modos de control atencional y emocional, maneras de comprender el movimiento y posiblemente consideraciones acerca de la propia capacidad para manejar los pesos grandes. Los entrenadores han observado desde hace mucho tiempo que a los individuos que se inician tardíamente en el Levantamiento de Pesas les cuesta mucho trabajo adoptar las posiciones corporales necesarias, comprender y ejecutar los movimientos, prescindir del empuje con los brazos en el Jerk e inclusive “perderle el

miedo” a los pesos grandes. Y estas fallas suelen persistir a lo largo del tiempo y son difíciles de erradicar.

A lo largo de este trabajo hemos tenido la oportunidad de explorar la riqueza de los eventos y procesos psicofisiológicos que están involucrados en la situación competitiva del Levantamiento de Pesas, y hemos obtenido nociones de su enorme complejidad y la gran variedad de estímulos y circunstancias a las que el atleta está sujeto en ella. Se podría pensar que en realidad no hay suficiente evidencia experimental para sustentar la existencia de esta complejidad y que gran parte de lo que se observa corresponde a atribuciones o conjeturas sobre los procesos que se estudian. A nosotros nos parece que existen técnicas como la filmación de los atletas y los registros observacionales que pueden proporcionar elementos para sustentar la existencia de por lo menos una parte de los procesos que se analizan. Los estudios realizados en otras tareas más sencillas mediante el uso de métodos como la resonancia magnética funcional han revelado la gran riqueza de los procesos nerviosos que ocurren en los fenómenos conductuales (véanse Kandel, 2001 y Rosenzweig, Breedlove y Leiman, 2002 para exposiciones detalladas de gran cantidad de estos estudios). Por otro lado, los reportes anecdóticos presentados pueden ser recopilados sistemáticamente por medio de cuestionarios como el que se presenta en el anexo del presente trabajo y pueden ser sujetos a análisis de confiabilidad y validez. Los estudios con resonancia magnética funcional en los que se analice la actividad de las estructuras encefálicas relacionadas con los procesos que aquí se han considerado, en deportistas entrenados para visualizar de manera muy vívida su desempeño en situaciones competitivas, pueden proporcionar información adicional. Es necesario tener en cuenta que este tipo de estudio presenta cuatro problemas importantes: 1) hasta ahora permite medir solamente el incremento del flujo sanguíneo a las áreas que se estudian. El incremento del flujo sanguíneo está fuertemente relacionado con el incremento de actividad eléctrica de las neuronas de las áreas encefálicas, pero existe un retraso entre la activación y la detección del aumento del flujo sanguíneo, por lo cual esta técnica todavía no es adecuada para medir cambios de actividad neuronal en procesos que se llevan a cabo con mucha rapidez (Rosenzweig, Breedlove y Leiman, 2002. Pp. 306); 2) hasta ahora, la imagen obtenida con resonancia magnética funcional no permite conocer la actividad de neuronas únicas, lo cual resultaría importante para comprender las influencias que integran y regulan su actividad. Hasta ahora sólo pueden estudiarse con técnicas electrofisiológicas; 3) es necesario un diseño experimental cuidadoso que asegure la manifestación de los procesos que se están estudiando. Esto resulta especialmente importante, porque como algunos investigadores lo han notado, la falta de precaución en la elaboración del diseño experimental conduce a errores de interpretación de los datos obtenidos (Doyon, 1997; Hallet y Grafman, 1997); y 4) en los estudios que se realizan con atletas que visualizan su ejecución puede resultar muy difícil controlar el contenido de las visualizaciones. Si, por ejemplo, se intenta controlar el contenido haciendo que el atleta verbalice lo que va imaginando, se obtendrá activación adicional de las áreas cerebrales relacionadas con el procesamiento del lenguaje y áreas corticales y subcorticales involucradas en la producción de los movimientos necesarios para el habla. En estas condiciones, si por ejemplo se registra un aumento en la actividad del cerebelo, será difícil saber si ésta se debe a que se le recluta durante la visualización o si se debe a la participación del cerebelo en el control de los movimientos del habla. Algunos investigadores han optado por obtener imágenes funcionales de estos procesos irrelevantes o “parásitos” y luego restarlas a las de la actividad que están estudiando, mediante el uso

de procedimientos computacionales. Nosotros consideramos que la utilización cuidadosa de estas metodologías junto con procedimientos cualitativos como los registros observacionales, la filmación, el análisis de conductas y movimientos, las entrevistas exhaustivas antes y después de la competencia, los cuestionarios estandarizados y los elementos aportados por la investigación básica en animales (con procedimientos electrofisiológicos, bioquímicos y moleculares) pueden brindarnos una razonable aproximación a la manera en que se dan en realidad los eventos psicofisiológicos en el contexto funcional del entrenamiento y la competencia. Por otra parte, tomando en cuenta las dificultades que existen para su aplicación e interpretación, se puede considerar que los métodos experimentales más poderosos y objetivos de que disponemos actualmente (con la imagenología por resonancia magnética funcional al frente) no son aplicables en el estudio funcional del Levantamiento de Pesas, y que los reportes anecdóticos y cuestionarios son asistemáticos y están sujetos a errores de interpretación y a la confianza que podamos tener en la sinceridad a veces harto dudosa de los atletas y entrenadores. Es por esto que hemos planteado la conveniencia del uso convergente de varios métodos de estudio: filmación, análisis de movimiento, cuestionarios estandarizados, entrevistas exhaustivas, métodos de intervención que permitan mejorar el desempeño de los subsistemas integradores (como las técnicas de control de la atención, observando después si conducen a alguna mejora en el desempeño del atleta), control en la medida de lo posible de las situaciones perturbadoras que pudieran presentarse en las competencias, etc. El desafío es muy grande, pero la complejidad de la conducta funcional humana también lo es. Parece evidente que lo que nos pueda decir la investigación sólo podrá tener significado en el contexto funcional, que es en el que se desempeñan los atletas y entrenadores. Hasta el momento no se pueden utilizar técnicas electrofisiológicas y de imagenología en estas situaciones, pero no es posible descartar a priori que pueda hacerse en un futuro. Pero aún cuando pueda hacerse, gran parte de los procedimientos de intervención e investigación tendrán que seguirse efectuando mediante el uso de técnicas de la psicología clásica, sobre todo en los países que no cuenten con los recursos económicos para costear el uso (generalmente muy costoso) de los métodos más modernos. Por todo esto, parece conveniente continuar con el desarrollo y mejoramiento de métodos cualitativos, incorporar cuando la tecnología lo permita el uso de técnicas y procedimientos más cualitativos y objetivos, y emplear ambos tipos de metodología en la investigación y el mejoramiento del desempeño de todos los subsistemas del organismo en actividades tan complejas y significativas como el deporte.

El camino que hemos seguido para plantear nuestro modelo sobre la psicofisiología del Levantamiento de Pesas puede ser cuestionado porque parece ser opuesto al que se sigue tradicionalmente en muchas áreas de la ciencia: se recopila gran cantidad de evidencia experimental y a partir de ella se proponen modelos que den cuenta de las observaciones y permitan hacer predicciones que se van contrastando con la realidad. En este caso, hemos sugerido un modelo en ausencia de datos experimentales sobre muchos de los fenómenos que se describen. En ciencia se procede así en algunas ocasiones: se recopilan unos cuantos datos provenientes de diversas fuentes, se propone una teoría, una serie de hipótesis provisionales o una estructura común para situar los datos y se utilizan como marco de referencia para estudios posteriores (Watzlawick, 1989. Pp. 8 y 9). El presente trabajo tiene esta última pretensión. Su función es mucho más propositiva que explicativa, aunque algunos de los datos aportados ya hayan recibido comprobación experimental y no sería sorprendente que algunas de las hipótesis planteadas recibieran confirmación experimental

cuando se les estudie, puesto que se basan en datos experimentales y en situaciones que se repiten en diferentes niveles.

Por último, consideramos importante nuestro trabajo porque plantea un punto de vista psicofisiológico e integrativo en el estudio de una conducta tan compleja como el deporte, que involucra una gran cantidad de elementos importantes. Muchas de las teorías que pretenden dar cuenta de la conducta consideran como fundamentales solamente algunos aspectos de la misma, y muchas de estas teorías fallan al explicar aspectos de la conducta en los que intervienen muchas variables. Por ejemplo, un levantador de pesas pudo criarse en el ambiente y la sociedad más propicios para la obtención de altos resultados competitivos; puede tener todo el apoyo de sus padres, los mejores entrenadores y el gimnasio mejor equipado; pero si resulta que su proporción de fibras musculares rojas supera con mucho a la de sus fibras musculares blancas, difícilmente podrá manejar los grandes pesos que exige el entrenamiento y la competencia de alto nivel. Del propio modo, si su cerebelo no es capaz de proporcionar las temporizaciones rápidas requeridas, puede resultarle muy difícil ejecutar el Arranque o el Jerk a la velocidad necesaria para obtener altos resultados competitivos. También es cierto que el individuo mejor dotado del mundo (en lo que se refiere a sus subsistemas corporales) difícilmente llegará a ser un gran pesista si su contexto familiar, ambiental y social le impiden concentrarse plenamente en su entrenamiento. Es por esto que insistimos en la interacción dinámica entre el organismo y el ambiente para explicar la conducta compleja del Levantamiento de Pesas. Son muchos los problemas y situaciones del deporte que parecen involucrar componentes mixtos: educativos, sensoriales, integradores, homeostáticos, etc., y en muchos casos resulta muy difícil otorgar la primacía a alguno de ellos en la explicación de la conducta, a excepción de algunos casos particulares. Al respecto, véase el estudio piloto número uno del anexo. Algunos de los fenómenos ahí analizados parecen triviales o de importancia reducida por haber sido reportados solamente por un número limitado de levantadores, pero recordemos lo frustrante y doloroso que puede ser para un atleta cometer un fallo en una competencia y verse privado por ello de cumplir objetivos a los que ha dedicado meses o años de trabajo. Eso resultaría suficiente para estudiar el mecanismo del fallo con toda atención, aunque solamente un atleta lo hubiera reportado. Por todo esto, consideramos que el desarrollo de técnicas más eficientes para la comprensión, la enseñanza y la mejora del rendimiento deportivo pasarán por el conocimiento y comprensión del aparato psicofisiológico del organismo humano y sus relaciones con el ambiente interno y externo. Y parece muy probable que este conocimiento represente un importante punto de partida para la comprensión de otras conductas complejas.

En la presente sección se explica el significado de algunos términos y conceptos principales utilizados en el desarrollo del presente trabajo. Se incluyen en el mismo algunas expresiones a las que se ha hecho referencia en el texto y que hacen referencia a términos empleados popularmente en el ámbito del Levantamiento de Pesas. Estos términos se enlistan entre comillas.

Arranque.- Uno de las dos modalidades de levantamiento realizadas en las competencias de Levantamiento de Pesas. Consiste en llevar la pesa desde la plataforma hasta completa extensión de los brazos por encima de la cabeza en un solo tiempo (ver capítulo 1).

Biomecánica.- Se le define como el estudio de las fuerzas mecánicas que se ejercen sobre los organismos. En el Levantamiento de Pesas es el análisis de las fuerzas que actúan sobre el atleta, la barra, la plataforma y el sistema barra-atleta; cómo interactúan entre sí y cuáles son las condiciones óptimas para su aprovechamiento racional (ver capítulo 1)

Carga.- En términos de entrenamiento deportivo, se define como la cantidad de trabajo o repeticiones de ejercicios que se realizan por unidad de entrenamiento, sean días, microciclos, mesociclos o macrociclos (ver capítulo 2).

Clean.- Primer tiempo del la modalidad de levantamiento conocida como Envión. Consiste en llevar la pesa desde la plataforma hasta una posición de reposo, encima de los hombros y clavículas del levantador. Se le conoce también como **Cargada** o **Clin** (ver capítulo 1).

Envión.- Una de las dos modalidades de levantamiento realizadas en las competencias de levantamiento de Pesas. Consiste en llevar la pesa desde la plataforma hasta la completa extensión de los brazos por encima de la cabeza en dos tiempos: Clean y Jerk (ver capítulo 1).

Ejercicios auxiliares.- Ejercicio que imita las características físicas o técnicas de alguna de las etapas del levantamiento clásico, y se realizan con la finalidad de eliminar errores técnicos. Suelen ser variantes del Arranque, el Clean y el Jerk o combinaciones de ellos.

Ejercicios clásicos.- Son las dos modalidades de levantamiento que se realizan actualmente en las competencias de Levantamiento de Pesas: Arranque y Envión (ver capítulos 1 y 2).

Ejercicios especiales.- Son los que ayudan a mejorar la ejecución de los ejercicios clásicos, enfatizando componentes de fuerza o velocidad. Un ejemplo común son las sentadillas y jalones.

Flexibilidad.- Una cualidad física fundamental, que consiste en la capacidad de desplazar una articulación libremente a lo largo de todo su intervalo de movimiento hasta donde lo permitan los relieves óseos (ver capítulo 2).

Fuerza.- En el deporte, se considera como una cualidad física fundamental. Es la capacidad de desplazar cargas o contrarrestarlas con esfuerzos musculares (ver capítulo 1).

Intensidad.- En el Levantamiento de Pesas se le considera como el porcentaje del peso máximo con el que se realizará cada ejercicio en una sesión de entrenamiento. El peso máximo tiene un valor específico para cada ejercicio y depende del atleta que se considere. En otros deportes, la intensidad involucra también a los tiempos de descanso entre tandas de ejercicios, a menor descanso corresponde mayor intensidad (ver capítulo 2).

Jalón.- Ejercicio especial que consiste en realizar las tres primeras etapas del Arranque o el Clean, regresando a la posición inicial. Desarrolla la velocidad, fuerza y resistencia general (ver capítulo 2).

Jerk.- Segundo tiempo de la modalidad de levantamiento conocida como Envién. Consiste en llevar la pesa desde su posición de reposo sobre las clavículas y los hombros del levantador hasta la completa extensión de los brazos por encima de la cabeza. Se le conoce también como **envián desde el pecho** o simplemente como **Envién**, aunque se prefiere evitar el uso de este último término para evitar confusiones de denominación (ver capítulo 1).

Motivación.- En términos psicobiológicos, es un conjunto de diversos factores neuronales y fisiológicos que inician, mantienen y dirigen la conducta. En el deporte se le considera como el impulso o deseo de competir y entrenar, ya sea por el gusto del deporte en sí mismo o por la esperanza de alguna retribución externa (ver capítulo 4).

Persistencia.- Característica psicológica definida como el mantenimiento de tasas de respuesta altas en situaciones que involucran un esfuerzo elevado, con bajas densidades de reforzamiento inmediato. En términos deportivos, representa la capacidad del atleta de sostener el ritmo de entrenamiento día tras día y mes tras mes sin obtener una retribución aparente. La persistencia está fuertemente relacionada con la **motivación** intrínseca (ver capítulo 2).

Plasticidad.- Es la capacidad del organismo o de sus partes para adaptarse a las nuevas demandas impuestas por el ambiente cambiando de manera limitada algunos aspectos de su conformación o funcionamiento. Implica aumento o disminución de tamaño, creación, y reparación de estructuras óseas, musculares, nerviosas, etc. No debe confundirse con el desarrollo, en el que los cambios son mucho más lentos, generales, relativamente permanentes y proceden de acuerdo con un esquema general según la especie que se considere (ver capítulo 2).

Potencia.- Corresponde al valor del trabajo realizado por unidad de tiempo. Es la magnitud más útil para el análisis del movimiento en el Levantamiento de Pesas, pues depende de las dos cualidades físicas fundamentales más relevantes en este deporte: la fuerza y la velocidad (ver capítulos 1 y 2).

“Quemar” (a un atleta).- Término coloquial de Levantamiento de Pesas. Implica que el entrenamiento ha sido conducido de tal manera que ha llevado al levantador al sobreentrenamiento, la disminución de sus marcas, las lesiones, el agotamiento físico y

psicológico. Estos efectos con mucha frecuencia son permanentes, y el atleta termina por abandonar el deporte (ver capítulo 3)..

Repetición.- Ejecución, una sola vez, de un ejercicio determinado.

Resistencia.- Una cualidad física fundamental. Es la capacidad de realizar un trabajo sostenido durante gran cantidad de tiempo sin que la ejecución se deteriore (ver capítulo 2).

Sentadilla.- Ejercicio especial que consiste en colocar una barra cargada sobre los hombros, por delante o por detrás del cuello, doblar las piernas manteniendo el tronco erecto, llegar lo más abajo posible y regresar a la posición inicial. Se utiliza para incrementar la fuerza del miembro inferior y desarrollar la resistencia general (capítulo 2).

Serie.- Conjunto de repeticiones consecutivas y sin descanso de un mismo ejercicio. En Levantamiento de Pesas, a mayor parte de las series constan de varias repeticiones (entre 2 y 20).

Sistema.- Conjunto de elementos relacionados de tal manera que realizan una función común. Dicha función no puede ser explicada ni reproducida por ningún elemento que actúe de manera aislada. Para fines del presente trabajo, denominamos sistema al conjunto del organismo del atleta (véase capítulo 1).

Subsistema.- Sistema que actúa como elemento dentro de otro sistema de mayor complejidad. En el presente trabajo llamamos subsistema al conjunto de elementos que se encargan de realizar una función o series de funciones conocidas, relevantes en el Levantamiento de Pesas. Ejemplos: subsistema emocional, subsistema atencional, subsistema somatosensorial, etc (ver capítulo 1).

Subsistemas integradores.- Son los subsistemas encargados del procesamiento de la información sensorial aportada por los subsistemas sensoriales. Sus funciones son: construir una representación coherente de una situación dada, relacionarla con eventos anteriores, decidir cómo se ha de actuar el ella e implementar la ejecución de las acciones pertinentes (ver capítulos 1, 4 y 5).

Subsistemas sensoriales.- Son los subsistemas que proporcionan la información procedente del medio externo e interno; y están compuestos por receptores, vías aferentes y centros de procesamiento en el encéfalo. En el presente trabajo nos enfocamos solamente en cuatro de ellos por su papel relevante en la situación competitiva del Levantamiento de Pesas: visual, somatosensorial (con sus submodalidades), vestibular y auditivo (ver capítulos 1, 4 y 5).

Técnica.- En el deporte se le define como el conjunto de métodos y formas de ejecución del movimiento que aseguran el aprovechamiento más racional de las capacidades del atleta. Se le considera como la manera “correcta” de realizar los movimientos, y en la mayoría de los casos se intenta ajustarla a las características anatómicas y funcionales del levantador (ver capítulo 1).

Temporización.- Ritmo o cadencia temporal de los eventos necesarios para la realización de un proceso, y que generalmente implica elementos de orden o secuencia. En el presente trabajo nos referimos especialmente a temporización rápida, que se piensa que está a cargo principalmente del cerebelo y resulta indispensable para la realización adecuada de cualquier movimiento que requiera rapidez y precisión (véase capítulo 6).

Trabajo.- Magnitud equivalente al peso levantado por la distancia recorrida. A igualdad de circunstancias, un atleta más alto realizará mayor cantidad de trabajo porque debe desplazar la pesa a una mayor altura que un atleta menos alto (ver capítulo 1).

Velocidad.- Una de las cualidades físicas fundamentales. Consiste en la capacidad de desplazar el cuerpo entero o algunos segmentos corporales de manera coordinada en periodos de tiempo cortos. En el Levantamiento de Pesas, esta cualidad está fuertemente relacionada con la fuerza (ver capítulo 2).

Referencias.

- Amaral DG (2001). Organización funcional de la percepción y el movimiento. En: Kandel ER, Schwartz JH y Jessell TM (2001). Principios de Neurociencia. 4ª ed. Mc Graw - Hill, México. 337-348.
- Alberts B, Johnson A, Lewis J, Raff M, Roberts K y Walter P (2002). Molecular biology of the cell. 4ª ed. Garland, USA.
- Bakker FC, Whiting HTA y Van der Brug H (1993). Psicología del deporte. Conceptos y aplicaciones. Morata, España.
- Balagué G (1997). La preparación psicológica en los deportes individuales. En: Feliu JC (1997). Psicología del Deporte. Síntesis. España. 184-192.
- Bausbaum AI y Jessell TM (2001). La percepción del dolor. En: Kandel ER, Schwartz - JH y Jessell TM (2001). Principios de neurociencia. 4ª ed. Mc Graw Hill, México. 472 - 491.
- Benedek GB y Villars FMH (1973). Physics. With illustrative examples from medicine - and biology. Volume 1: mechanics. Addison-Wesley publishing, USA.
- Bolliet O, Collet C, y Dittmar A (2000). Neurovegetative correlates in weightlifting preparation. E-mail: olivierbolliet@voila.fr. Centre de Recherche et d'Innovation sur le sport, - Laboratoire de la Performance, 27, 29.
- Bounomano DV y Merzenich MM (1998). Cortical plasticity: from synapses to maps. A - nnu. Rev. Neurosci. 21, 149-186.
- Bower J (1997). Control of sensory data acquisition. En: Scmahmann JD (1997). The cere bellum and cognition. Academic Press, USA. 489-513.
- Colmenero JM, Catena A y Fuentes JL (2001). Atención visual: una revisión sobre las redes atencionales el cerebro. Ans. de Psic. 17, 45-67.
- Cotran RS, Kumar V y Collins T (2000). Patología celular II : adaptaciones, acumulaciones intracelulares y envejecimiento celular. En: Cotran RS, Kumar V y Collins T (2000).- Robbins. Patología estructural y funcional. 6ª ed. Mc Graw Hill Interamericana, México. 33-52.
- Craig GJ (1997). Desarrollo psicológico. 7ª ed. Prentice Hall, México.
- Cuervo PC y González PA (1991). Levantamiento de Pesas. Deporte de Fuerza. Pueblo y Educación, Cuba.
- Chalmers A (1998). ¿Qué es esa cosa llamada ciencia? 3ª ed. Siglo XXI, España.

- DeLong MR (2001). Los ganglios basales. En: Kandel ER, Schwartz JH y Jessell TM - (2001). Principios de neurociencia. 4ª ed. Mc Graw Hill, México. 853-867.
- Doyon J (1997) Skill learning. En: Schmammann JD (1997). The cerebellum and cognition. Academic Press, USA. 273-294.
- Fery YA y Morizot P (2000). Kinesthetic and visual image in modeling closed motor skills: the example of tennis service. Perc. and Mot. Ski. 90, 707-722.
- Fields HL y Martin JB (2002). Dolor, fisiopatología y tratamiento. En: Braunwald E, Fauci AS, Kasper DL, Hauser SL, Longo DL y Jameson JL (2002). Harrison. Principios de - medicina interna. 15ª ed. Mc Graw Hill, México. 69-75.
- Fuentes M(2000). Musculación racional aplicada. Musc. & Fitt. 214, 64-68.
- Gardner EP y Kandel ER (2001). El sentido del tacto. En: Kandel ER, Schwartz JH y Jessell TM (2001). Principios de neurociencia. 4ª ed. Mc Graw Hill, México. 451-471.
- Gardner EP y Martin JH (2001). Codificación de la información sensorial. En: Kandel - ER, Schwartz JH y Jessell TM (2001). Principios de neurociencia. 4ª ed. Mc Graw Hill, México. 411-430.
- Gardner EP, Martin JH y Jessell TM (2001). Los sentidos corporales. En: Kandel ER, - Schwartz JH y Jessell TM (2001). Principios de neurociencia. 4ª ed. Mc Graw Hill, México. 430-450.
- Garhammer, J (1985). Biomechanical profiles of olympic weightlifters. Inter. J. of Sport Biomech.1, 122-130.
- Garhammer J (2001). Barbell trajectory, velocity and power changes: six attempts and - four world records. Weightlifting USA. 19, 27-30.
- Gershberg FB y Shimamura AP (1998). Neuropsychology of human learning and memory En Martínez JL y Kesner RP (1998). Neurobiology of learning and memory. Academic -- Press, USA. 333-354.
- Ghez C y Krakauer J (2001). Organización del movimiento. En: Kandel ER, Schwartz - JH y Jessell TM (2001). Principios de neurociencia. 4ª ed. Mc Graw Hill, México. 653 - 673.
- Ghez C y Thach WT (2001). El cerebelo. En: Kandel ER, Schwartz JH y Jessell TM - (2001). Principios de neurociencia. 4ª ed. Mc Graw Hill, México. 832-852.
- Gilliam TC, Kandel ER y Jessell TM (2001). Genes y conducta. En: Kandel ER, Schwartz JH y Jessell TM (2001). Principios de neurociencia. 4ª ed. Mc Graw Hill, México. 36 - 57.

Girolami U, Anthony DC y Frosch MP (2000). Nervio periférico y músculo esquelético. En: Cotran RS, Kumar V y Collins T (2000). Robbins. Patología estructural y funcional. 6ª ed. Mc Graw Hill Interamericana, México. 1315-1338.

Goldberg ME y Hudspeth AJ (2001). El sistema vestibular. En: Kandel ER, Schwartz JH y Jessell TM (2001). Principios de neurociencia. 4ª ed. Mc Graw Hill, México. 801-815.

Gómez-Pinilla F, Ying Z, Opazo P, Roy RR y Edgerton VR (2001). Differential regulation by exercise of BDNF and NT-3 in rat spinal cord and skeletal muscle. Eur. J. Neurosci. 13, 1078-1084.

Gómez-Pinilla F, Ying Z, Roy RR, Molteni R y Edgerton VR (2002). Voluntary exercise induces a BDNF-mediated mechanism that promotes neuroplasticity. J. Neurophysiol. 88, 2187-2195.

Guan Z, Giustetto M, Lomvardas S, Kim JH, Concetta M, Schwartz JH, Thanos D, y Kandel ER (2002). Integration of long-term-memory-related synaptic plasticity involves bidirectional regulation of gene expression and chromatin structure. Cell. 111, 483-493.

Guyton A y Hall J (1997). Tratado de fisiología médica. 9ª edición. Mc Graw Hill, México.

Hallet M y Grafman J (1997). Executive function and motor skill learning. En: Scmah -- mann JD (1997). The cerebellum and cognition. Academic Press, USA. 297-323.

Herrera CA (1991) Levantamiento de Pesas. Deficiencias técnicas. Pueblo y Educación, Cuba.

Hirabayashi S e Iwasaki Y (1995). Developmental perspective of sensory organization on postural control. Citado en: Cherng RJ, Chen JJ y Su FC (2001). Vestibular system in performance of standing balance of children and young adults. Perc. And Mot. Ski. 92, 1167-1179.

Holick MF y Krane SM (2002). Introducción al metabolismo óseo y mineral. En: Braun -- wald E, Fauci AS, Kasper DL, Hauser SL, Longo DL y Jameson JL (2002). Harrison. Principios de medicina interna. 15ª ed. Mc Graw Hill, México. 2564-2578.

Hounsgaard J, Hultborn H, Jaspersen B y Kiehn O (1984). Intrinsic membrane properties causing a bistable behaviour of alpha-motoneurons. Exp. Brain Res. 55, 391-394.

Hounsgaard J, Hultborn H y Kiehn O (1986). Transmitter-controlled properties of alpha-motoneurons causing long-lasting motor discharge to brief excitatory inputs. Prog. Brain Res. 64, 39-49.

Hounsgaard J y Kiehn O (1985). Ca^{++} dependent bistability induced by serotonin in spinal motoneurons. Exp. Brain Res. 57, 422-425.

Iversen S, Kupfermann I y Kandel ER (2001). Estados emocionales y sentimientos. En: Kandel ER, Schwartz JH y Jessell TM (2001). Principios de Neurociencia. 4ª ed. Mc -- Graw Hill, México. 982-997.

Ivry RB (1996). The representation of temporal information in perception and motor control. Curr. Op. in Neurob. 6, 851-857.

Ivry RB (1997). Cerebellar timing systems. En: Schmammann JD (1997). The cerebellum - and cognition. Academic Press,USA. 555-573.

IWF Handbook 2001-2004. Budapest, Hungría.

Jones GM (2001). Postura. En: Kandel ER, Schwartz JH y Jessell TM (2001). Principios de neurociencia. 4ª ed. Mc Graw Hill, México. 816-831.

Kandel ER (2001a). De las células nerviosas a la cognición: la representación celular interna necesaria para la percepción y la acción. En: Kandel ER, Schwartz JH y Jessell TM (2001). Principios de neurociencia. 4ª ed. Mc Graw Hill, México. 381- 403.

Kandel ER (2001b). Mecanismos celulares del aprendizaje y sustrato biológico de la individualidad. En: Kandel ER, Schwartz JH, y Jessell TM (2001). Principios de neurociencia. 4ª ed. Mc Graw Hill, México. 1247-1278.

Kandel ER, Jessell TM y Sanes JR (2001). Experiencia sensitiva y ajuste de las conexiones sinápticas. En: Kandel ER, Schwartz JH y Jessell TM (2001). Principios de neurociencia. 4ª ed. Mc Graw Hill, México. 1115-1130.

Kandel ER, Kupfermann I e Iversen S (2001). Aprendizaje y memoria. En: Kandel ER, Schwartz JH y Jessell TM (2001). Principios de neurociencia. 4ª ed. Mc Graw Hill, México. 1227-1246.

Kandel ER y Siegelbaum SA (2001a). Señalización entre nervio y músculo: transmisión ligada a canales. En: Kandel ER, Schwartz JH y Jessell TM (2001). Principios de neurociencia. 4ª ed. Mc Graw Hill, México. 187-206.

Kandel ER y Siegelbaum SA (2001b). Modulación de la transmisión sináptica: segundos mensajeros. En: Kandel ER, Schwartz JH y Jessell TM (2001). Principios de neurociencia. 4ª ed. Mc Graw Hill, México. 207-228

Kawai S, Mac Kenzie CL, Ivens CJ y Yamamoto T (2000). Contribution of visually perceived size to the scaling of fingertip forces when lifting a 'small' object. Perc. and Mot. Ski. 91, 827-835.

Krakauer J y Ghez C (2001). Movimiento voluntario. En: Kandel ER, Schwartz JH y Jessell TM (2001). Principios de neurociencia. 4ª ed. Mc Graw Hill, México. 756-781.

Kupfermann I, Kandel ER e Iversen S (2001). Estados de motivación y adictivos. En: -- Kandel ER, Schwartz JH, y Jessell TM (2001). Principios de neurociencia. 4ª ed. Mc -- Graw Hill, México. 998-1014.

Latarjet M y Ruiz-Liard A (1989). Anatomía humana. 2ª ed. Editorial Médica Panamericana, México.

Lindsay R y Cosman F (2002). Osteoporosis. En: Braunwald E, Fauci AS, Kasper DL, -- Hauser SL, Longo DL y Jameson JL (2002). Harrison. Principios de medicina interna. -- 15ª ed. Mc Graw Hill, México. 2603-2615.

Loeb GE y Ghez C (2001). Unidad motora y acción muscular. En: Kandel ER, Schwartz JH y Jessell TM (2001). Principios de neurociencia. 4ª ed. Mc Graw Hill, México. 674 - 694.

Lu B y Hyun-Soo J (2003). Neurotrophic regulation of the development and function of the neuromuscular synapses. J. of Neurocyt. 32, 931-941.

Mac Dougall JD, Wenger HA y Green HJ (1995). Evaluación fisiológica del deportista - Paidotribo. España.

Malacara JM y Galindo V (1998). Control y regulación de la función somatotrópica. En: Muñoz-Martínez EJ y García X (1998). Fisiología. Células, órganos, sistemas. Edición - conjunta, UNAM, IMSS, CFE, SMCF, SS, CINVESTAV.

Marks DF e Isaac AR (1995). Topographical distribution of EEG activity accompanying visual and motor imagery in vivid and non-vivid imagers. Bri. J. of Psy. 86, 271-282.

Mendell LM, Munson JB y Arvanian VL (2001). Neurotrophins and synaptic plasticity in The mammalian spinal cord. J. of Phys. 553, 91-97.

Mora MJA, García RJ, Toro BS y Zarco RJA (2000). Psicología aplicada a la actividad físico-deportiva. Pirámide, España.

Muñoz MA (2003). Análisis multioperando de estilos conductual de persistencia en deportistas de alto rendimiento y deporte adaptado. Tesis de Maestría. Facultad de Psicología. - UNAM.

Mussa-Ivaldi FA, Morasso P y Sacaría R (1988). Kinematic networks. A distributed model for representing and regularizing motor redundancy. Biol. Cyb. 60, 1-16.

Pantev C, Ross B, Fujioka T, Traidor LJ, Schulte M y Schulz M (2003). Music and learning-induced cortical plasticity. Ann. N.Y. Acad. Sci. 999, 438-950.

Papalia DE, y Wendkos OS (1992). Psicología del desarrollo. De la infancia a la adolescencia. 5ª ed. Mc Graw Hill, México.

Papalia DE y Wendkos, OS (1988). Psicología. Mc Graw Hill, México.

Pearson K y Gordon J (2001a). Reflejos medulares. En: Kandel ER, Schwartz JH y Jessell TM (2001). Principios de neurociencia. 4ª ed. Mc Graw Hill, México. 713-736.

Pearson K y Gordon J (2001b). Locomoción. En: Kandel ER, Schwartz JH y Jessell TM (2001). Principios de neurociencia. 4ª ed. Mc Graw Hill, México. 737-755.

Platonov VN (1988). Entrenamiento deportivo. Teoría y metodología. Paidotribo, España.

Posner M (1996). Attention in Cognitive Neuroscience: An Overview. En Gazzaniga (1996). The cognitive neurosciences. 615-624.

Quiroz GF (1998). Anatomía humana. 36ª ed. Porrúa, México.

Rechtschaffen A y Siegel J (2001). Sueño y ensoñación. En: Kandel ER, Schwartz JH y Jessell TM (2001). Principios de neurociencia. 4ª ed. Mc Graw Hill, México. 936-947

Renström PAFH (1999). Prácticas clínicas sobre asistencia y prevención de lesiones deportivas. Paidotribo, España.

Ridley, M (2001). Genoma. La autobiografía de una especie en 23 capítulos. Taurus, México.

Rosenzweig MR, Breedlove SM y Leiman AL (2002). Biological psychology. 3ª ed. Sinauer, USA.

Rozenek R y Garhammer J (1998). En: First international conference on weightlifting and strength training. November 1998. 287-288.

Salter RB (2000). Trastornos y lesiones del sistema musculoesquelético. 3ª ed. Masson, España.

Sanes JR y Jessell TM (2001a). Guía de los axones hacia sus objetivos. En: Kandel ER, Schwartz JH, y Jessell TM (2001). Principios de neurociencia. 4ª ed. Mc Graw Hill, México. 1063-1086.

Sanes JR y Jessell TM (2001b). Formación y regeneración de las sinapsis. En: Kandel ER, Schwartz JH y Jessell TM (2001). Principios de neurociencia. 4ª ed. Mc Graw Hill, México. 1087-1114.

Saper CB (2001a). Tronco encefálico, comportamiento reflejo y pares craneales. En: Kandel ER, Schwartz JH, y Jessell TM (2001). Principios de neurociencia. 4ª ed. Mc Graw Hill, México. 873-888.

Saper CB (2001b). Regulación de la sensibilidad, el movimiento y la conciencia por el tronco

nco encefálico. En: Kandel ER, Schwartz JH, y Jessell TM (2001). Principios de neurociencia. 4ª ed. Mc Graw Hill, México. 889-909.

Saper CB, Iversen S y Frackowiak R (2001). Integración de la función sensitiva y motora: áreas de asociación de la corteza cerebral y capacidades cognitivas del cerebro. En: Kandel ER, Schwartz JH y Jessell TM (2001). Principios de Neurociencia. 4ª ed. McGraw Hill, México. 349-380.

Schmahmann JD (1997). Rediscovery of an early concept. En: Schmahmann JD (1997). The cerebellum and cognition. Academic Press, USA. 3-19.

Skinner BF (1969). Contingences of reinforcement: a theoretical analysis. Prentice Hall, USA.

Smith S (2000). Secretos para ser un campeón. Edimat, España.

Sztajzel J, Periat M, Krall P, Marti V y Rutishauser W (2000). Effect of sexual activity on cycloergometer stress test parameters, on plasmatic testosterone levels and on concentration capacity. A study in high level male athletes performed in laboratory. J. Sports Med. Phys. Fitness. 40, 233-239.

Vaynman S, Ying Z y Gómez-Pinilla F (2003). Interplay between brain derived neurotrophic factor and signal transduction modulators in the regulation of the effects of exercise on synaptic-plasticity. Neuroscience. 122, 647-657.

Watzlawick P (1989). ¿Es real la realidad? 4ª ed. Herder, España.

Weinberg R y Gould D (1996). Fundamentos de psicología del deporte y el ejercicio físico. Ariel, España.

Wolpaw JR (1985). Adaptive plasticity in the spinal stretch reflex: an accessible substrate of memory? Cell Mol. Neurobiol. 5, 147-165.

Ying Z, Roy RR, Edgerton VR y Gómez-Pinilla F (2003). Voluntary exercise increases neurotrophin-3 and its receptor TrkC in the spinal cord. Brain Res. 987, 93-99.

Yusupov A (1994). La sorpresa en la apertura. En: Dvoretzky M y Yusupov A (1994). En el entrenamiento de élite 2. Eseeuve, España. 58-78.

Zorzano AZ y Gumá GA (1991). Metabolismo del músculo y bioquímica del ejercicio. En: Herrera E (1989). Bioquímica. 2ª ed. Mc Graw Hill, México. 1481-1502.

Estudio piloto sobre la psicobiología del Levantamiento de Pesas.

El modelo teórico expuesto en el presente trabajo está sustentado en numerosas investigaciones realizadas en el campo de la psicobiología general y tratan sobre los procesos que se han considerado relevantes en la situación competitiva del Levantamiento de Pesas. La mayor parte de los trabajos encontrados que se han realizado específicamente en el campo del Levantamiento de Pesas tratan sobre la biomecánica y la postura adoptada por los atletas durante la realización de los intentos y resultan menos relevantes para nuestro propósito.

Como se mencionó en las conclusiones, es posible que gran parte de los procesos involucrados en el deporte sean inaccesibles al estudio psicofisiológico directo mediante los métodos de que se dispone en la actualidad. Es difícil estudiar en los seres humanos la integración y computación de información que son necesarias para regular la ejecución. Esto sin contar que varias de las metodologías que se emplean, como la resonancia magnética funcional y la tomografía por emisión de positrones son caras, no están disponibles con amplitud y hasta ahora no permiten el análisis de la ejecución de las conductas en el ser humano en movimiento. Además de las variables fisiológicas que sí es posible medir, como la presión arterial o el latido cardíaco (en el laboratorio, pero no en competencia, pues ni los levantadores ni las federaciones deportivas lo permitirían), apenas podemos estudiar algunas características de los procesos psicobiológicos que hemos discutido por medio de su correlato conductual; esto es: podemos realizar inferencias sobre la intervención de los subsistemas corporales por medio del estudio de las conductas y situaciones que se observan en una competencia de Levantamiento de Pesas. Es nuestra opinión que este tipo de estudios, complementándolos con los que se realizan en situaciones controladas de laboratorio, análisis biomecánicos, estudios cualitativos (entrevistas, cuestionarios, etc.), filmación, estudios de resonancia magnética funcional en deportistas que visualizan su ejecución y los descubrimientos de la investigación básica y aplicada en humanos y animales pueden proporcionarnos indicios sobre la manera en que interactúan algunos de los principales subsistemas corporales.

A continuación planteamos dos propuestas de estudio (o estudios piloto) en los que se han utilizando técnicas cualitativas (observación y cuestionario).

Cuando un levantador no logra concretar alguno de sus intentos, suele construir (con asistencia de sus entrenadores y compañeros) una explicación que de cuenta de los motivos del fallo. En general se invocan factores técnicos, falta de fuerza y factores emocionales para justificar los fallos. A lo largo de este trabajo se han pretendido mostrar algunas maneras en las que los fallos de ejecución podrían estar relacionados con patrones inadecuados y perturbaciones de funcionamiento de los subsistemas sensoriales e integradores, además de las consecuencias que puedan tener la sobrecarga de los subsistemas homeostáticos y las alteraciones del subsistema motor. Todos estos procesos pueden contribuir a construir una representación inadecuada de la situación, o bien a reaccionar de tal manera que la ejecución del pesista resulte deficiente. Esto se observaría a nivel de conducta como un fallo en la realización del levantamiento.

Situados en el modelo propuesto en el presente trabajo, pensamos que es posible establecer una correspondencia entre las explicaciones que los atletas y entrenadores construyen para dar cuenta de los fallos del levantador y los procesos psicobiológicos que pudieran estar alterados o funcionar de manera inadecuada en el contexto de la situación competitiva. Los reportes observacionales proporcionados por testigos expertos, ya sea durante el desarrollo de una competencia o mediante el análisis de videos podrían analizarse de manera similar.

Los estudios piloto que se presentan a continuación intentan proponer una vía de abordaje para el estudio de las interacciones psicobiológicas que hemos analizado. Debe señalarse que ambos se realizaron antes de la elaboración del presente trabajo, y los métodos de recolección de datos no han sido validados, confiabilizados ni estandarizados. Su función es tan sólo plantear posibilidades para el desarrollo de métodos de estudio de la integración psicobiológica que tiene lugar en el Levantamiento de Pesas que no requieran técnicas caras o sofisticadas (como la neuroimagen), o dispositivos externos difíciles de implementar durante el desarrollo de una competencia.

En el primer estudio piloto se realizó por medio una encuesta o cuestionario que reseña las explicaciones más frecuentes que los atletas y entrenadores construyen para justificar el fallo de algún levantamiento en competición. Los reactivos fueron elaborados por el autor, y las respuestas proporcionadas por los atletas se analizaron señalando cuál o cuáles de los subsistemas pudieran tener una parte directa o indirecta en el mecanismo del fallo. Varias de las explicaciones señaladas por los atletas se clasifican en más de una categoría, y la importancia relativa de los factores involucrados deberá ser sopesada en estudios posteriores, con poblaciones mayores, con cuestionarios sometidos a análisis de validez, confiabilidad y estandarización y haciendo uso de las técnicas estadísticas adecuadas y metodología complementaria.

El segundo estudio piloto tiene como objetivo contribuir a realizar una clasificación de las fallas observables en el transcurso de una competencia de Levantamiento de Pesas. El número de conductas inadecuadas o fallos que pueden registrarse es considerablemente menor en este caso. Tiene además otras desventajas, entre las que destacan que las ejecuciones se realizan una única vez, el observador debe permanecer atento en todo momento para poder realizar observaciones completas y requiere de un criterio experto y desarrollado. Los errores observados son también menos específicos y es más difícil encontrar su correlato psicobiológico. Sin embargo, se pueden diseñar estudios que involucren a varios observadores y los datos se pueden someter a análisis de confiabilidad interjueces; y si esto se apoya con la filmación de las ejecuciones, se puede repetir la visualización tantas veces como se desee o realizar análisis de la imagen asistido por métodos computacionales. Consideramos que estas propuestas, a la luz de lo discutido en el presente trabajo y complementándolas con los métodos señalados arriba resultarán útiles para el estudio de la psicobiología del Levantamiento de Pesas.

Estudio piloto número uno: motivos de fallo reconocidos por los atletas.
Posible correlato psicofisiológico.

Método.

Sujetos.- 11 levantadores de pesas (7 varones y 4 mujeres) pertenecientes a la Asociación de Levantamiento de Pesas del Estado de Veracruz, con participación en por lo menos una competencia. Se incluyó en el muestreo a todos los que consintieron en participar.

Materiales.- Se elaboró una encuesta con 62 reactivos que representan aquellas explicaciones que construyen los atletas para justificar el fallo de algún intento en sus competencias. El formato de la encuesta se presenta en la Plantilla 1. Los reactivos están redactados en los términos coloquiales propios del ambiente del Levantamiento de Pesas. En la encuesta se dejó espacio suficiente para que los atletas mencionaran explicaciones adicionales no contempladas en la encuesta original.

Procedimiento.- Se entregó un ejemplar de la encuesta a los levantadores que quisieron participar. Se les dieron instrucciones de marcar en el cuestionario, de manera clara, aquellos motivos por los cuales habían fallado algún intento durante el desarrollo de sus competencias. Las explicaciones adicionales proporcionadas por los levantadores fueron incorporadas a la presentación de resultados. Los datos referentes a la edad y el número de competencias en las que hubieran participado se analizaron con estadística descriptiva. Cada uno de los reactivos del cuestionario fue relacionado con fallas o procesamiento inadecuado de uno o más de los subsistemas relacionados con el modelo propuesto en el presente trabajo.

Edad: _____ Sexo: _____ Asociación: _____

¿Aproximadamente en cuántas competencias has participado?

El presente cuestionario tiene objetivos de investigación exclusivamente. Las siguientes oraciones son motivos por los cuales los levantadores de pesas fallan en sus competencias. Por favor, lee cuidadosamente y señala cuáles han provocado que falles algún intento en tus competencias. Te pedimos que seas lo más sincero posible. Gracias.

- La barra no giraba.
- La plataforma tenía hoyos o chipotes.
- La pesa se veía rara (muy grande, muy chica, muy pesada, etc.).
- Me sentí muy presionado(a) por lo que habían hecho mis rivales.
- Me sentía cansado(a).
- La pesa se sentía muy pesada.
- Me puse nervioso(a).
- Me confundí (hice arranque cuando debí hacer envión o al revés).
- No pude aclimatarme (sentí mucho frío, calor, etc.).
- Me recuperé con la pierna equivocada (en el envión).
- Aflojé la espalda (o los brazos, los pies, etc.).
- Me faltó jalar (en el clean o el arranque).
- Me faltó agacharme más para agarrar la pesa (en el clean o el arranque).
- La pesa se me fue adelante.
- La pesa se me fue hacia atrás.
- Me distraje.
- Se me fue la pesa.
- Me dolió la espalda (hombros, codos, piernas, etc.).
- Me dieron calambres.
- No sujeté bien la barra.
- No pude concentrarme.
- Me puse a pensar en otras cosas.
- No pude subir (en el clean o el arranque).
- Alguien del público me distrajo (por accidente o a propósito).
- Me aflojé al empujar (en el jerk).
- Tenía mucho tiempo sin entrenar.
- Me resbalé.
- Ya había fallado antes con ese peso y me puse nervioso(a).
- Me sentía demasiado lleno(a) (comí o bebí demasiado).
- No llevé mi camisa, butarga o collar favorito (de la suerte).
- Sentí raros los zapatos (muy altos, muy bajos, apretados, etc.).
- Tuve miedo de que me doliera mi lesión.
- Estaba desilusionado(a) por fallar mi intento anterior.
- Me molestaba la venda (el cinturón, la butarga, etc.).
- Mis problemas (familiares, sentimentales, etc.) no me dejaron concentrarme.
- Me engaté.
- Me faltó el aire.

- Jalé de más (en el clean o el arranque).
- Me pegué con la barra (en la barbilla, las rodillas, etc.).
- Sentí que me mareaba.
- Me deslumbró el sol (un foco, una cámara, etc.).
- Me enfrié.
- Agarré chueca la barra.
- Calenté de más.
- Jalé (o empujé) demasiado lento.
- No me puse suficiente magnesio (o brea).
- Los discos (o collarines) no estaban bien puestos.
- Me tocó pasar a levantar demasiado pronto.
- Se me soltó la barra.
- Se me olvidó esperar a que el juez me diera la bajada.
- Olvidé mis vendas (o cinturón).
- Me lesioné durante el levantamiento.
- Me faltó empujar (en el jerk).
- Solté la barra antes de que pasara mi cintura.
- Me confié.
- Eché la barra para atrás.
- No tenía ganas de competir.
- Me aloqué.
- Me sacó de onda el lugar.
- Tuve miedo.
- Recordé una falla anterior con ese peso.
- Me puse nervioso(a) porque nunca había jalado ese peso.

¿Has fallado por algún otro motivo que no se encuentre en esta lista? Si tu respuesta es sí, anótalo(s) por favor.

Muchas gracias por tu colaboración.

Plantilla 1.- Cuestionario contestado por los atletas participantes en el estudio piloto.

Resultados.

Los datos referentes a las medias y desviaciones estándar de edad y número de competencias de los participantes en el estudio con respecto al sexo se reseñan en la tabla 1:

Sexo	X Edad.	σ . Edad.	X No. Comp.	σ No. Comp.
Hombres	25.14	15.48	12	7.28
Mujeres	24	11.57	12.25	4.5

Tabla 1.- Sexos y edades de los sujetos participantes en el estudio piloto.

Las desviaciones estándar de la edad se disparan en ambos sexos porque en ambos grupos hay individuos con valores extremos en esa variable (un varón de 59 años y una mujer de 41).

Los resultados de la encuesta se muestran en la tabla 2. El cuestionario original incluía 62 reactivos y los levantadores señalaron 9 más que se incluyen al final de la tabla con los números del 63 al 72. 49 de los reactivos fueron señalados por lo menos por un participante, mientras que los 22 restantes no fueron señalados por ninguno. En la tabla 4 se relacionan los reactivos con los subsistemas y los factores cuyo funcionamiento inadecuado en la situación competitiva pudieron contribuir a provocar el fallo. Debe hacerse notar que en algunos casos se propone la intervención de más de un factor o subsistema, y el número correspondiente a estos reactivos está señalado con negrita. Los criterios que lo justifican serán abordados en la discusión.

Cada una de las explicaciones provisionales puede analizarse relacionándola con los factores que la hayan desencadenado, trátase de procesamiento inadecuado de alguno(s) de los subsistemas, de patrones de conducta o condiciones ambientales adversas para el atleta. La tabla 4 representa nuestra propuesta de una categorización de los errores atendiendo a los criterios señalados. En algunas fallas, la preponderancia de uno de los factores será evidente, y en muchos casos intervendrá más de un factor. En estos últimos, puede ser muy difícil dilucidar si algún factor tiene más peso en la explicación de la falla, y nos parece que solamente sería posible aclararlo con estudios posteriores y métodos adicionales.

En la tabla 4 se exponen las categorías en las cuales hemos propuesto que podrían encajar cada una de las explicaciones señaladas por los atletas en el presente cuestionario. A continuación presentamos en qué consiste cada categoría y por qué consideramos que un reactivo dado debe ser agrupado en una categoría determinada. Se comentarán también los casos más representativos de aquellos reactivos a los que se agrupó en más de una categoría. Debe hacerse notar que 22 de los reactivos del cuestionario no fueron reportados por ninguno de los atletas encuestados. Sin embargo, como la muestra utilizada fue muy pequeña, consideramos pertinente el análisis y discusión de estos reactivos por la posibilidad de que fueran reportados en un estudio con muestras más grandes, ya que existen algunos reportes anecdóticos de las fallas representadas ellos. Algunas inclusive pueden ser observadas en los videos o ejecuciones en competencia analizadas en el estudio piloto número 2.

Los reactivos se agruparon en 15 categorías, que a su vez podrían clasificarse en cuatro supercategorías (o grupos de categorías) reseñadas en la tabla 4. El primer grupo pertenece al de las fallas en cuyo mecanismo se encuentra una participación destacada de las percepciones sensoriales (información de entrada), e incluye las de los subsistemas visual, auditivo y somatosensorial. La importancia de estos subsistemas radica en que cualquier estímulo inesperado, inadecuado o irrelevante para la conducta que se realiza (levantar pesas en la situación competitiva) será transmitido a través de estos subsistemas a los subsistemas integradores, perturbando su funcionamiento o produciendo un funcionamiento inadecuado para la tarea al interaccionar con ellos o sus contenidos (consultar al respecto los capítulos 4 y 5). Los fallos provocados pueden ir desde la pérdida de la atención dirigida a la tarea hasta la completa disuasión del pesista de continuar en la competencia.

El segundo grupo pertenece a las fallas producidas por los subsistemas integradores (fallas de integración). Entre ellas están las fallas técnicas y de temporización de los movimientos, relacionadas con el subsistema de programación motora, y las fallas producidas por el procesamiento inadecuado de los subsistemas atencional, emocional, motivacional y de memoria. En este grupo se puede incluir asimismo a las fallas ocasionadas por factores educativos y conductas supersticiosas, ya que como hemos discutido en el capítulo 5, pueden afectar el funcionamiento de los sistemas integradores en forma de recuerdos, patrones de conducta, patrones de procesamiento de información, emociones y cogniciones. Los subsistemas integradores deben regularse entre ellos de tal manera que permitan construir una percepción de la situación competitiva y el levantador pueda desempeñarse adecuadamente en ella. Cualquier falla en el funcionamiento o regulación de estos subsistemas puede afectar la percepción de la situación y producir una respuesta o una serie de respuestas que culminen en una ejecución incorrecta.

En el tercer grupo se incluyen los factores anatómicos, la deficiencia de alguna de las cualidades físicas fundamentales y las deficiencias de temporización que pueda afectar la conducta de salida (la ejecución de los levantamientos). La falta de fuerza y los defectos anatómicos pueden impedir que el atleta culmine un levantamiento, o contribuir a que se produzca una lesión al realizar intentos con pesos máximos. Esto es porque el organismo del levantador no está preparado para resistir la demanda que se le impone o su conformación anatómica produce desequilibrios posturales o modifica la distribución del peso.

El cuarto grupo incluye los factores homeostáticos que aseguran el funcionamiento óptimo del organismo del atleta. La falla de los sistemas energéticos, cardiorrespiratorios y demás conducirá a un rendimiento inferior al óptimo, lo que constituye una grave desventaja en competiciones donde se enfrentan competidores de nivel similar (capítulos 1, 2 y 5). Un atleta cansado tendrá grandes posibilidades de fallar un levantamiento que en condiciones óptimas podría resultarle relativamente sencillo.

Entre los factores ajenos al levantador que se incluyen en un quinto grupo están los factores ambientales, las conductas del entrenador, los rivales, los jueces y los accidentes que pudieran surgir durante el desarrollo de la competencia.

Explicación del fallo proporcionada	Total de Reportes (n=11)	Reportes Hombres (n=7)	Reportes Mujeres (n= 4)
1.- La barra no giraba.	0	0	0
2.- La plataforma tenía hoyos o chipotes.	2	1	1
3.- La pesa se veía rara (muy grande, muy chica, muy pesada, etc.).	1	1	0
4.- Me sentí muy presionado(a) por lo que habían hecho mis rivales.	1	1	0
5.- Me sentía cansado(a).	5	3	2
6.- La pesa se sentía muy pesada	4	2	2
7.- Me puse nervioso(a)	6	4	2
8.- Me confundí (hice arranque cuando debía hacer envión o al revés).	0	0	0
9.- No pude aclimatarme (sentí mucho frío, calor, etc.).	3	1	2
10.- Me recuperé con la pierna equivocada (en el envión).	2	1	1
11.- Aflojé la espalda (o los brazos, los pies, etc.).	6	4	2
12.- Me faltó jalar (en el clean o el arranque).	7	6	1
13.- Me faltó agacharme (en el clean o el arranque).	0	0	0
14.- La pesa se me fue adelante.	5	5	0
15.- La pesa se me fue hacia atrás.	1	1	0
16.- Me distraje.	0	0	0
17.- Se me fue la pesa.	1	1	0
18.- Me dolió la espalda (hombros, codos, piernas, etc.).	1	0	1
19.- Me dieron calambres.	1	1	0
20.- No sujeté bien la barra.	1	1	0
21.- No pude concentrarme.	2	2	0
22.- Me puse a pensar en otras cosas.	1	1	0
23.- No pude subir (en el clean o el arranque).	5	3	2
24.- Alguien del público me distrajo (por accidente o a propósito).	2	1	1
25.- Me aflojé al empujar (en el jerk)	0	0	0
26.- Tenía mucho tiempo sin entrenar.	3	2	1
27.- Me resbalé.	0	0	0
28.- Ya había fallado antes con ese peso y me puse nervioso.	3	2	1
29.- Me sentía demasiado lleno(a) (comí o bebí demasiado).	0	0	0

30.- No llevé mi camisa, butarga o collar favorito (de la suerte).	0	0	0
31.- Sentí raros los zapatos (muy altos, muy bajos, apretados, etc.).	0	0	0
32.- Tuve miedo de que me doliera mi lesión.	1	0	1
33.- Estaba desilusionado por fallar mi intento anterior.	5	3	2
34.- Me molestaba la venda (el cinturón, la butarga, etc.).	0	0	0
35.- Mis problemas (familiares, sentimentales, etc.) no me dejaron concentrarme.	1	0	1
36.- Me engaté.	0	0	0
37.- Me faltó el aire.	1	1	0
38.- Jalé de más (en el clean o el arranque).	0	0	0
39.- Me pegué con la barra (en la barbilla, las rodillas, etc.).	4	1	3
40.- Sentí que me mareaba	6	4	2
41.- Me deslumbró el sol (un foco, una cámara, etc.).	0	0	0
42.- Me enfrié.	1	1	0
43.- Agarré chueca la barra.	0	0	0
44.- Calenté de más.	0	0	0
45.- Jalé (o empujé) demasiado lento.	5	3	2
46.- No me puse suficiente magnesita (o brea).	0	0	0
47.- Los discos (o collarines) no estaban bien puestos.	0	0	0
48.- Me tocó pasar a levantar demasiado pronto.	4	4	0
49.- Se me soltó la barra.	0	0	0
50.- Se me olvidó esperar a que el juez me diera la bajada.	1	1	0
51.- Olvidé mis vendas (o cinturón).	0	0	0
52.- Me lesioné durante el levantamiento.	3	2	1
53.- Me faltó empujar (en el jerk).	3	2	1
54.- Solté la barra antes de que pasara mi cintura.	0	0	0
55.- Me confié.	3	2	1
56.- Eché la barra para atrás.	0	0	0
57.- No tenía ganas de competir.	1	1	0
58.- Me aloqué.	1	1	0
59.- Me sacó de onda el lugar.	0	0	0
60.- Tuve miedo.	2	1	1
61.- Recordé una falla anterior con ese peso.	1	1	0
62.- Me puse nervioso(a) porque nunca había jalado ese peso.	2	1	1
63.- Competí desvelado(a).	1	1	0
64.- Me masturbé (o tuve relaciones sexuales)	2	2	0

antes de la competencia.			
65.- El juez se equivocó al darme la bajada.	1	1	0
66.- El calentamiento fue mal llevado (a destiempo) por el entrenador.	1	0	1
67.- Me falló el pase de codo.	1	1	0
68.- Me falló el desplazamiento de los pies.	1	1	0
69.- La coordinación entre la 1ª y la 2ª fase del jalón fue inadecuada.	1	1	0
70.- Jalé anticipadamente con los brazos (en el clean o el arranque).	1	1	0
71.- Jalé con la cadera alta (en el clean o el arranque).	1	1	0

Tabla 2.- Respuestas proporcionadas por los sujetos que respondieron al cuestionario.

Subsistemas Visual y Auditivo	Subsistema Somatosensorial	Fallas Técnicas	Temporización	Subsistema Emocional
2,3	1,2	10-15	12,13	4
24	6	17	17	6-8
41	18,19	25,27	39	10-16
59	31	37-39	45	20,21
		40	67-70	24,25
		49		28
		52		31-36
		53		39
		56		43
		71		45
				46, 51
				53
				55
				58-61
				62

Tabla 3.- Subsistemas y factores cuyo funcionamiento inadecuado puede producir las fallas reportadas por los atletas. Los números corresponden a los reactivos. Los números en negrita indican que el fallo puede ser explicado por más de un factor o subsistema.

Subsistema Atencional	Subsistema Motivacional	Subsistema de Memoria	Factores Educativos	Conducta Supersticiosa
8,9	57	22	19	30
16		61	26	64
20,21			29	
22			31	
31			37,38	
43			42	
46			44	
49			48-50	
50,51			54	
54			58	
			63	
			64	

Tabla 3.- (Continuación).

Constitución Anatómica Inadecuada	Insuficiencia de Fuerza-velocidad	Factores Ambientales	Subsistemas Homeostáticos	Causas ajenas al Levantador
52	23	9	5	27
			9	42
			37	44
			40	47,48
			63	52
				65,66

Tabla 3.- (Continuación).

Grupos de categorías	Categorías incluidas en cada grupo
Fallas en Información de Entrada	Subsistema visual, auditivo, vestibular y somatosensorial.
Fallas de Subsistemas Integrativos	Fallas técnicas, subsistemas motivacional, atencional, emocional, de memoria, factores educativos y conductas supersticiosas.
Deficiencias del sub-sistema motor	Insuficiencia de fuerza-velocidad, constitución anatómica inadecuada, fallas de temporización
Fallas homeostáticas	Subsistemas homeostáticos.
Causas Ajenas al levantador	Causas ajenas al levantador.

Tabla 4.- Agrupamiento de categorías por similitudes de procesamiento.

Discusión.

Considerando el modelo psicobiológico sobre el Levantamiento de Pesas desarrollado a lo largo del presente trabajo, consideramos que las explicaciones que los atletas elaboran para justificar el fallo de un intento en competencia pueden ser relacionados con el procesamiento inadecuado o la información recibida por uno o más de los subsistemas sensoriales, integradores u homeostáticos que conforman el equipo psicobiológico con el cual el levantador percibe y se desempeña en la situación competitiva (como se expone en los capítulos 4 y 5). Y en muchos casos, parece factible elaborar esta explicación o complementarla con las consecuencias que puedan tener los factores de funcionamiento óptimo del sistema expuestos en el capítulo 1. Existe una gran cantidad de componentes educativos, psicológicos y ambientales que parecen relevancia en la explicación de algunos de estos errores.

Antes de seguir, debe señalarse que el uso que hacemos del término “procesamiento inadecuado” en esta discusión y en las subsiguientes se refiere exclusivamente a la situación competitiva del Levantamiento de Pesas. Por ejemplo, una reacción de alertamiento (es decir, una reacción de orientación producida por un estímulo externo como un sonido en la sala) resulta adaptativa y adecuada en muchas situaciones, pero no cuando el levantador se está preparando para realizar un intento con peso máximo.

Las fallas producidas por percepciones sensoriales incluyen los reactivos agrupados en las categorías “subsistema visual y auditivo” y “subsistema somatosensorial” de la tabla 3. Se incluyen las fallas con un componente sensorial exclusivo o un mayor peso aparente en la explicación de la falla. El reactivo 18 proporciona un ejemplo. Un dolor suficientemente intenso en alguna de las articulaciones que intervienen de manera importante en la realización de los levantamientos puede disuadir completamente al atleta de continuar en la competencia (capítulos 1 y 4). Las percepciones distractoras puede darse incluso durante la realización del levantamiento, como se ejemplifica en el reactivo 41. Hay casos en los que

el componente sensorial resulta crítico en la explicación de la falla, aunque el mecanismo final sea más bien de procesamiento. El reactivo 24 ilustra esta afirmación. Ya se discutió en los capítulos 4 y 5 que un sonido intenso e inesperado producido por alguna persona del público puede desencadenar reacciones de alerta y orientación del levantador, provocando que desvíe su atención de la tarea y alterando gravemente el patrón de ejecución. El reactivo 2 proporciona otro ejemplo. Las irregularidades de la plataforma de levantamiento producen dificultades de asentamiento que pueden alterar significativamente la postura del levantador, produciendo fallas de ejecución, caídas e inclusive lesiones. Las percepciones necesarias para el control de la postura están proporcionadas en parte por modalidades del subsistema somatosensorial, pero no olvidemos las contribuciones de los subsistemas vestibular y somatosensorial (capítulos 1, 4 y 5), porque si resultan demasiado evidentes, las irregularidades de la plataforma pueden ser detectadas por el subsistema visual, y el levantador evitará realizar su levantamiento en la zona de la plataforma que las tenga. Esto puede resultar incómodo porque altera la secuencia de ejecución y puede producir activaciones emocionales perturbadoras, como se describió en los capítulos 4 y 5. Una plataforma en mal estado puede ser motivo suficiente para que atletas y entrenadores protesten o se nieguen a intervenir en la competencia. La falla señalada por el reactivo 59 se deriva de un estadio de procesamiento más complejo, pero la información proporcionada por los subsistemas sensoriales resulta indispensable para integrar la percepción de las características “inquietantes” del sitio en el que el levantador se encuentra compitiendo. Como se ha discutido, dicha integración se da principalmente en las tres áreas de asociación multimodal, que posee amplias interconexiones entre sí e integran percepciones complejas con cogniciones, recuerdos y sensaciones asociadas (capítulo 4). La actividad de todos estos centros de procesamiento puede producir una intensa activación emocional que perjudique la ejecución de la tarea (Capítulo 4). Es muy probable que este tipo de perturbaciones se den con más frecuencia en pesistas novatos que concurren a alguna de sus primeras competencias, y como todos los pesistas encuestados contaban con gran experiencia en competición, es posible que hayan olvidado sus primeras competencias, donde estos procesos pudieron haberse dado.

El reactivo 31 resulta todavía más complejo. Los zapatos son uno de los implementos de levantamiento más importantes, ya que permiten el correcto asentamiento del atleta y facilitan el control de la postura. El uso de calzado inadecuado produce graves deficiencias en el equilibrio del levantador y en la trayectoria seguida por la pesa durante el levantamiento (Herrera A, 1991). Todo ello redundará en problemas de control postural, debido a que la información aportada por el subsistema somatosensorial (posiblemente con alguna asistencia de los subsistemas visual y vestibular, ya que la altura de los zapatos podría afectar la posición de la cabeza) con respecto a la colocación del centro de gravedad y la posición de los pies resulta inadecuada para la ejecución del patrón motor establecido. Además, el hecho de portar el calzado inadecuado puede producir que el atleta preste una atención excesiva a este factor, lo que podría perturbar su concentración y producirle inseguridad, todo esto puede afectar su ejecución por medio de los mecanismos descritos en los capítulos 4 y 5. La suma de todos estos factores puede alterar radicalmente la forma competitiva del levantador; y sin embargo, debemos resaltar que todos estos inconvenientes podrían evitarse si el atleta utiliza el calzado adecuado, que debería ser probado y adaptado semanas antes de que se realice la competencia. Es decir, la preparación y el uso del calzado adecuado deben formar parte de los hábitos competitivos del levantador, de su

educación competitiva. Es por todo esto que el reactivo 31 fue clasificado en las categorías de "Modalidades Somatosensoriales", "Factores educativos", "Subsistema Emocional" y "Subsistema Atencional". El peso relativo de cada uno de estos factores muy posiblemente será diferente dependiendo del atleta que se considere. Y debe insistirse que todos los inconvenientes pueden derivarse en última instancia de una disciplina inadecuada en la preparación del atleta para la competencia.

Las fallas agrupadas en la categoría "Fallas Técnicas" no son sencillas de analizar. A menudo es difícil determinar la verdadera causa de una falla técnica, incluso con el auxilio de métodos especializados y durante el entrenamiento o las condiciones controladas del laboratorio (Herrera A, 1991). En situación competitiva la utilización de medios especializados de análisis está bastante restringida, además de que los pesos utilizados (de entre el 95 y el 105% del máximo en una modalidad) producen a menudo el surgimiento de fallas que no se observan en el entrenamiento diario del pesista (Herrera A, 1991). El análisis se vuelve complicado también en el contexto del modelo psicobiológico que hemos propuesto, pues es difícil discernir con los medios a nuestro alcance si la falla es producida por verdaderas deficiencias técnicas (patrones o programas motores y de temporización inadecuados) o por procesamiento inadecuado de alguno de los subsistemas integradores del levantador. Mientras que una excitación emocional adecuada (no muy intensa) puede facilitar una tarea, tanto la ausencia de activación emocional (por falta de motivación competitiva, por ejemplo) como una activación emocional muy intensa producida por miedo o ansiedad excesiva puede perturbar la ejecución (capítulos 4 y 5). Como hemos insistido a lo largo del capítulo 5, las fallas de concentración (procesamiento inadecuado del subsistema atencional) también pueden afectar la técnica de ejecución, y como se analiza allí mismo, parece posible que estos errores de integración puedan explicar en parte el mecanismo de algunas fallas técnicas observadas en la ejecución de levantamientos máximos y que no se aprecian con pesos menores (véase también el estudio piloto número 2). Entre estas fallas se encuentran las reseñadas en los reactivos del 10 al 15, 17, 37, 38, 39, 56 y 71. Todas ellas han sido estudiadas con métodos de análisis de la trayectoria de la barra (filmación, ciclohidrografía, trazadores electrónicos, etc.) y todas son producidas por alteraciones de la trayectoria de la barra relacionadas con deficiencias técnicas (Herrera A, 1991). Las deficiencias se han correlacionado con características anatómicas inadecuadas, fallas de coordinación (biomecánicas) y en algunos casos, factores como la metodología de entrenamiento utilizado y la altura y la conformación del calzado. Los estudios realizados hasta el momento no dan cuenta del papel desempeñado por los subsistemas integradores en el mecanismo de las fallas en situaciones competitivas o inclusive en entrenamiento, aunque hay algunos intentos en este sentido registrando variables neurovegetativas (Bolliet, Collet y Dittmar, 2000). En principio, es posible que un levantador no jale o empuje lo suficiente durante la realización de un levantamiento porque su sistema de temporización rápida sea poco eficiente, porque no esté concentrado en la realización correcta de su movimiento o porque no confíe en tener la fuerza suficiente para generar la potencia requerida. En cualquiera de estas condiciones, el levantador podría tratar de cambiar su postura anticipadamente para poder desplazarse bajo la barra. El problema es que la falta del jalón o empuje necesarios para obtener la altura óptima de la barra alteran su trayectoria, la hacen perder velocidad y descender antes de tiempo (capítulos 1 y 5), y muy a menudo los desplazamientos corporales del atleta no alcanzan a compensar el desplazamiento deficiente de la barra. Estas consideraciones resultan más aparentes en los

reactivos 25, 39, 49, y 53. **Una posibilidad para abordar este estudio sería analizar la ejecución de los pesistas con el uso de pesos diferentes en entrenamiento y competencia, comparando sus patrones de ejecución en los diferentes momentos en que fueron tomados los registros, realizar entrevistas exhaustivas respecto a las ejecuciones en las que se enfatizan factores emocionales, atencionales y motivacionales, y desarrollar métodos de evaluación (cuestionarios de orientación psicobiológica) que permitan obtener datos adicionales.** Los estudios de resonancia magnética funcional y otras técnicas de imagen cerebral podrían proporcionar información adicional, aunque la situación en que deben realizarse los mismos está muy alejada de la situación verdadera en entrenamiento y competencia. Como ya se comentó en la discusión del modelo presentado, se podría instruir detalladamente al levantador sometido a estudios de este tipo para que visualice con toda nitidez todas las implicaciones de la situación competitiva, pero sería muy difícil replicar o controlar el contenido de las visualizaciones, aunque el atleta recibiera entrenamiento exhaustivo en técnicas de visualización.

Existen fallas técnicas que pueden conducir a la lesión, a un accidente o a la alteración de la postura del levantador cuando se utilizan pesos muy grandes. Por ejemplo, la excesiva apertura de los pies al realizar el desplante en el Clean o el Arranque pueden conducir a un resbalón (reactivo 27), al desgarrar de alguno de los ligamentos externos de la rodilla o los músculos abductores del muslo (reactivo 52). Realizar un pase de codos demasiado acentuado o atraer la barra excesivamente hacia el cuello durante la ejecución del Clean pueden comprimir el cuello o producir un reflejo vagal que produzca mareo, falta de aire o inclusive el desmayo del levantador (reactivos 37 y 40), y esto se ha observado incluso en atletas de alta calificación cuando utilizan pesos máximos. Por supuesto, es necesario distinguir las fallas puramente técnicas de aquellas que son producidas por la constitución anatómica del levantador o alguno de los factores reseñados anteriormente. Por ejemplo, podría ser que un atleta altamente calificado se golpeará el cuello con la barra debido a que su activación emocional altera la técnica de levantamiento y el desplazamiento de la barra o el cuerpo conducen al choque de la barra con el cuello.

Algunas de las fallas técnicas incluidas en el cuestionario pueden ser interpretadas como fallas de temporización, entendiendo ésta como la ejecución temporal adecuada de patrones de contracción y relajación muscular, tal como se describió en los capítulos 5 y 6. Los reactivos 45, 67, 68, 69 y 70 ilustran claramente lo que se quiere decir. El empuje en el Jerk y el pase de codos, el desplazamiento de los pies y el tránsito entre el primer y el segundo jalón en el Clean y el Arranque son movimientos que siguen un patrón temporal que debe estar ajustado con mucha precisión, o de lo contrario se crearán desequilibrios posturales que podrían culminar con la caída de la pesa. Estas fallas de temporización también pueden ser producto de factores emocionales y atencionales de la manera en que se ha descrito para las fallas técnicas en general. Algunas pueden ser producto de un sistema de temporización poco eficiente. **El problema puede ser abordado mediante el estudio de los segmentos corporales del levantador mientras ejecuta levantamientos en entrenamiento y en competencia. Si los errores temporales en el desplazamiento de los segmentos corporales son consistentes en todos los levantamientos, independientemente del peso empleado y las condiciones de levantamiento se podría hablar de fallas de temporización.** También podrían analizarse las ejecuciones de pesistas

que hayan sufrido accidentes que involucren lesión cerebelosa y comparar sus ejecuciones antes y después de la lesión, en caso de que pudiera disponerse de los sujetos adecuados.

Los reactivos agrupados en la categoría “Subsistema Emocional” están relacionados con activaciones emocionales excesivas o inadecuadas para la tarea. Ya se describió que una activación emocional excesiva o muy pobre perjudica la realización de una tarea (capítulo 4). La activación emocional repercute en todo el resto de los subsistemas integradores. En esencia, el procesamiento emocional puede ser desencadenado por cualquier otro tipo de información o procesamiento, desde información aportada por los subsistemas sensoriales hasta por recuerdos de intervenciones en competencias anteriores (capítulos 4 y 5). Además de aquellas fallas en los que la intervención del subsistema emocional puede permanecer encubierta (comentados en las secciones anteriores), hay otros en los que queda manifiesta con claridad, como en los reactivos 4, 7, 28, 32, 33, 35, 36, 55 y 62. El mecanismo involucrado en el reactivo que representa al subsistema motivacional (reactivo 57) se describió también en los capítulos 4 y 5. Debe señalarse que los correlatos neurovegetativos encontrados por Bolliet, Collet y Dittmar (2000), reseñados en el capítulo 5 pueden deberse a la activación emocional, más que al incremento de la vigilancia que los autores postulan y serían necesarios estudios complementarios para discriminar entre ambos.

Las fallas agrupadas en la categoría “Subsistema Atencional” se relacionan con el “enganche” a la tarea, el repaso de la secuencia, y posiblemente con las redes atencionales que intervienen en la planeación y ejecución del movimiento (capítulo 4). Las fallas de procesamiento del subsistema atencional no son fáciles de aislar de las provocadas por intervención de otros subsistemas. Esto se debe a que, en principio, el atleta intenta concentrarse de manera consciente en su ejecución, pero cualquier clase de información procedente del resto de los subsistemas puede ocasionar que la atención se desvíe de la tarea (capítulos 4 y 5). Algunos reactivos, como el 16, 21, 22 y 50 parecen tener un componente de atención fundamental. Sin embargo, en gran parte de los reactivos considerados en el cuestionario pueden observarse la intervención de situaciones distractoras que desviaron la atención de la ejecución del levantamiento, debidas ya sea factores sensoriales (reactivos 16 y 24), pensamientos distractores (ocasionados posiblemente por asociaciones en las que interviene el subsistema de memoria, especialmente en sus modalidades semántica y episódica, reactivo 22), patrones inadecuados de comportamiento en competencias debido a factores educativos (reactivos 50, 51 y 54) y distracciones generadas por activación excesiva o inadecuada del subsistema emocional (reactivos 8 y 21). En el caso de los reactivos 8, 9, 31, 43 y 46 pueden estar involucrados todavía más subsistemas. El caso del reactivo 31 ya se ha discutido. Los reactivos 8, 43 y 46 tienen elementos de atención y educativos, pero su componente emocional es también muy importante, y ello podría resultar más evidente en pesistas que acuden a su primera competencia. Un estado de activación emocional excesiva puede producir gran activación del sistema nervioso autónomo, y las reacciones generadas por éste pueden resultar muy desagradables y acaparar la atención del levantador, desviándola hasta tal punto que genere este tipo de fallas por desenganche de la atención (ver capítulos 4 y 5). Las relaciones entre estos subsistemas son muy complejas, y seguramente se requerirá un diseño experimental muy cuidadoso para sopesar su importancia relativa en estas situaciones. Debido a la gran cantidad de factores que pueden producir pérdida de la

atención y la consiguiente alteración del patrón de levantamiento, resulta útil a los levantadores y deportistas en general el aprendizaje y la utilización de métodos que permitan enfocar la atención en la tarea e ignorar o suprimir los estímulos irrelevantes (capítulos 1, 4, 5 y 7).

Los recuerdos de eventos o situaciones con gran carga emocional pueden generar activaciones emocionales similares a las que hubo en el momento en que se enfrentaba la situación que se recuerda (capítulos 4 y 5). Esta activación emocional producida por recuerdos puede dar cuenta del mecanismo del fallo reseñado en el reactivo 61. Los recuerdos pueden ser recuperados en presencia de una gran variedad de estímulos, entre los que se encuentra la misma situación competitiva, un sonido, una imagen e inclusive un olor (Kandel, Kupfermann e Iversen, 2001). Estos recuerdos pueden producir que la atención se desvíe de la tarea a realizar, afectando la calidad de la ejecución por los mecanismos discutidos anteriormente.

Las fallas debidas a factores educativos pueden afectar gran cantidad de aspectos relevantes en la situación competitiva. En muchas ocasiones son la “primera causa” de fallas de los subsistemas sensoriales o integradores que pudieron evitarse fácilmente adoptando un patrón de conducta adecuado, tal como se discutió en el caso del reactivo 31. La educación del pesista debe incluir aspectos como la disciplina de entrenamiento y competencia (reactivos 26, 42, 44, 48, 50, 54, 63 y 64), la preparación y puesta a punto de todos los materiales y objetos que se van a requerir en la competencia (reactivos 31 y 51), la prevención de situaciones indeseadas (reactivos 19, 29 y 48) y las técnicas adecuadas para obtener el mejor rendimiento en la situación competitiva (reactivos 37, 38 y 58), como se discutió en los capítulos 1 y 5. La disciplina de entrenamiento y competencia exige que el pesista se haya entrenado sistemáticamente durante el periodo adecuado de tiempo y conozca la manera correcta de conducirse para evitar estar demasiado cansado, apresurado o en condiciones menos que óptimas al ser llamado a la plataforma. Esto incluye tener a punto todo lo necesario para competir (vendajes, cinturón, etc.) y evitar malgastar recursos físicos y atencionales que le serán necesarios al realizar los intentos más difíciles.

Como caso particular de los factores educativos puede incluirse a las conductas supersticiosas. La falta de un implemento preferido por el atleta puede producirle sensaciones de inseguridad y patrones de funcionamiento inadecuados de los subsistemas atencional y emocional. El mecanismo de la formación de supersticiones ha sido descrito por B. F. Skinner, así como su papel en la conducta del individuo (Skinner, 1969. Pp. 23 y 177). Por otro lado, el reactivo 64 refleja una situación común en el ámbito del deporte en general. Sin embargo, parece ser que no hay razones objetivas para sustentarla. Según Sztajzel et al (2000), el intercurso sexual puede afectar el rendimiento en el entrenamiento o competencia si se realiza aproximadamente dos horas antes, lo cual resulta muy poco probable en el sistema de competencia del Levantamiento de Pesas.

Las fallas dependientes de características inadecuadas del sistema motor pueden clasificarse en dos categorías: Insuficiencia de Fuerza-Velocidad y Constitución anatómica inadecuada. La falta de fuerza puede producir que el atleta sea incapaz de recuperarse en la ejecución del Clean o el Arranque (reactivo 23), ya que si no ha sido posible la utilización

de mecanismos reflejos o la elasticidad de las articulaciones para contribuir a la finalización del levantamiento, será necesario terminar el levantamiento "a fuerza pura", sin el apoyo del componente de velocidad (capítulo 5). Las fallas de constitución anatómica pueden producir que el pesista se lesione al realizar un levantamiento con grandes pesos, debido a que la carga sobre los músculos, los elementos óseos o ligamentosos puede llegar a exceder el módulo de elasticidad de estas estructuras y producir desgarres, roturas o fracturas (Benedek y Villars, 1973).

Las fallas relacionadas con factores homeostáticos actúan disminuyendo el rendimiento del levantador, y en un último análisis son ocasionados en gran parte por factores educativos (reactivos 5 y 63), ambientales (reactivo 9), y mixtos (reactivos 37 y 40). Las situaciones planteadas en los reactivos 5 y 63 no deberían presentarse en atletas que se apeguen a una disciplina de competencia que contemple el descanso adecuado como factor crítico en la consecución de máximo rendimiento. El calor o frío excesivos puede disminuir seriamente el rendimiento de los atletas que procedan de climas muy diferentes y no tomen las medidas adecuadas para paliar sus efectos; como por ejemplo seguir un patrón adecuado de hidratación o abrigarse adecuadamente en el transcurso de la competencia. Los extremos opuestos de estas conductas serían la producción de un golpe de calor, que puede conducir al atleta a la muerte; o un enfriamiento que provoque una lesión seria en la ejecución de los levantamientos. Afortunadamente, tales extremos son raros en el Levantamiento de Pesas, especialmente el del golpe de calor. Sin embargo, la deshidratación sí produce una rápida disminución del rendimiento de los atletas (Guyton y Hall, 1997). Las fallas correspondientes a los reactivos 37 y 40 pueden ser ocasionados por patrones técnicos inadecuados (por ejemplo, golpear el cuello con la barra en el Clean), factores educativos (desconocimiento del patrón respiratorio adecuado para recuperarse después de ejecutar el Clean o el Arranque), por activaciones emocionales o tal vez inclusive a mecanismos de hipotensión ortostática que producen mareo (Guyton y Hall, 1997).

También pueden darse fallas por causas ajenas al levantador, como las reseñadas en los reactivos 47, 64 y 66. Algunas de las fallas reseñadas en esta categoría pueden tener un componente mixto. Por ejemplo, el excesivo calentamiento puede ser atribuido a una falla de planeación del entrenador, pero también al hecho de que el atleta no avise al entrenador sobre su propio estado físico a medida que avanza el calentamiento, lo que lo constituye en un problema con un fuerte componente educativo. La falla reseñada por el reactivo 48 puede deberse a una falta de previsión de los tiempos de la competencia (factor educativo) y el reactivo 52 a defectos de constitución anatómica del levantador. Un resbalón durante la ejecución (reactivo 27) puede deberse asimismo a un error técnico (desplante excesivo, por ejemplo) o a la presencia de líquidos u objetos extraños en la plataforma.

Como se ha enfatizado a lo largo de este análisis, un error puede tener multiplicidad de factores relevantes, cuyo peso relativo sólo podrá ser sopesado de manera confiable por medio de estudios posteriores. Debemos considerar, sin embargo, que el cuerpo humano es una entidad funcional completa y no un mero arreglo de subsistemas; por ello pensamos que son relativamente pocos los reactivos o fallas posibles que pudieran ser explicados solamente por la acción de alguno de los subsistemas o factores involucrados en este deporte.

Una fuente de error en la clasificación podría ser la manera en que están redactados algunos reactivos, que puede conducir a ambigüedades o errores de interpretación por parte de los encuestados. La elaboración de los reactivos del cuestionario se hizo en términos coloquiales propios del ambiente del Levantamiento de Pesas en México y no se hizo ningún estudio piloto sobre el poder discriminativo y la ambigüedad de los reactivos. Este defecto puede corregirse reestructurando el cuestionario con base en análisis psicométricos posteriores.

La complejidad de los factores que intervienen en las fallas contribuyó a que las categorías no fueron cubiertas de manera equitativa en el presente cuestionario, pero esto se debe también a que la redacción del cuestionario se hizo antes que la construcción del modelo teórico desarrollado a lo largo del presente trabajo. En una versión posterior puede redactarse un banco de reactivos más grande, en el que se incluyan reactivos que representen a todas las categorías de manera proporcional. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que las proporciones relativas de ciertas categorías parecen ser menores que las de otras en la explicación de los fallos reseñados. Por ejemplo, los subsistemas atencional, de memoria y emocional parecen tener una presencia mayor en la explicación de las fallas de los atletas bien entrenados y con gran experiencia competitiva, aunque esto debe ser confirmado por estudios posteriores.

Por otra parte, los cuestionarios de este tipo tienen una serie de fallas inherentes que son difíciles de solucionar. La persona que responda podría no ser sincera en sus respuestas, podría olvidar fallas ocurridas en alguna de sus competencias o podría no querer reconocer algunas, pese a todas las garantías de secreto y confidencialidad que pudieran dársele. Además siempre es posible que alguien no entienda o malinterprete alguno de los reactivos, o que no desee contestarlo porque no lo reconozca como parte de su situación actual.

Como se ha indicado más arriba, el cuestionario fue aplicado a una muestra muy reducida, lo cual ocasionó que 22 de los reactivos no fueran señalados por nadie. Hemos asumido que en el análisis de una muestra más grande y posiblemente estratificada con respecto al nivel de experiencia competitiva de los atletas (lo cual contribuiría también a evitar algunos de los inconvenientes y fuentes de sesgo reseñados en párrafos anteriores) hubieran sido señalados casi todos los reactivos; pero esto podría no ser cierto. Algunos reactivos pudieran ser irrelevantes para todos los atletas, aún cuando esto nos parece poco probable atendiendo a los comentarios que los atletas suelen hacer. Al respecto, se debe indicar que uno de los factores de sesgo al elaborar el cuestionario consiste en que el autor del cuestionario es también levantador de pesas, y lo elaboró teniendo en cuenta las explicaciones provisionales que alguna vez escuchó de los atletas, incluidas las suyas propias. Esto puede conducir a sesgos de elaboración e interpretación de los reactivos, pero por otro lado, el conocimiento del deporte y la situación particular del Levantamiento de Pesas podría contribuir a realzar factores que suelen ser ignorados por los investigadores ajenos al deporte. Los estudios posteriores deberán aportar información sobre cuáles conclusiones cuentan con apoyo empírico y cuáles no.

Por último, debe insistirse que las categorías propuestas para la clasificación de los reactivos del cuestionario no incluyen todas las que incluye el modelo psicobiológico

propuesto para el Levantamiento de Pesas. El cuestionario fue realizado antes que surgiera el modelo e incluso antes de que fuera concebido. El cuestionario se realizó como un ejercicio preliminar para tratar de encontrar alguna relación entre los subsistemas con que cuenta el organismo humano y las fallas de ejecución que se observan en los atletas. Por tal motivo, el cuestionario es incompleto y está sesgado por omisión. Tampoco ha sido validado, ni confiabilizado, ni estandarizado. Parece muy probable que algunos de los reactivos deban reescribirse o sustituirse y sería necesario incluir reactivos que exploren el resto de los factores y subsistemas propuestos en el modelo. Por ello, consideramos la presente discusión y el presente cuestionario como meros ejercicios preliminares, uno de cuyos objetivos es señalar estas deficiencias y proponer posibilidades de investigación para futuros trabajos sobre la psicofisiología del Levantamiento de Pesas.

Estudio Piloto número 2. fallos apreciados en las ejecuciones de levantadores en competencia. Observación por un testigo experto.

Método.

Sujetos.- Todos los levantadores de las categorías de 48 y 58 kg, rama femenil (n=18) y de las categorías de 62 y 69 kg rama varonil (n=24) participantes en la Universiada Nacional 2003. Se incluyeron los seis levantamientos realizados en la competencia por todos los atletas de la muestra.

Materiales.- La hoja de registro utilizada para recopilar los datos se muestra en la Plantilla 1. En ella se registraron el número de sorteo del atleta, el peso intentado y la falla identificada. Las listas se elaboraron para cada categoría y para cada modalidad de levantamiento.

Procedimiento.- Los atletas fueron observados por un testigo experto mientras realizaban sus levantamientos en la plataforma de competencia. Para obtener una visualización óptima de los intentos el observador se colocó lateralmente a la plataforma de competencia, a una distancia aproximada de 10 metros. El testigo registró los pesos empleados y las fallas observadas durante la ejecución del ejercicio. El testigo se limitó a reportar las fallas claramente visualizables sin realizar interpretaciones de los motivos de la falla. En la sección de resultados se reportan aparte aquellas fallas que ocasionaron la pérdida de un intento y las que pese a resultar claramente visualizables no impidieron que los levantadores realizaran exitosamente su prueba.

Resultados.

En total fueron analizados 251 intentos, de los cuales 126 fueron de Arranque y 125 de Envión. De los 251 intentos, 119 fueron correctos (47.41%) y 132 fueron incorrectos (52.59%). De los 126 intentos de Arranque, 64 fueron correctos (50.79%) y 62 fueron erróneos (49.21%); en Envión, 55 fueron correctos (44%) y 70 fueron erróneos (56%). En

el Envión, los intentos fallidos en el Clean fueron 24 (34.28%) y 45 en el Jerk (64.30%), siendo este último porcentaje similar a los encontrados por investigadores anteriores cuyos estudios fueron reseñados en el capítulo 1. Ningún levantador realizó sus seis intentos correctos (los tres de Arranque y los tres de Envión). Dos hombres y una mujer realizaron correctamente sus tres intentos de Arranque y solamente un hombre realizó sus tres intentos correctos en el Envión. Hubo solamente un hombre que falló sus seis intentos en la competencia, dos hombres que fallaron sus tres intentos de Arranque y dos hombres y una mujer que fallaron sus tres intentos de Envión.

La distribución de intentos correctos de acuerdo al orden del levantamiento en el Arranque fue: en el primer intento, 36 de 42 (85.71%); en el segundo 19 de 42 (45.42%) y en el tercero, 9 de 42 (21.42%). En el primer intento de Envión, resultaron correctos 30 de 42 intentos (71.43%), 17 de 42 en el segundo (40.47%) y en el tercero 8 de 41 (19.51%). Esto no resulta sorprendente si se toma en cuenta que los pesos van subiendo progresivamente de intento a intento y en esas condiciones los patrones de procesamiento y ejecución se pueden alterar.

Los fallos encontrados se clasificaron en categorías para el Arranque y para los dos tiempos del Envión por separado (Clean y Jerk), debido a las diferencias técnicas y de ejecución que existen entre ellos. Fueron encontrados 15 fallas diferentes en los intentos de Arranque, 17 en el Clean y 9 en el Jerk. La tabla 1 reseña las fallas percibidas por el testigo experto y cuántas veces se identificaron, independientemente de si ocasionaron o no la pérdida de un intento. En total, se encontraron 95 fallas en los intentos de Arranque y 116 en los intentos de Envión, correspondiendo 49 al Clean y 67 al Jerk.

ARRANQUE	
1ar.- Caída de la barra por el frente.	29 (30.53%)
2ar.- Barra proyectada al frente.	8 (8.42%)
3ar.- Levantamiento anticipado de la cadera.	3 (3.16%)
4ar.- Ritmo de levantamiento lento.	4 (4.21%)
5ar.- Disminución excesiva de velocidad entre 1ª y 2ª jalón.	10 (10.53%)
6ar.- Caída de la barra por atrás.	10 (10.53%)
7ar.- Codos doblados al final del levantamiento.	2 (2.11%)
8ar.- Trabajo excesivo de la espalda.	7 (7.37%)
9ar.- Trabajo anticipado de los brazos.	5 (5.26%)
10ar.- Entrada anticipada bajo la barra.	6 (6.32%)
11ar.- Ritmo de un tiempo.	2 (2.11%)
12ar.- Bateo de la barra con las piernas.	1 (1.1%)
13ar.- Aflojamiento de la espalda en la recuperación.	6 (6.32%)
14ar.- Desplante anticipado.	1 (1.1%)
15ar.- Pérdida del intento por tiempo.	1 (1.1%)
Total:	95 (100%)

Tabla 1.- Errores cometidos por los atletas durante la ejecución de sus levantamientos

ENVIÓN	
Clean.	
1c.- Caída hacia el frente.	1 (2.1%)
2c.- Clean parado.	4 (8.16%)
3c.- Levantamiento anticipado de la cadera.	1 (2.1%)
4c.- Ritmo de levantamiento lento.	2 (4.1%)
5c.- Disminución excesiva de velocidad entre 1ª y 2ª jalón.	6 (12.24%)
6c.- Falla del pase de codos.	2 (4.1%)
7c.- Incapacidad para subir.	2 (4.1%)
8c.- Jalón precipitado.	1 (2.1%)
9c.- Trabajo anticipado de los brazos.	2 (4.1%)
10c.- Entrada anticipada bajo la barra.	3 (6.1%)

11c.- Toque de codos con las rodillas.	3 (6.1%)
12c.- Golpe de la barra con las rodillas.	1 (2.1%)
13c.- Aflojamiento de la espalda al subir.	3 (6.1%)
14c.- Aflojamiento de espalda al recibir la barra.	9 (20 %)
15c.- Pérdida del intento por tiempo.	1 (2.1%)
16c.- Salida de los discos de la barra.	1 (2.1%)
17c.- Causa no determinada.	1 (2.1%)
Total:	49 (100%)
Jerk	
1j.- Falta de fuerza en el saque.	13 (19.4%)
2j.- Codos doblados al final del intento.	7 (10.44%)
3j.- Ritmo lento en la semiflexión y el saque.	18 (26.86%)
4j.- Tronco inclinado en la semiflexión y el saque.	9 (13.43%)
5j.- No intentó culminar el jerk.	2 (2.98%)
6j.- Trabajo anticipado de los brazos.	4 (5.97%)
7j.- Semiflexión excesiva.	3 (4.47%)
8j.- Barra proyectada hacia el frente.	5 (7.46%)
9j.- Causa no determinada.	6 (8.95%)
Total:	67 (100%)

Tabla 1.- (Continuación).

La tabla 2 proporciona un resumen detallado de las fallas cometidas, intento por intento. Las fallas consideradas responsables de la pérdida de un levantamiento aparecen señaladas con negrita. En algunos intentos se encontró más de una falla, y en estos casos fueron anotadas todas las fallas. Las fallas encontradas y la manera en que afectan al levantamiento se comentarán en la discusión. En casi todos los casos, es una falla la responsable de la pérdida del levantamiento aún cuando se presente combinada con otras, ya sea porque ocasiona directamente que el atleta pierda el control sobre la pesa o porque desencadena una serie de nuevas fallas que acaban por culminar en la pérdida del levantamiento. Estas relaciones se comentarán también en la discusión. Las casillas de la tabla 2 fueron dejadas en blanco cuando no hubo falla o no pudo detectarse. Excepto en el caso del levantador 7 de la categoría de 69 kg varonil, todos los levantadores tuvieron por lo menos una falla detectable en alguno de sus tres intentos de cada modalidad, aún cuando éste no haya producido la pérdida del intento.

Rama: Femenil				División: 48 kg.		
ARRANQUE.						
Atleta	Int. 1	Fallas	Int. 2	Fallas	Int. 3	Fallas
1	40*	2ar	47.5 ^x	1ar	47.5 ^x	13ar, 3ar
2	45*		47.5 ^x	1ar	47.5 ^x	1ar
3	40*	3ar	42.5 ^x	3ar	47.5 ^x	1ar
4	42.5*	4ar	45 ^x	1ar	45 ^x	7ar , 4ar
5	45*	5ar	50*	5ar	55 ^x	5ar
6	45 ^x	5ar	45*	5ar	47.5 ^x	5ar
7	47.5*		50 ^x	6ar	50*	8ar
8	52.5*		55*		57.5*	2ar
ENVIÓN						
Atleta	Int. 1	Fallas	Int. 2	Fallas	Int. 3	Fallas
1	60 ^x	1j	60*		62.5 ^x	3j
2	52.5*		55*	2j [*]	57.5 ^x	2j
3	50*	2c	52.5*	2c	55 ^x	2c , 6c
4	55*	16c ⁺	60*		62.5 ^x	17c
5	62.5*	5c	65*	5c	70 ^x	5c , 7c
6	52.5 ^x	5c	52.5*	5c	57.5 ^x	5c
7	60*	1j	62.5 ^x	1j	62.5 ^x	9j
8	62.5*		67.5*		70 ^x	7c

*.- Este error, que debió ocasionar la pérdida del intento, no fue detectado por todos los jueces

+.- Este error no fue responsabilidad de la atleta, por lo que al ocurrir por segunda vez, se le acreditó como correcto.

Tabla 2.- Resumen de los fallos detectados en las diversas categorías que conforman la muestra analizada. los datos fueron tomados de todos los participantes de las categorías de 48 y 58 kg de la Rama Femenil y de las categorías de los 62 y 69 kg de la Rama Varonil en la Universiada Nacional 2003.

Rama: Femenil				División: 58 kg.		
ARRANQUE.						
Atleta	Int. 1	Fallas	Int. 2	Fallas	Int. 3	Fallas
1	57.5*		60*		62.5 ^x	1ar
2	40*		45 ^x	10ar	45 ^x	1ar
3	40*	10ar	42.5 ^x	6ar	45 ^x	5ar
4	37.5 ^x	1ar	37.5 ^x	1ar	37.5*	
5	65*	2ar	70 ^x	1ar	70*	2ar
6	47.5*		52.5*		55 ^x	1ar
7	42.5*		47.5 ^x	6ar	47.5 ^x	6ar
8	45*		50 ^x	8ar	50 ^x	13ar
9	52.5*		55 ^x	1ar	55*	
10	65*	2ar	67.5*	2ar	70 ^x	13ar, 8ar
ENVIÓN						
Atleta	Int. 1	Fallas	Int. 2	Fallas	Int. 3	Fallas
1	72.5*		75 ^x	4j	75 ^x	13c
2	50*		55 ^x	4j	55 ^x	4j
3	50 ^x	1j, 6j	50 ^x	1j, 6j	50 ^x	1j, 6j
4	50*		52.5 ^x	3c, 1j	52.5 ^x	10c
5	85*		87.5*		92.5 ^x	1j
6	62.5 ^x		65 ^x	14c	65 ^x	14c, 11c
7	55*	3j	62.5*		65 ^x	3j
8	57.5 ^x	3j, 2j	57.5 ^x	4j	57.5*	
9	72.5*		75 ^x	3j	75 ^x	3j
10	82.5*		87.5 ^x	13c, 9j	87.5 ^x	13c, 9j

Tabla 2 (continuación).

Rama: Varonil				División: 62 kg.		
ARRANQUE.						
Atleta	Int. 1	Fallas	Int. 2	Fallas	Int. 3	Fallas
1	70*		75 ^x	1ar	75 ^x	1ar
2	65*	4ar	70 ^x	4ar, 1ar	70*	4ar, 2ar
3	105*		110*		112.5 ^x	1ar
4	100*		105*		110 ^x	10ar, 1ar
5	80*		82.5*	13ar	87.5 ^x	8ar, 6ar
6	75*		80*	2ar	87.5*	
7	65*	9ar	67.5 ^x	11ar	67.5 ^x	11ar
8	80*		85*		87.5 ^x	12ar
9	70*		75*		80 ^x	1ar
10	70*		72.5 ^x	1ar	72.5*	13ar
ENVIÓN						
Atleta	Int. 1	Fallas	Int. 2	Fallas	Int. 3	Fallas
1	90 ^x	2j	95 ^x	2j	95*	14c
2	85*	4c, 3j	90 ^x	4c	90 ^x	6j
3	130*		140 ^x	10c	140 ^x	10c
4	115*	3j	120 ^x	2j	130 ^x	1j
5	105 ^x	4j	105 ^x	11c	105*	14c, 4j
6	95*	8c	102.5 ^x	5j	102.5 ^x	12c
7	85 ^x	2j	85*	6c, 3j	-----*	
8	100*		107.5 ^x	3j	107.5*	3j
9	100*		105*		110 ^x	11c
10	90*	3j	95*	3j	102.5 ^x	14c

*.- El atleta se retiró de la competencia antes de realizar este intento.

Tabla 2 (continuación)

Rama: Varonil

División: 69 kg.

ARRANQUE.

Atleta	Int. 1	Fallas	Int. 2	Fallas	Int. 3	Fallas
1	90°		95°		100 ^x	1ar
2	100°		105 ^x	1ar	105 ^x	10ar
3	95 ^x	7ar	97.5°		102.5 ^x	1ar
4	102.5°		105°		110 ^x	10ar
5	75°		80 ^x	6ar	80 ^x	10ar
6	75°	2ar	80 ^x	1ar	80 ^x	1ar
7	110°		115°		120 ^x	6ar
8	75°	5ar	80°	5ar	82.5 ^x	9ar, 5ar
9	75 ^x	8ar	75 ^x	8ar	75 ^x	8ar
10	82.5 ^x	13ar	82.5 ^x	1ar	82.5 ^x	1ar
11	85°		90 ^x	1ar	90 ^x	1ar
12	75 ^x	15ar	75°		80 ^x	6ar
13	85°	9ar	90°	9ar	92.5°	9ar
14	70°	14ar	75 ^x	6ar	75 ^x	6ar

ENVIÓN

Atleta	Int. 1	Fallas	Int. 2	Fallas	Int. 3	Fallas
1	120°		125 ^x	15c	127.5 ^x	1j
2	130°		135 ^x	3j	135 ^x	3j
3	125°		130 ^x	8j	130 ^x	8j
4	127.5°		130°		132.5°	
5	100°		105°		110 ^x	9j
6	95°		100 ^x	9j	100 ^x	14c
7	135 ^x	8j	135°		145°	
8	100°		105°	9c	110 ^x	9j
9	92.5 ^x	4j, 1j	92.5 ^x	4j, 1j	92.5 ^x	4j, 1j
10	95 ^x	9c	95 ^x	14c	95°	
11	105°		110 ^x	8j	110°	8j
12	92.5 ^x	5j	92.5°	2c	95 ^x	1c

13	110 [*]		115 ^x	14c	115 ^x	14c
14	92.5 ^x	7j, 3j	92.5 ^x	7j, 3j	92.5 ^x	7j, 3j

Tabla 2 (continuación).

Discusión.

Las fallas reseñadas en el presente estudio se restringen exclusivamente a las que es posible observar en la ejecución de los levantadores. Como el método observacional utilizado está restringido al momento de la ejecución, es difícil visualizar claramente algunas fallas y resulta más complicado establecer su correlato psicofisiológico. Sin embargo, es posible obtener algunas conclusiones al respecto mediante el análisis de la naturaleza de las fallas y la progresión de los levantamientos para un atleta determinado.

Categorías de Falla	Arranque	Clean	Jerk
Fallas Generales	1ar, 2ar, 6ar	1c	8j
Fallas de Temporización	3ar, 4ar, 5ar	3c, 4c, 5c	3j
Fallas técnicas o de componente mixto	7-14ar	2c, 6c, 8-14 c	2-7j
Fallas de fuerza		7c	1j
Otras	15ar	15-17c	9j

Tabla 3.- Categorización de las fallas identificadas en el presente estudio.

Las 15 fallas reseñadas en el Arranque pueden agruparse en categorías, como se muestra en la tabla 3. La categorización elaborada aquí es distinta a la que se realizó en el primer estudio piloto porque las que aquí se identificaron son solamente las que se pueden observar directamente en los momentos previos a la ejecución (desde que al atleta sale a la plataforma de levantamiento) y durante la ejecución. Las fallas 1ar, 2ar y 6ar son de carácter muy general, pues pueden deberse a una multiplicidad de factores. Por ejemplo, la falla 1ar puede ser consecuencia de casi todas las demás, con excepción de 6ar y 8ar. La falla 6ar casi siempre es producida por las fallas 8ar y 13ar. En casos, como el de 1ar y 2ar resulta extremadamente difícil establecer la verdadera causa de la falla sin ayuda de métodos especializados como la filmación, el análisis de la trayectoria de la barra y el desplazamiento de los segmentos corporales del atleta. El libro de Herrera A (ver referencia) proporciona un análisis muy completo del mecanismo de muchas de estas fallas y cómo es que pueden ocasionar una caída de la pesa. Debido a esto, aquí sólo señalaremos algunas consideraciones sobre las fallas que analizamos y remitimos al lector a la referencia citada para obtener detalles adicionales. En muchos casos, las fallas producen una

alteración de la trayectoria de la barra de tal magnitud que el atleta se ve impedido a contrarrestarla, por muy grandes que sean los esfuerzos físicos y los cambios posturales que realice. El resto de las fallas no producen alteraciones serias de la postura y a menudo no son lo suficientemente notables para que el observador sea capaz de registrarlas.

En una segunda categoría pueden ser agrupadas las fallas de temporización, entre las que se encuentran 3ar, 4ar y 5ar. En el capítulo 1 hemos resaltado la necesidad de realizar los levantamientos a la mayor velocidad que sea posible mientras se ejecute adecuadamente el patrón motor del levantamiento. Debido a la relaciones fuerza-velocidad discutidas en el capítulo 1, tenemos que si la barra se desplaza lentamente no podrá elevarse a la altura necesaria y el atleta no será capaz de completar el levantamiento; a menos que el peso levantado este por debajo de sus posibilidades reales de fuerza. Esto contribuye a explicar el mecanismo de la falla 4ar. En estos casos, la barra caerá por el frente del pesista o se verá considerablemente proyectada hacia el frente, haciendo difícil la fijación, como ocurrió en los intentos del atleta 2 de la categoría de 62 kg varonil y el segundo de la atleta 4 de los 48 kg femenil. Es posible que este mecanismo contribuya a explicar porqué esta atleta falló sus últimos dos intentos. Cuando el tránsito entre el primer y el segundo jalón no es adecuado y existe una pausa evidente o falla de temporización entre ambas etapas del levantamiento (falla 5ar), se observa la pérdida de velocidad de la barra a nivel de las rodillas y esto produce un efecto similar al de la falla anterior, pues impide que la barra alcance su mayor velocidad posible. Por otro lado la pérdida de aceleración produce con mucha frecuencia que el atleta proyecte la barra hacia al frente, con la consiguiente pérdida de control sobre el implemento. Puede ser que esta falla no produzca la caída del implemento siempre que el atleta utilice pesos que estén por debajo de sus verdaderas posibilidades de fuerza. Todo esto se muestra claramente en los casos del atleta 8 de la categoría de 69 kg varonil y las atletas 5 y 6 de los 48 kg femenil. Mientras el peso fue lo suficientemente ligero, estos atletas pudieron culminar sus levantamientos, pero tuvieron grandes dificultades para controlar la pesa en sus intentos más pesados. Debe notarse también que la falla aparece de manera consistente en todos sus intentos, y las dos atletas presentaron esta falla también en el Clean. La falla 3ar, el levantamiento anticipado de la cadera produce una extensión prematura de los músculos de las piernas, lo cual modifica la relación fuerza-longitud de estos músculos y les impide contraerse con toda su potencia (Loeb y Ghez, 2001). Esto irá en detrimento de la cantidad de fuerza que puede aplicarse a la barra y aumenta las probabilidades de proyectarla hacia el frente. Consideremos a las atletas 1 y 3 de los 48 kg femenil, a las que se les detectó este tipo de falla y les resultó muy difícil controlar el desplazamiento de la barra. En el caso de la atleta 1, las fallas en su primer y segundo intento pueden ser debidas también a un levantamiento anticipado de la cadera muy discreto, difícil de detectar sin medios especializados (sin embargo, como ya se indicó, la proyección y caída de la barra al frente pueden ser consecuencia también de otras fallas). La atleta 3 muestra este error de manera consistente en todas sus ejecuciones, lo que hace pensar en que adquirió un patrón motor inadecuado por una enseñanza técnica deficiente.

Consideramos que las fallas clasificadas la categoría de temporización pueden ser ocasionadas fundamentalmente por tres situaciones: 1) una enseñanza técnica inadecuada por parte del entrenador, en la que no se adapte y perfeccione el patrón motor a las necesidades del levantador y el levantamiento, o se minusvalore la importancia de los elementos posturales y la temporización adecuada en las ejecuciones (Un ejemplo de esta

enseñanza técnica inadecuada lo tenemos en la muestra con la que trabajamos. Todos los pesistas que cometieron el error 5ar procedían de la misma Universidad y tenían el mismo entrenador); 2) un sistema de temporización rápida menos eficiente, o 3) factores emocionales que alteren el patrón de ejecución o temporización correcto. En los casos 1 y 2 el error se presentaría consistentemente en las ejecuciones independientemente del peso levantado, debido a que el patrón motor establecido es incorrecto o al atleta no le es posible adaptar sus movimientos al ritmo de ejecución ideal para levantar; mientras que en el tercer caso se presentaría sólo en algunos levantamientos del atleta considerado, posiblemente en los que se realizan con más peso o cuando algún evento externo ha perturbado sus redes atencionales o su subsistema emocional (ver capítulo 5).

En una tercera categoría se pueden clasificar las fallas ocasionadas por un patrón motor inadecuado y por fallas en el control atencional y emocional en algún momento del levantamiento. La categoría abarca las fallas 7-14 ar. Los patrones motores inadecuados provienen principalmente de la enseñanza técnica inadecuada y de las limitaciones que los subsistemas de su organismo le imponen al pesista, incluyendo su configuración anatómica, su fuerza, el tipo de unidades motoras de que disponga, y la eficiencia de sus subsistemas sensoriales, integradores y homeostáticos. Las fallas en el control de los subsistemas atencional y emocional se ve reflejada en los problemas que los tienen muchos atletas para mantenerse concentrados en la ejecución, apartar su foco atencional de los distractores y regular la activación emocional perturbadora. La importancia de estos factores se ha discutido en los capítulos 4 y 5 y en la discusión. Nótese que los criterios utilizados para incluir a un reactivo en esta categoría son muy similares a los de la categoría anterior y de hecho se traslapan en el caso de las fallas 9ar, 10ar y 14ar. Esto ilustra bien las dificultades que existen para aclarar el mecanismo de una falla si no se utilizan métodos de estudio adicionales, si se observa al levantador en un intervalo de tiempo muy estrecho y si no se tiene en cuenta sus características individuales.

Cuando la falla 8ar es muy pronunciada, justifica la mayor parte de los casos de caída hacia atrás de la barra (falla 6ar) y también puede ocasionar que el atleta se afloje al subir (falla 13ar), ya que la contracción excesiva de los erectores espinales ocasiona que el cuerpo del atleta y la barra se desplacen en esa dirección, lo que dificulta sobremanera el control de la postura. Veamos el caso de los atletas 9 de los 69 kg y 5 de los 62 kg varonil y la atleta 8 de los 58 kg femenil. En el primero de estos atletas el error estaba tan estereotipado que se produjo en todos los intentos y ocasionó la pérdida de todos ellos. Esto hace pensar en que el patrón motor del atleta deriva de una enseñanza técnica deficiente. En los otros dos casos, el error fue muy notable en por lo menos uno de los intentos, pero es posible que los fallos cometidos en los otros intentos puedan ser explicados por la presentación menos acusada del mismo error, aunque no fue posible establecerlo mediante la simple observación. Uno de los más graves inconvenientes del error 8ar consiste en que el intento de contrarrestar el desplazamiento excesivo hacia atrás de la barra mediante esfuerzos musculares suele ocasionar lesiones, especialmente en los hombros y codos del atleta. Esta falla también ocurre en atletas avanzados durante sus ejecuciones máximas en competencia, como en el caso de la atleta número 10 de categoría de 58 kg. Como esta atleta no mostró esta falla en sus anteriores levantamientos, puede sospecharse de un fuerte componente emocional. Si un atleta no está seguro de poder realizar un levantamiento, podría tratar de compensar la falta de fuerza (real o percibida) trabajando excesivamente

con la espalda. Un mecanismo similar podría explicar la falla 9ar cuando no se le aprecia en intentos realizados con pesos inferiores. Sin embargo, las consecuencias de esta falla son más difíciles de analizar. El trabajo anticipado de los brazos produce ondulaciones en la trayectoria de la barra que pueden terminar proyectándola hacia el frente. Pero como hemos visto, la proyección de la barra al frente puede ser ocasionada por gran número de factores. Esta falla puede acompañarse con otras, como en el caso del atleta 8 de la categoría de 69 kg varonil, y su importancia relativa en cada caso particular tendría que ser analizada con ayuda de métodos adicionales. Es muy difícil atribuir la falla de un intento al trabajo anticipado de los brazos, por lo cual esto no se hizo en ninguno de los intentos donde se apreció. El caso del atleta 13 de la categoría de 69 kg muestra la ejecución de un atleta que realiza este error de manera consistente y que sin embargo fue capaz de concretar sus tres intentos de Arranque. Este caso proporciona también un ejemplo de error que puede deberse a fallas técnicas (de patrón motor) ocasionadas por una enseñanza y perfeccionamiento técnico deficiente o a una falla de temporización.

Las fallas 11 y 12ar son poco comunes en competidores de alto nivel y suelen tener efectos profundos en la ejecución. La falla 11ar produce que la barra sea proyectada hacia el frente. El error suele ser puramente técnico, porque el atleta ejecuta el levantamiento sin efectuar el pase de las rodillas bajo la barra en el tránsito entre el primero y el segundo jalón. Esto ocasiona que los centros de gravedad del atleta y la barra permanezcan separados y se de un gran desperdicio de fuerza en sentido horizontal. En caso de que el peso se aproxime al máximo, el atleta tendrá grandes dificultades para concretar sus intentos. El atleta 7 de los 62 kg varonil ejemplifica claramente lo que se ha discutido. Es posible que en su primer intento el fallo no fuera lo suficientemente notable como para ser observado. El fallo podría presentarse también en levantadores avanzados, pero en este caso el componente involucrado sería principalmente de tipo emocional, ya que es muy difícil lograr el levantamiento de grandes pesos utilizando un ritmo de levantamiento de un solo tiempo. El fallo 12 ar también puede deberse a patrones motores inadecuados (en cuyo caso será consistente a lo largo de los intentos, lo que no se presentó en esta muestra) o a la intervención de factores emocionales. El atleta 8 de los 62 kg varonil solamente presentó un error de este tipo en su tercer intento de Arranque, posiblemente debido a que no se sentía seguro de poder levantar el peso. Algunos atletas cometen este error pensando que el bateo con las piernas proporciona mayor impulso a la pesa. Y efectivamente lo hace, pero en sentido horizontal, proyectándola hacia el frente y dificultando su control por parte del levantador.

La falla 7ar suele ocurrir cuando el atleta no puede controlar la pesa en la parte superior del levantamiento, cuando tiene anomalías anatómicas que le impiden extender el brazo (en cuyo caso tendrá que ser valorado por el médico de la competencia), cuando ha realizado anticipadamente su entrada bajo la barra o cuando no tiene la fuerza suficiente para bloquear sus brazos durante la fijación de la pesa (aunque esto es sumamente raro en el Arranque, sobre todo en atletas de nivel competitivo). De modo que esta falla se da casi siempre como consecuencia de otras. El caso de la atleta 4 de los 48 kg femenil ilustra lo que se quiere decir. El ritmo lento de levantamiento pudo ocasionar que la barra no alcanzara la altura óptima para que la atleta se desplazara bajo ella. La posición forzada de los brazos que se da en este tipo de situaciones imposibilita el control de la barra, o por lo menos hace necesario doblar los codos para desplazar los brazos a una postura más

favorable. Al respecto, debe recordarse que el reglamento técnico prohíbe que los pesistas doblen los codos durante la fijación de la pesa y en cualquier momento posterior durante la ejecución. En el caso del atleta 3 de los 69 kg varonil no fue posible establecer la causa de que los codos hayan sido doblados, pero la caída de la pesa por el frente hace pensar que el atleta entró anticipadamente bajo la barra o que no pudo controlar la pesa en la fijación. Como ya se indicó, todo esto tiene correlatos emocionales, de programación motora y posiblemente de temporización en atletas que manifiesten esta falla de manera consistente y no pueda ser atribuida a la presencia de patrones motores inadecuados.

Una situación similar se presenta en las fallas 10, 13 y 14 ar. La entrada anticipada bajo la barra es, en principio, un error de temporización, pero sus causas pueden ser las mismas que las del resto de los errores reseñados en esta categoría. En el caso de la atleta 2 de la categoría de 58 kg la falla podría ser explicada por un patrón motor inadecuado o por fallas de temporización (la temporización inadecuada podría tal vez explicar la falla observada en su tercer intento), pero el ejemplo proporcionado por el tercer intento del atleta 3 de los 62 kg varonil parecería tener un correlato más bien de tipo emocional (o inclusive de falta de fuerza, pero la fuerza es un componente mucho menos importante que el patrón motor establecido para la ejecución de los intentos de Arranque). En este caso, resulta interesante hacer notar que el intento en cuestión proporcionaba al levantador tanto la victoria en la modalidad de Arranque como un nuevo record nacional universitario. El componente emocional en esta falla parece incluso más evidente en el atleta 5 de los 69 kg. Obsérvese que en su segundo intento falló debido a que la pesa cayó por detrás, probablemente por un trabajo excesivo de la espalda; mientras que en su tercer intento falló por la razón opuesta. Pareciera que el intento de corregir el primer error lo llevó a un error de otro tipo. Este “desplazamiento de error” se puede apreciar también en la atleta 3 de los 58 kg.

La falla 13ar suele ser producida por fallas previas (especialmente la 2ar, 5ar, 8ar y 10 ar), como en el tercer intento de la atleta 10 de los 58 kg femenil y posiblemente en la atleta 8 de la misma categoría. Las fallas previas originarán una pérdida de balance debido a que la barra no llega a las manos del atleta en posición óptima para la fijación en el desliz, y si el atleta intenta subir antes de estabilizar su posición, no será capaz de evitar que la barra se desplace hacia delante o hacia atrás, venciendo la resistencia de los músculos estabilizadores de la espalda. La recuperación precipitada puede tener un componente emocional y atencional, ya que la mayoría de los atletas no parecen cometer este error de manera consistente, como fue el caso de la presente muestra. La falla 14ar es sumamente rara en levantadores de cierto nivel competitivo, y el caso en el que se presentó no determinó la caída del implemento (atleta 14 de los 69 kg varonil). Es posible que este atleta haya manifestado esta falla por haber pasado a levantar de manera precipitada, sin preparar adecuadamente su levantamiento. Esto proporciona indicios de componentes emocionales y atencionales en la explicación de este caso particular.

Como el Envío consta de dos tiempos, se presenta una mayor cantidad de fallas durante su ejecución, y existen fallas específicas para cada uno de los dos tiempos. Muchas de las fallas discutidas en el Arranque se presentan también durante la ejecución del Clean y parecen tener el mismo correlato psicofisiológico, pero existen en el Clean fallas diferentes, características de la manera en que se ejecuta el levantamiento, de sus diferencias en la relación de los componentes de fuerza y velocidad y al peso más elevado que se maneja

(ver capítulo 5). El Clean es menos dependiente de la técnica que el Arranque y en cambio requiere de mayor fuerza. El Jerk presenta características únicas que se ven reflejadas en los tipos de fallas que pueden presentarse durante su ejecución, además de que las fallas en el Jerk suelen ser más consistentes y difíciles de erradicar.

Las fallas de temporización 3, 4, y 5c ya fueron analizadas en el contexto del Arranque. La falla 3c se apreció en la atleta 4 de los 58 kg, solamente se presentó en su segundo intento y no ocasionó de manera directa la caída de la barra. Es posible que esta falla haya tenido relación con la que presentó en el tercer intento. La falla 4c se presenta de manera consistente en el atleta 2 de los 62 kg y parece ser una verdadera falla de temporización, ya que la realiza también en sus tres intentos de Arranque, aunque también puede ser que a este levantador no se le enseñara el ritmo adecuado de levantamiento o que su sistema de temporización rápida es menos eficiente. La falla 5c se puede observar también de manera consistente en las atletas 5 y 6 de los 48 kg y la realizaron también en sus intentos de Arranque. Estas atletas tienen el mismo entrenador, lo que indica que su error puede deberse fundamentalmente a una falla en la enseñanza del ritmo de levantamiento adecuado.

Las fallas técnicas o de componente mixto 9c, 10c y 13c se corresponden con las fallas 9ar, 10ar y 13 ar. El error 9c lo manifestaron los atletas 8 y 10 de los 69 kg de manera no consistente, por lo que se puede sospechar que un componente emocional afectó el patrón motor de la ejecución. El error fue tan evidente en el atleta 10 que se estima que contribuyó de manera decisiva para impedirle concretar su levantamiento. El error 10c se presentó en los últimos 2 intentos del atleta 3 de los 62 kg. Ambos levantamientos constituyeron intentos de romper el record nacional, por lo que podemos suponer la intervención de un componente emocional. Posiblemente el levantador no confiaba en tener la fuerza suficiente para realizar el levantamiento y trataba de realizar el desliz de manera anticipada, antes de que la pesa bajara. Al respecto, debe hacerse notar que no cometió este error de manera evidente en su primer intento, ni en ninguno de los del Arranque. Es posible que un mecanismo similar pueda explicar la falla del tercer intento de la levantadora 4 de los 58 kg. El error 13c no debe confundirse con el 14c, pues presentan diferencias importantes que se abordarán más adelante. El error 13c se presentó de manera consistente (aunque no fue responsable directo del fallo) en la atleta 10 de los 58 kg. Es interesante notar que el fallo se presentó también en el tercer intento de Arranque de esta atleta. Al parecer, los intentos pesados acentúan en esta atleta algunas fallas de balance (debidas posiblemente a errores de en la trayectoria de la barra menos evidentes), que producen desequilibrios en la fijación del peso (ver capítulo 5). Como en el desliz del Clean la barra cuenta con una base de sustentación verdadera (las clavículas y los hombros) y la posición del atleta es más estable resulta más fácil dominar la pesa. Esto contribuye a explicar que la pérdida de balance por sí misma no desencadenara la caída de la pesa en el Envión. También es posible que la atleta desconozca la importancia de mantener la espalda recta durante la recuperación del Arranque y el Clean.

Entre las fallas características del Clean, la falla 2c es frecuente entre levantadores principiantes y rara vez ocasiona por sí sola la caída de la pesa. El Clean parado se observa cuando el atleta en cuestión realiza el desliz poco profundo, y sus inconvenientes derivan del hecho de que se requiere mucha más fuerza para producir la potencia necesaria para

levantar la pesa. Con pesos grandes es muy difícil realizar adecuadamente el pase de codos en el desliz cuando se utiliza el Clean parado. Esto se pudo apreciar en el tercer intento de la atleta 3 de los 48 kg. La dificultad con el pase de codos puede culminar con la caída de la barra o inclusive una lesión de las muñecas. La atleta mencionada manifestó la falla 2c en todos sus intentos de Envión. Esto, unido a la observación de que en el Arranque realizó consistentemente el error 3ar y los pesos que levantó hace pensar que se trata de una atleta principiante, posiblemente en su primera participación en competencia y que no ha llegado a establecer los patrones técnico-motrices que le permitan aprovechar adecuadamente sus posibilidades de fuerza, que son claramente superiores a su ejecución en la competencia. En cambio, en el segundo intento del atleta 12 de los 69 kg parece predominar un componente de tipo emocional. Pudiera ser que el atleta no confiara en poder conservar el control de la barra realizando un desliz profundo, y por eso decidió realizar un Clean parado. Esto se relaciona con el hecho de que en el primer intento este error no fue manifiesto, y en su tercer intento cometió una de las fallas más raras en el Clean: la caída hacia el frente junto con la pesa (1c). Esta falla se produce frecuentemente por un grave desbalance en la ejecución, que a su vez puede deberse a una multiplicidad de fallas, entre las que se cuentan casi todas las demás excepto 2c, 7c, 13c y 15-17c. Otra causa muy frecuente de esta falla es realizar el desplante sobre las puntas de los pies, en vez de hacerlo con el pie completamente apoyado sobre la plataforma. Tal caso podría darse en levantadores que hayan establecido este patrón motor inadecuado o tal vez como producto de activación emocional inadecuada. En cualquier caso, la falla culmina con la caída al frente del atleta junto con la barra. Al parecer, el levantador acabó por cometer en su tercer intento el error que logró evitar en el segundo al realizar el Clean Parado.

La falla 6c es muy frecuente en atletas principiantes, en quienes carecen de flexibilidad en las muñecas y los hombros o cuando la trayectoria de la barra ha sido alterada por patrones motores incorrectos. También puede ser producida por fallas del sistema temporizador, en cuyo caso se apreciaría de manera consistente en los levantamientos, con cierta independencia del peso utilizado. Esto último no se presentó de manera evidente en la muestra analizada. Ya se discutió el caso del tercer intento de la atleta 3 de los 48 kg, donde la falla en el pase de codos es producto de sus deficiencias técnicas que la obligan a realizar un Clean parado. El pase inadecuado de los codos pudo haber producido la lesión del atleta 7 de los 62 kg. Esto no pudo ser certificado, pero resulta muy raro de ver que un pesista se retire de una competencia a menos que esté lesionado o que ya se haya asegurado el primer lugar.

Otra falla poco común entre atletas competitivos es la 8c. Aunque ésta se puede presentar tanto en el Clean como en el Arranque, en nuestra muestra se presentó solamente en el primer intento del atleta 6 de los 62 kg y no produjo la caída de la pesa. No es un error de temporización, porque no se le apreció en ninguno de los dos intentos restantes. Su componente principal parece de tipo emocional, ya que no se presentó ni en el resto de sus intentos de Envión ni durante el Arranque. La precipitación puede ser producto de la activación emocional, y si resulta excesiva, puede alterar el patrón motor o temporal de tal manera que la trayectoria de la pesa se vea afectada. La posibilidad de que las fallas en el Envión en este atleta sean debidas a un estado emocional inadecuado obtiene apoyo analizando las fallas cometidas en el resto de sus intentos de Envión. La falla que cometió en el tercer intento es también poco frecuente en atletas competitivos. Golpear la barra

contra las rodillas puede indicar un intento de realizar anticipadamente el segundo jalón del Clean o una alteración de la primera curvatura de la barra en el jalón, con un desplazamiento horizontal hacia atrás más acusado de lo habitual. Esta alteración del patrón motor no se presentó en sus otros intentos, pero existe la posibilidad de que también en este caso haya fallado por jalar la pesa de manera precipitada. El error que cometió en el segundo intento (no intentó culminar el Jerk) ocurre frecuentemente cuando el atleta se siente muy inseguro y no confía en poder ejercer fuerza suficiente para levantar la pesa. Algunos levantadores han descrito esto afirmando: "sentí que no iba a poder con la pesa". Observando el conjunto de los tres intentos, la suposición de que los errores del levantador se debieron a una activación emocional inadecuada parece recibir apoyo, ya que sus errores son poco comunes, no se observan sus intentos de Arranque y no son el tipo de error que se exhiba de manera consistente entre los levantadores competitivos. Es posible que a este levantador en particular no le agrade levantar en la modalidad de Envión.

El error 14c es muy característico del Clean y no debe confundirse con el 13c ya analizado. Aquí lo que ocurre es que el levantador afloja la espalda en el mismo momento de recibir la barra. Esto puede ocurrir en levantadores novatos que no hayan comprendido la importancia de mantener la espalda hiperextendida en todo momento al realizar el Clean, cuando las alteraciones de trayectoria de la pesa producidas por errores previos (por ejemplo, la entrada anticipada bajo la barra) obliga a perder el equilibrio y con ello la hiperextensión de la espalda, o cuando el atleta "siente" la barra demasiado pesada al recibirla sobre los hombros. En el primer caso, el error sería causado por patrones motores inadecuados y se observaría en todos los intentos casi independientemente del peso empleado, en el segundo caso el componente es complejo, ya que parecen estar involucrados factores técnico-motrices, de temporización, atencionales y posiblemente también emocionales. En el tercer caso el componente parece ser principalmente de naturaleza emocional o inclusive homeostática, si el levantador está cansado, ya este tipo de error suele darse cuando se realizan intentos muy pesados, cercanos al máximo particular o inclusive sobrepasándolo. En los intentos que constituyen la muestra analizada, parece haber un caso del primer tipo en la atleta 6 de los 58 kg. La atleta falló sus tres intentos, y de los tres, los dos últimos intentos fueron fallidos por la misma causa. En el primer intento no fue posible establecer la causa, pero observando la tendencia es probable que el error de los intentos posteriores haya sido cometido de una manera más discreta. En el tercer intento, se debe destacar que el error que verdaderamente ocasionó la pérdida del intento fue el 11c (toque de codos con rodillas), que siempre que es detectado por los jueces se sanciona con la pérdida del intento; pero en la mayoría de los casos, el error 11c es consecuencia directa del error 14c, ya que al aflojar la espalda los codos bajan y no resulta raro que toquen la rodilla. El segundo intento del atleta 10 de los 69 kg podría ofrecer un ejemplo del caso dos; sin embargo es difícil identificar la naturaleza del error en estos casos sin la ayuda de medios especializados como la filmación. Los errores que pudieron haberlo producido no fueron lo suficientemente notables como para ser registrados por observación. El segundo y tercer intento del atleta 13 de los 69 kg parecen ser ejemplos del caso tres, así como el tercer intento del atleta 10 de los 62 kg. En estos intentos, los levantadores no habían realizado el error en sus intentos previos. En ambos casos es difícil discriminar si el error fue debido principalmente a factores emocionales o a cansancio. El principal inconveniente del error 14c es que el aflojar la espalda al recibir la barra puede producir por sí solo que el peso venza al levantador, que quede muy incómodo para realizar la

recuperación (la barra queda proyectada hacia el frente y solamente los cuádriceps están en posición favorable para levantar el peso, sin la asistencia de los erectores espinales) o que se produzca una lesión en la espalda.

Como ya se dijo, el error 11c suele derivarse del 14c. Además del caso ya reseñado, están también el segundo intento del atleta 5 y el tercer intento del atleta 9 de los 62 kg. En caso del primer atleta, es posible que el toque de codos se debiera a que el levantador aflojó la espalda al recibir la barra, aunque esto no haya sido evidente en la ejecución. Esta apreciación parece recibir algún apoyo si se toma en cuenta que el error 14c se presentó en el tercer intento, aunque en esta ocasión el atleta logró evitar el contacto de los codos con las rodillas. Es posible que el mecanismo incluya componentes emocionales, porque aunque el primer intento de este atleta fue fallido, no se apreció ninguna falla durante la ejecución del Clean. Fallar un intento previo puede ser sumamente perturbador para algunos atletas. El caso del segundo atleta también podría haber un componente emocional, ya que durante los intentos previos no se detectó falla alguna; pero también es posible que el levantador haya estado en el límite de sus capacidades de fuerza y ya no pudiera resistir el peso de la barra con la espalda recta.

La falla 7c involucra un componente de fuerza muy importante, pero como vimos en el capítulo 5, las fallas en las etapas anteriores (del primer jalón al desliz) que produzcan un desbalance e impidan aprovechar el rebote provocan que el atleta tenga que terminar el levantamiento exclusivamente con la fuerza de la espalda y las piernas. En la muestra que analizamos, las dos fallas que se presentaron se dieron en la competencia de los 48 kg femenino, cuando las atletas 5 y 8 intentaban ganar la competencia y establecer un nuevo record nacional en sus últimos intentos. Ninguna de ellas logró recuperarse en el Clean. El componente de fuerza parece más importante en la atleta 8, ya que no cometió ningún otro error visible ni en ese ni en sus otros intentos. En el caso de la atleta 5 parece influir de manera muy importante el tránsito inadecuado entre el primer y el segundo jalón, defecto que tiene muy estereotipado. Como anotamos más arriba, en estos casos la barra se proyecta hacia delante, lo que produce un desbalance postural que impiden aprovechar el rebote.

La falla 16c no es imputable al levantador, porque los cambiadores de discos tienen la obligación de fijar adecuadamente los discos a la barra en cada uno de los intentos. A la atleta que sufrió este accidente se le concedió como correcto el primero de sus intentos, porque los discos se salieron de la barra cuando ya se estaba preparando para ejecutar el Jerk.

En el Jerk se encontró una menor variedad de fallas, debido a la técnica particular del ejercicio y a la dificultad de detectar el mecanismo de una falla sin métodos de análisis adicionales. Observemos que fueron 6 los intentos en los que no fue posible determinar el mecanismo de la falla y 5 en los que solamente se apreció que la barra se proyectó excesivamente hacia el frente. La proyección hacia el frente es una falla muy general y puede ser provocada por todas las demás, excepto 2j y 5j. Esta dificultad para establecer el mecanismo de la falla nos ha llevado a clasificar 5 de las 9 fallas encontradas en la ejecución del Jerk en la categoría de fallas técnicas o de componente mixto. Para apreciar estas dificultades haremos un análisis de casos representativos de cada una de ellas.

La falla 5j es una de las más notables, y parece sencillo relacionarla con un estado emocional intenso y perturbador, generado por la desconfianza del atleta sobre sus posibilidades de culminar exitosamente el Jerk. Es un error poco común y no parece ser exclusivo de atletas principiantes, pues se le ha observado incluso en competiciones internacionales. Observemos los casos del atleta 6 de los 62 kg y el atleta 12 de los 69 kg varonil. El caso del primer atleta resulta muy llamativo, pues cometió tres de los errores más raros en competencias de cierto nivel (y también en la presente muestra): 8c en el primer intento, 5j en su segundo intento y 12c en el tercer intento, que se han clasificado también como fallas técnicas o de componente mixto. El tipo de fallas exhibidas hace pensar en un atleta de escasa experiencia en competencias, que no ha aprendido a mantener su enfoque atencional en la ejecución y carece de entrenamiento en las técnicas adecuadas para controlar su activación emocional, aunque la progresión de los pesos intentados indica la posibilidad de que lleve cierto tiempo entrenando. Su ejecución en el Arranque fue muy buena, pues fue uno de los tres levantadores de la muestra que lograron concretar sus tres intentos, compartiendo de hecho el tercer lugar con otro levantador (el atleta 8 de la misma categoría). Estos datos en conjunto nos hacen pensar en que la presión por obtener el tercer lugar en el Total pudo haber influido negativamente en el levantador, produciendo la activación emocional perturbadora a la que hemos aludido. Un dato a favor de esta hipótesis lo proporciona la progresión observada del peso entre su primer y segundo intento: 7.5 kg., en lugar de los "tradicionales" 5 kg. Observemos de paso que el atleta 8 logró superarlo tanto en el Envión como en el Total, desplazándolo del tercer lugar en la clasificación final. El caso del atleta 12 de los 69 kg es muy diferente. Se clasificó entre los últimos de su categoría y el tipo de fallas cometidas, especialmente la del segundo intento de Envión hace pensar en un levantador de escasa experiencia y poco tiempo de entrenamiento. Fue además el único levantador que sufrió caída hacia el frente en el Clean, lo que indica un escaso dominio de la técnica y probablemente un activación emocional intensa en sus últimos intentos, congruente con el mecanismo del fallo indicado en líneas anteriores. Cabe mencionar que este competidor perdió el primero de sus intentos de Arranque por tiempo, y es posible que este factor lo haya perturbado durante el resto de la competencia.

La falla 7j también es rara entre los atletas de cierto nivel competitivo, y puede ser producida por varios mecanismos. Tal vez el principal sea la ignorancia del atleta sobre la magnitud adecuada de la profundidad de la semiflexión. Esto es, en la mayoría de los casos se trataría de un error de técnica; aunque también podría ocurrir que el atleta no sea capaz de invertir a tiempo la dirección de la semiflexión por fallas de temporización, porque se encuentra demasiado cansado o porque no confía en poder llevar a cabo el Jerk si no toma un mayor impulso para el saque. Está extendida entre muchos atletas la consideración errónea de que una mayor semiflexión conducirá a un saque más poderoso (respecto a esto último, ya se discutieron en los capítulos 1 y 5 los efectos de una semiflexión excesiva sobre la trayectoria de la barra en el Jerk. Véase). El atleta 14 de los 69 kg varonil fue el único que presentó esta falla y en cada uno de sus levantamientos; y fue también uno de los tres competidores que falló sus tres intentos de Envión. Observemos que la falla se presentó junto con la 3j y que sus tres ejecuciones en el Arranque presentaron importantes deficiencias técnicas. Esto nos hace pensar que el atleta llevaba poco tiempo de

entrenamiento y no ha logrado asimilar adecuadamente la técnica del Jerk, y tampoco ha aprendido el ritmo temporal adecuado en el tránsito entre la semiflexión y el saque.

La falla 6j en muchas ocasiones es también meramente técnica, pero puede ocurrir que el levantador trabaje con los brazos porque el saque haya sido débil y la barra no pueda alcanzar la altura idónea para concretar el levantamiento. En este caso la falla se derivaría de otras, como 1j, 3j, 4j, y 7j, con los mecanismos que ellas involucran. Obsérvense los casos de la atleta 3 de los 58 kg femenino y el atleta 2 de los 62 kg varonil. En el primer caso, resulta sencillo asociar el trabajo anticipado de los brazos a la debilidad en el saque, pues las fallas se presentaron juntas en todas las ejecuciones. Los defectos técnicos de esta atleta resultan evidentes si se les analiza conjuntamente con sus tres intentos de Arranque. Fue una de las atletas que inició con menos peso la competencia y aún así falló en todos sus intentos, lo que hace pensar que es una competidora de muy escasa experiencia, posiblemente participante en su primera competición y que ni siquiera pudo dar la marca mínima exigida para participar en este torneo. El atleta 2 de la categoría de 62 kg parece encontrarse en un caso similar, pues fue uno de los que inició con menor peso su competencia y aunque el error analizado lo cometió en su tercer intento de Envión, la falla cometida en su primer intento podría contribuir a explicar el trabajo anticipado de los brazos, aún cuando el observador no la haya notado. Sus intentos de Arranque también exhiben fallas considerables, lo que contribuye a reforzar la hipótesis sobre el escaso tiempo de entrenamiento de este atleta para el momento en que se realizó la competencia.

La falla 2j parece ser producida en muchos casos por mecanismos similares a la 6j, solamente que está mucho más generalizada entre los atletas y se presenta también en competidores de muy alto nivel. Tener los codos doblados al final de un intento puede ser consecuencia de cualquiera de estas fallas: 1j, 3j, 4j, 6j y 7j, y cuando los jueces lo detectan se sancionan con la pérdida del levantamiento. El mecanismo debe ser analizado para cada caso concreto, y puede incluir fallas técnicas similares a las que se han analizado en otros casos, una activación emocional inadecuada, la pérdida del enfoque atencional sobre el levantamiento, errores de temporización, cansancio o falta de fuerza. Un ejemplo de que las fallas técnicas pueden provocar 2j lo proporcionan la atleta 2 de los 48 kg femenino y el atleta 1 de los 62 kg varonil. Veamos que en ambos casos la falla se presenta de manera consistente y se agrava a medida que los pesos aumentan. Los pesos intentados por ambos atletas y los fallos cometidos en el Arranque nos dan indicios sobre su escaso tiempo de entrenamiento e incorrecta noción sobre el papel de los brazos durante la ejecución del Jerk. En el caso de la atleta 8 de los 58 kg femenino y las atletas 4 y 7 de los 62 kg varonil la falla se presenta como consecuencia de otras. La atleta exhibe serios defectos técnicos en la ejecución del Jerk, producidos al parecer por su escaso dominio técnico y poca experiencia en competencias. Sin embargo, debe hacerse notar que sus defectos en el Arranque parecen tener un fuerte correlato emocional, por lo cual no es posible descartar que sus errores en el Jerk (que van cambiando en cada intento) se deban en buena parte a una activación emocional inadecuada; sobre todo si tomamos en cuenta que logró concretar su último intento después de fallar los dos anteriores. Parece probable que esta atleta sea una persona muy emocional, que esté aprendiendo a enfocar su atención en los aspectos relevantes de la competencia y que haya iniciado el Envión con un peso muy cercano a su máximo conseguido en entrenamiento o en competencias anteriores. El atleta 7 de los 62 kg falló su primer intento debido a la falla 2j, y en su segundo intento realizó el cambio de la

semiflexión al saque de manera lenta, que sin embargo no le provocó la pérdida del intento. Es posible que la falla 3j esté involucrada de manera importante en la falla del primer intento, aún cuando el observador no la haya notado. Resulta verosímil que su entrenador le haya llamado la atención sobre la falla y el competidor haya realizado el movimiento de manera un poco más rápida en su segundo intento. Se hubiera podido tener una idea más completa de los mecanismos involucrados si el levantador hubiera realizado su tercer intento de Envión, pero abandonó la competencia por razones desconocidas. Un caso distinto es el del atleta 4 de esta misma categoría. Por sus características especiales, este caso será analizado un poco más adelante.

Las fallas 1j, 3j, 4j y 7j son difíciles de distinguir entre sí porque su efecto sobre el levantamiento es el mismo: la barra se ve proyectada hacia el frente. En ocasiones, cuando se observa cuidadosamente, el mecanismo de la falla queda bastante claro, pero existen muchos casos en que no se puede establecer con certeza. La falla 1j en especial puede provocar muchas confusiones, porque en el Jerk cuenta más la capacidad de generar potencia (trabajo por unidad de tiempo) que la de generar fuerza o trabajo. Un Jerk débil o flojo se ve generalmente como un Jerk lento (falla 3j), y en estas condiciones la posición del tronco y la magnitud de la semiflexión suelen alejarse de la posición recta que se considera como ideal (falla 4j). Ahora bien, hay casos de levantadores capaces de mantener el tronco recto, pero que empujan débilmente y sin la velocidad necesaria. En la tabla 2 se aprecia que varias veces se presentan juntas las fallas 1j y 3j. La falta de fuerza en el empuje del Jerk puede determinarse en el laboratorio, midiendo la fuerza ejercida sobre la plataforma y el tiempo que dura la aplicación de la fuerza sobre la misma, pero en la situación competitiva no se cuenta con estas facilidades. Los entrenadores y levantadores se refieren a esta falla diciendo: "no empujaste nada", y en general la relacionan con una semiflexión insuficiente, porque el ángulo de flexión no alcanza los valores necesarios para garantizar la máxima aplicación de fuerza. La falla 3j es mucho más notable para el observador entrenado, pues el atleta se desplaza a menor velocidad de la necesaria para lograr las condiciones de temporización y reclutamiento muscular óptimas (ver capítulos 1 y 5). La falla 4j se refiere exclusivamente a la posición inclinada del tronco, pero muchas veces es consecuencia de una semiflexión excesiva o del tránsito lento entre la semiflexión y el saque. Como ya se indicó, todas estas fallas en conjunto o por separado pueden provocar otras fallas, pero si el peso manejado por el atleta está considerablemente por debajo de sus posibilidades reales de fuerza, ninguna de estas fallas tiene que provocar necesariamente la pérdida del intento. Distinguir entre los mecanismos de las fallas tiene una extraordinaria importancia práctica, pues no sólo proporcionan un punto de partida para el análisis de las características psicobiológicas del movimiento, sino que también permiten a los atletas y entrenadores obtener los elementos necesarios para trabajar en su eliminación.

Las fallas mencionadas pueden ser puramente técnicas u obedecer a factores emocionales, atencionales, de temporización, falta de fuerza o al cansancio del levantador. Sobre este último punto hay que destacar que Herrera (1980) ha demostrado que la ejecución continuada de levantamientos máximos en Jerk deteriora la técnica después de solamente 5 repeticiones en levantadores de élite (en Herrera, 1991. Pp. 15). Esto puede contribuir a explicar el por qué tantos levantamientos de Envión se fallan en el Jerk, especialmente en

los últimos intentos. En el estudio se encontró que el saque se ralentiza (falla 3j) y la técnica se deteriora (fallas 4j, 6j y 7j) tanto en levantadores de élite como en principiantes.

Con respecto a la falla 1j, observemos los casos de la levantadora 7 de los 48 kg, la levantadora 3 de los 58 kg y el levantador 9 de los 69 kg. Pese a la debilidad de su saque, la atleta pudo concretar su primer intento, cuyo peso estaba por debajo de sus posibilidades de fuerza, pero con una cantidad mayor de peso en su segundo intento ya no fue capaz de conseguirlo; y parece muy probable que el mecanismo del fallo en su tercer intento sea el mismo que en los otros dos, aunque el observador no haya podido determinarlo. En el caso ya comentado de la atleta 3 de los 58 kg, la falta de fuerza en el saque produjo al parecer que tuviera que trabajar anticipadamente con sus brazos; y en el caso del atleta 9 de los 69 kg la falta de fuerza en el saque se combinó con la posición inclinada del tronco durante la ejecución. Estas dos fallas unidas producen que la barra se desplace poco y hacia delante, con lo que resulta imposible dominar la pesa en el desliz. No resulta sorprendente que el levantador haya fallado sus tres intentos de Envión. La técnica de este atleta resulta tan deficiente que fue el único de toda la muestra que falló sus seis intentos, por lo que parece claro que sus deficiencias técnicas fueron el factor determinante en sus resultados competitivos.

La falla 3j fue la más común en todos los intentos analizados, y es una de las más comunes en la mayor parte de los levantadores. Se presenta muchas veces combinada con otras, como se ha indicado más arriba. Las atletas 7 y 9 de los 58 kg, el atleta 10 de los 62 kg y el atleta 2 de los 69 kg la presentaron de manera consistente, pero los mecanismos del fallo parecen ser distintos en todos los casos. En caso del atleta 10 de los 62 kg La falla se relaciona aparentemente con el patrón técnico que ha establecido o con una falla de temporización debida a la menor eficiencia de su subsistema de programación motora. La falla no produjo la caída de la pesa en ninguno de los intentos en que se produjo. Es muy posible que si el atleta hubiera logrado ejecutar el Clean en su tercer intento se presentara nuevamente la falla analizada, y a juzgar por el incremento del peso, pudo haber traído serios problemas con la fijación de la pesa en el desliz. Consideramos que si un atleta presentara consistentemente esta falla bajo las condiciones controladas del entrenamiento y si se muestra resistente a la erradicación con los medios habituales, podría considerarse una genuina falla de sus estructuras de temporización. Las levantadoras presentaron una situación parecida, pero el hecho de que el error no se presentara en todos los levantamientos hace sospechar un componente emocional o incluso de fatiga, especialmente en el caso de la levantadora 9, ya que sus incrementos de peso no fueron tan pronunciados y el error se manifestó en intentos consecutivos. Ahora bien, es posible que el error haya pasado inadvertido al observador, en cuyo caso habría motivos para pensar que el mecanismo de la falla forma parte del patrón técnico establecido o que obedece a deficiencias de temporización, como en el caso anterior. En el caso del atleta 2 de los 69 kg parece haber fuertes componentes de tipo emocional o de fatiga, ya que se encontraba disputando el primer lugar de la competencia con el atleta 7. En su primera ejecución no se apreció ningún error, pero la falla de temporización ya no le permitió ejercer la potencia suficiente para concretar ninguno de sus dos últimos intentos. La interferencia emocional pudo conducir al desajuste de la temporización adecuada en el Jerk, debido a su influencia sobre el subsistema atencional.

La falla 4j resulta bastante difícil de apreciar, pero se presenta con cierta frecuencia y en muchas ocasiones se debe a la semiflexión excesiva o al tránsito lento entre la semiflexión y el saque. Aunque en nuestra muestra no la vimos directamente asociada a ninguna de ellas, es posible que ello se deba a que el observador atendió solamente a la falla 4j. Observemos a la atleta 8 de los 58 kg, que en el primer intento dobló los codos como consecuencia de un saque lento y en el segundo inclinó tanto el cuerpo hacia delante que la barra se vio proyectada en esa dirección. Es muy posible que esto haya sido consecuencia de la falla 3j y ésta no fuera notada por el observador. Es necesario el uso de elementos adicionales de análisis para determinar si la falla es de naturaleza técnica o de temporización, pero a juzgar por las ejecuciones de Arranque y los pesos levantados por la competidora, parece muy probable que lleve poco tiempo de entrenamiento y se encuentre en las primeras etapas de perfeccionamiento de la técnica. En el caso de la atleta 2 de esta misma categoría y el atleta 5 de los 62 kg se presenta la falla 4j en dos de sus intentos. En la atleta parece haber algún componente de temporización o de activación emocional, porque una de sus fallas de Arranque presenta también componentes de este tipo (falla 10ar).

Algunos atletas exhibieron fallas diferentes en diferentes intentos, hayan culminado o no con la caída de la pesa; sin embargo, las fallas están relacionadas entre sí. Veamos los intentos 1 y 3 de la atleta 1 de los 48 y todos los del atleta 4 de los 62 kg. La levantadora presenta fallas diferentes en ambos intentos, pero ninguna en el segundo. En el ámbito del deporte, se sabe que este cuadro es característico de las ocasiones en que un entrenador llama la atención del atleta sobre algún error que se produjo en un intento anterior. En este caso particular, es posible que el entrenador haya indicado a la atleta que no estaba empujando con suficiente fuerza, y ella corrigió este error en su segundo intento. Ahora bien, con un peso mayor es necesario empujar con más fuerza, y en esto intervienen factores como el cansancio, la pérdida del enfoque atencional y activaciones emocionales inadecuadas. Resulta difícil decidir qué fue lo que ocurrió en el caso de esta pesista, pero parece probable que alguno de los siguientes motivos (o todos a la vez) estén implicados en el mecanismo de la falla: el mayor peso de la barra, que obliga muchas veces a empujar más lentamente; que la levantadora estuviera prestando demasiada atención en empujar con fuerza, en lugar de hacerlo con la técnica adecuada (distracción, pérdida del enfoque atencional); y como en los intentos de Arranque se presentaron fallas que parecen implicar algún grado de activación emocional inadecuada, pensamos que esto pudo presentarse también en los intentos de Jerk. El caso del atleta 4 de los 62 kg es uno de los más llamativos, pues cometió errores distintos en todos sus intentos de Envión. Obsérvese que se trata del atleta que obtuvo el segundo lugar de la competencia y que sus primeros intentos de Arranque los realizó sin errores notables, por lo cual se tienen motivos para descartar errores de temporización (recordemos que la técnica del Arranque es muy sensible a este tipo de errores). En primer intento de Envión realizó el tránsito entre la semiflexión y el saque con lentitud, aunque esto no impidió que lo concretara; en el segundo tuvo los codos doblados al final del levantamiento, lo cual pudo ser provocado por una falla similar, aunque el observador no la haya notado. El salto de peso entre el segundo y tercer intento (10 kg) proporciona una indicación de que el levantador no esperaba fallar el intento anterior y que pretendía realizar el máximo esfuerzo para igualar su total con el del pesista que resultaría ganador de la competencia (atleta 3). Aparte de esta presión competitiva, el hecho de que en el tercer intento de Arranque de este pesista se presentara la falla 10ar cuyas implicaciones emocionales ya se han comentado, nos hace pensar que en el

mecanismo del fallo del tercer intento estuvieron implicados fuertes factores emocionales. Tal vez atleta consideró que el gran peso de la barra no le permitiría realizar adecuadamente el cambio de dirección en la semiflexión, por lo que pudo decidir acortarla en el último instante, con la consecuencia de que el ángulo de flexión no fue suficiente para lograr las condiciones adecuadas de levantamiento y ejercer la fuerza máxima en el saque.

Como se puede constatar, no hemos analizado todos los intentos, nos hemos limitado a escoger los más representativos de cada situación. Este tipo de estudio puede mejorarse observando una muestra mayor, utilizando más de un observador y con hojas de registro que incluyan categorías de fallas establecidas, con un espacio en blanco para anotaciones. Hemos visto que una falla discreta en los intentos ligeros puede convertirse en motivo de que se pierda un intento en los levantamientos más pesados. Esto resulta muy importante, porque una falla discreta observada durante el entrenamiento y no erradicada en el momento oportuno, puede producir que no se alcance el resultado deportivo deseado. Ninguna falla es trivial en un deporte de ejecución máxima: algunas se acrecientan en los intentos difíciles, y otras pueden "sinergizar" o producir otras fallas.

Entre los defectos del presente estudio están la dificultad para establecer criterios bien definidos para incluir algún error en una categoría determinada, ya que estos pueden variar de observador a observador, hay una sola oportunidad para visualizar los intentos, el observador debe estar plenamente concentrado en todo momento y tomar sus decisiones casi instantáneamente. Pero el uso de técnicas de filmación proporcionaría la posibilidad de visualizar los levantamientos las veces necesarias, con lo que sería posible disminuir el número de levantamientos en los que no se pudo determinar la falla y discutir los criterios de acuerdo a los cuales se clasificaron.

Comentario general.

El análisis efectuado en los dos trabajos anteriores nos lleva a considerar que la observación cuidadosa de las ejecuciones de los atletas en competencia y el uso de cuestionarios nos proporciona información importante sobre los mecanismos psicobiológicos implicados en las fallas que cometen los levantadores en las competencias. También nos hemos dado cuenta de que hay muchos casos en que la observación por sí misma no aclara adecuadamente los mecanismos implicados en las fallas; pero como se comentó en la introducción y en las conclusiones del presente trabajo, los datos pueden ser complementados y contrastados con los que se obtengan por la filmación de los intentos, utilizando varios observadores a la vez, haciendo análisis de los movimientos mediante técnicas computacionales adecuadas, analizando las ejecuciones de los pesistas en entrenamiento a lo largo de gran parte del periodo de preparación para la competencia, utilizando otros cuestionarios como el que presentamos en el primer estudio piloto (debidamente validados y confiabilizados), y recopilando datos por medio de entrevistas exhaustivas con los atletas y los entrenadores. A esto podría agregarse la utilización de técnicas cuantitativas como la medición de variables neurovegetativas (ver Bolliet et al, 2000) y si se cuenta con los recursos, resonancia magnética funcional con atletas bien

entrenados en visualización e imaginación. Los resultados obtenidos por el uso convergente de estas metodologías deberán ser analizados en conjunto y interpretados cuidadosamente y en el contexto funcional del deporte y la competencia. Por supuesto, el uso de todos estos métodos limitaría el alcance del estudio a unos pocos sujetos de investigación en un periodo prolongado de tiempo, pero podría ser llevado a cabo por un equipo multidisciplinario que incluyera atletas, entrenadores, psicólogos deportivos, psicobiólogos e investigadores en ciencia del ejercicio versados en psicobiología y métodos de análisis de los datos obtenidos. Esto puede parecer difícil y complicado, pero como hemos pretendido mostrar a lo largo de este trabajo, el deporte es un fenómeno muy complejo, que lleva aparejados una gran cantidad de factores. Como hemos visto en estos dos estudios preliminares, una sola falla puede tener explicaciones muy diferentes según el atleta y la situación que se considere, y las estrategias para solucionarla dependerán de los recursos disponibles, de las características del levantador y de la preparación de los entrenadores e investigadores en los métodos necesarios.

Esquema para una propuesta de intervención.

Para concluir el presente trabajo exponemos un breve ejemplo de las líneas generales que puede seguir el psicólogo para intervenir en el proceso de entrenamiento del Levantador de pesas. Está basada en las líneas generales de intervención en deportes individuales propuestas por G. Balagué (1997).

La intervención psicológica adecuada busca desembocar en una mayor consistencia y control del rendimiento deportivo. Es necesario aclarar adecuadamente los problemas que se desean resolver y determinar hasta qué punto residen verdaderamente en el ámbito de la psicología.

Se debe determinar también cuál es el verdadero origen de la consulta, es decir, si el levantador mismo ha decidido consultar al psicólogo deportivo o si ha asistido a instancias de los padres o entrenadores. Esto resulta importante porque de estas situaciones se pueden derivar numerosos conflictos de orden motivacional (porque el atleta no sigue o no practica el plan propuesto), o ético (porque el entrenador quiere información específica o porque los padres quieren estar presentes, lo cual puede violar el principio de confidencialidad de la información que proporciona el paciente). Hay que clarificar a instancias de quién inicia la intervención, que expectativas se tienen de ella y cual es la opinión del deportista y su motivación respecto a la intervención. Sobre todo, hay que tener presente que en muchos casos lo que se puede hacer no es necesariamente lo que los atletas o entrenadores esperan.

A continuación procede la evaluación de la situación. Todo programa de intervención debe contemplar los siguientes componentes:

- Características del deportista. Edad, nivel competitivo, historia deportiva personal, motivaciones, aspiraciones, recursos, apoyo social, presiones percibidas, características socioculturales, entre otras. La forma en que todas ellas pueden afectar al atleta ha sido expuesta en los capítulos 1, 2 y 3 del presente trabajo (véase).

- Las características técnicas del deporte y las fases y objetivos específicos del entrenamiento. Esto fue descrito en los capítulos 1 y 5. El psicólogo debe familiarizarse con las demandas físicas y psicológicas que el Levantamiento de Pesas impone a los practicantes en las diferentes etapas del entrenamiento y la competencia para recomendar las técnicas adecuadas que permitan mantener los subsistemas homeostáticos y los subsistemas corporales en un nivel óptimo de funcionamiento (recordemos el énfasis especial en las técnicas de control emocional y atencional).

La preparación para el entrenamiento tiene un papel esencial. La competencia de Levantamiento de Pesas dura unas pocas horas, mientras que el entrenamiento ocupa todo el resto del año y es el elemento que proporciona la cimentación física y psicobiológica indispensable para que el atleta compita al límite de sus posibilidades. Orlick y Partington (citados por Balagué, 1997) han determinado que el entrenamiento de los deportistas de mayor éxito tiene los siguientes elementos 1) entrenamiento de calidad; 2) objetivos específicos diarios; 3) práctica imaginada, y 4) entrenamiento de simulación. La naturaleza del entrenamiento en Levantamiento de Pesas determina inmediatamente objetivos específicos diarios (véase el capítulo 2). El entrenamiento de calidad conlleva una serie de elementos importantes que son: motivación, tolerancia a la fatiga, perseverancia y concentración. De la motivación hemos hablado en el capítulo 4. Balagué recomienda el uso de ciertas técnicas que contribuyen a incrementar la motivación, tales como establecer o aclarar la conexión entre la actividad que se realiza (por ejemplo, un ejercicio auxiliar o una serie de carreras de velocidad) y los ejercicios clásicos que se practican en competencia. La tolerancia a la fatiga se desarrolla como producto del entrenamiento de resistencia, pero resulta importante que el atleta esté consciente de la manera en que le van a ayudar los entrenamientos largos y agotadores para cumplir sus objetivos, máxime que en esos días se realizan ejercicios de intensidad media, con pesos muy por debajo de los que se manejan en competición. La perseverancia y la concentración son características complejas que requieren un entrenamiento largo y continuado. Las sugerencias de Weinberg y Gould (1996) resultan útiles para elaborar un plan de intervención ajustado a las características del atleta.

La preparación para la competición incluye: 1) plan precompetición (cuya importancia ha sido descrita en el capítulo 5); 2) plan de concentración durante la competición (que depende mucho de los recursos con los que cuenta el atleta para enfocar su atención en la ejecución, los cuales se adquieren principalmente en el entrenamiento diario); 3) evaluación de la competición (elaborada por el atleta y el competidor. También resulta importante que el psicólogo esté presente al menos en una competición y observe directamente al atleta antes, durante y después de la misma y atienda a la evaluación de los atletas y entrenadores); y 4) Control de distractores (que depende del control atencional y emocional practicado por el atleta y el seguimiento de las rutinas establecidas). Consúltese el capítulo 5 para consideraciones adicionales sobre los aspectos reseñados en este párrafo. El deportista debe ser entrenado para mantener el control de su atención y de todo lo que resulte útil para su plan de competencia y utilizar sus recursos psicobiológicos a nivel óptimo.

Por último, resulta fundamental cotejar y comparar las evaluaciones de la competición realizadas por el atleta, el entrenador y el psicólogo. Es indispensable determinar no

solamente el motivo de los fallos (por errores técnicos, de temporización, de control atencional, emocional, falla de las rutinas competitivas, el entrenamiento, etc.), sino también el de los aciertos. Los patrones adecuados deben fomentarse, hacerse conscientes por parte del atleta y el entrenador y consolidarse en los planes y programas futuros, mientras que los errores deben analizarse, encontrar sus causas y tomar las medidas adecuadas para eliminarlos o minimizarlos.