



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ANTROPOLÓGICAS
POSGRADO EN ANTROPOLOGÍA

“CARACTERIZACIÓN CINEANTROPOMÉTRICA EN LA
SELECCIÓN JUVENIL DE CLAVADOS DURANTE UN
MACROCICLO DE ENTRENAMIENTO DEPORTIVO”

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE MAESTRA EN
ANTROPOLOGÍA

PRESENTA:

HANNI ARLETTE BARRERA QUIROZ

TUTORES: DRA. JULIETA ARÉCHIGA VIRAMONTES
DR. CARLOS MANUEL RAMÍREZ GARCÍA
M. EN C. MARÍA ELENA SÁENZ FAULHABER

CIUDAD UNIVERSITARIA, 2011.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

Índice

Tablas	3
Gráficas	4
Cuadros	5
INTRODUCCIÓN.....	6
ANTECEDENTES	10
Clavados.....	34
Historia de los clavados.....	35
HIPÓTESIS	43
OBJETIVOS.....	43
MÉTODO.....	46
RESULTADOS	53
Capítulo I. Dimensiones básicas del clavadista.....	53
Capítulo II. Composición corporal del clavadista.....	62
Capítulo III. Somatotipo del clavadista	65
Capítulo IV. Proporcionalidad del clavadista	67
Capítulo V. Maduración biológica del clavadista.....	69
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	76
CONCLUSIONES	82
Bibliografía	85
ANEXOS	91
Anexo 1. Información y formato del consentimiento informado del paciente.	91
Anexo 2. Proforma ISAK	95
Anexo 3. Formato para la edad ósea por el Método Tanner-Whitehouse 3.	96
Anexo 4. Material.....	97
Agradecimientos	98

Tablas

Tabla 1. Tiempo de entrenamiento en clavadistas según Del Olmo, 1990.....	38
Tabla 2. Edad cronológica y de inicio en clavadistas de elite según Del Olmo, 1990. ..	38
Tabla 3. Dimensiones básicas de clavadistas en dos eventos Olímpicos según Khosla, 1984.....	38
Tabla 4. Dimensiones básicas de clavadistas y gimnastas* en Olimpiadas Junior	39
Tabla 5. Dimensiones básicas de clavadistas de los Juegos Olímpicos de Montreal según Carter, 1982 ^a , 1984b.....	39
Tabla 6. Dimensiones básicas de clavadistas del Campeonato Mundial de Natación en Perth, Australia según Carter y cols., 1994.	39
Tabla 7. Somatotipo de clavadistas de Olimpiadas Junior por evento según, Thorland, 1981.....	41
Tabla 8. Somatotipos promedio de clavadistas según Del Olmo, 1990.....	42
Tabla 9. Dimensiones básicas por etapas de entrenamiento del grupo <i>femenino</i> de la selección juvenil de clavados.	53
Tabla 10. Correlación de Pearson entre masa corporal de clavadistas femeninas	54
Tabla 11. Correlación de Pearson entre talla de clavadistas femeninas y etapas de entrenamiento.....	54
Tabla 12. Correlación de Pearson entre talla sentado de clavadistas femeninas y etapas de entrenamiento.....	55
Tabla 13. Media de masa corporal, talla y talla sentado del grupo <i>masculino</i> de la selección juvenil de clavados.	58
Tabla 14. Correlación de Pearson entre masa corporal de clavadistas masculinos y etapas de entrenamiento.....	58
Tabla 15. Correlación de Pearson entre talla de clavadistas masculinos y etapas de entrenamiento.....	59
Tabla 16. Correlación de Pearson entre talla sentado de clavadistas masculinos y etapas de entrenamiento.....	59
Tabla 17. Somatotipo promedio del grupo femenino de clavados durante el macrociclo de entrenamiento deportivo.	65
Tabla 18. Somatotipo promedio del grupo masculino de clavados durante el macrociclo de entrenamiento deportivo.....	66
Tabla 19. Características generales de los clavadistas estudiados con la edad esquelética.	69
Tabla 20. Edad decimal, edad deportiva, RUS y carpo en clavadistas <i>masculinos</i>	70
Tabla 21. Edad ósea, edad deportiva y TW3 en clavadistas femeninas.....	71
Tabla 22. Correlación entre Edad decimal y TW3 según Pearson en clavadistas <i>masculinos</i>	71
Tabla 23. Correlación edad decimal y TW3 en los clavadistas <i>femeninos</i>	73

Tabla 24. Correlación del RUS y Carpo del TW3 con la edad deportiva según Pearson en clavadistas masculinos.	74
Tabla 25. Correlación entre TW3, edad deportiva y menarca en clavadistas <i>femeninos</i>	75

Gráficas

Gráfica 1. Media del peso (kg), de la selección juvenil femenina de clavados.	55
Gráfica 2. Media de la talla (cm) de la selección juvenil femenina de clavados.	56
Gráfica 3. Media de la talla sentado (cm), de la selección juvenil femenina de clavados.	57
Gráfica 4. Media de masa corporal (kg), por etapas de entrenamiento deportivo del grupo <i>masculino</i> de la selección juvenil de clavados.....	60
Gráfica 5. Media de talla (cm), por etapas de entrenamiento deportivo del grupo <i>masculino</i> de la selección juvenil de clavados.....	60
Gráfica 6. Media de talla sentado (cm), por etapas de entrenamiento deportivo del grupo <i>masculino</i> de la selección juvenil de clavados.....	61
Gráfica 7. Media de las características generales de los clavadistas femenino vs masculino.	61
Gráfica 8. Composición corporal selección juvenil de clavados, femenino. Etapa general	62
Gráfica 9. Composición corporal selección juvenil de clavados, femenina Etapa especial.	62
Gráfica 10. Composición corporal selección juvenil de clavados, femenino. Etapa competitiva.	63
Gráfica 11. Composición corporal selección juvenil de clavados, masculino.Etapa general.....	63
Gráfica 12. Composición corporal selección juvenil de clavados, masculino. Etapa especial.	63
Gráfica 13. Composición corporal selección juvenil de clavados, masculino.Etapa competitiva.	64
Gráfica 14. Puntos de dispersión de RUS vs. edad decimal en clavadistas <i>masculinos</i>	72
Gráfica 15. Puntos de dispersión de Carpo vs. Edad decimal en clavadistas <i>masculinos</i>	72
Gráfica 16. Puntos de dispersión de RUS vs. edad decimal en clavadistas <i>femeninos</i> 73	
Gráfica 17. Puntos de dispersión de Carpo vs. edad decimal en clavadistas femeninos	74

Cuadros

Cuadro 1. Cineantropometría 9

INTRODUCCIÓN

La *antropometría*, palabra que fuera empleada por primera vez en el año 1654 por el médico alemán J. S. Elsholtz, en su tesis sobre estudios morfológicos en la Universidad de Padua, es definida por el Diccionario de la Real Academia Española como “*el tratado de las proporciones y medidas del cuerpo humano*”. La antropología es la ciencia que trata de los aspectos biológicos y sociales del hombre (Calpe, 2001, Cabañas, 2001). Comenzó a desarrollarse como tal en la segunda mitad del siglo XIX. Se dividió en antropología cultural y física, esta última tiene como técnica de estudio. En la práctica podemos aseverar que es una herramienta con valiosos aportes dentro de diferentes campos de acción, como lo son la actividad física, la salud, la educación, el trabajo, etcétera.

El deporte está muy ligado a la ciencia y es estudiado por investigadores de diferentes disciplinas entre ellos la antropología física, que con ayuda de la cineantropometría, se ha podido conocer el cuerpo del atleta, sus posibilidades mecánicas e isocinéticas así como determinarlas dimensiones y formas corporales más apropiadas para un deporte en especial. El deporte está viviendo uno de los momentos de máximo esplendor y tiene un papel importante en nuestra sociedad y en la vida de muchas personas; todo un país se siente orgulloso con la victoria de un equipo o deportista.

El antropólogo físico a través de la metodología cineantropométrica contribuye de manera muy importante a la selección de talentos y participa haciendo un seguimiento individual a cada uno de los deportistas y en los deportes de grupo, realizando una investigación por posición de juego, durante uno o más macrociclos de entrenamiento codo a codo con el entrenador y de manera paralela con los profesionales del deporte; médico, nutriólogo, psicólogo, etcétera.

La definición etimológica del término cineantropometría es la medida del hombre en movimiento, pues deriva del griego, mediante la yuxtaposición de los siguientes términos: *kinesis*=movimiento, *antropos*=hombre y *metrón*=medida.

Los inicios del desarrollo formal de la cineantropometría moderna comienzan con el Congreso Científico Olímpico celebrado en Quebec (Canadá), en 1976 con motivo de

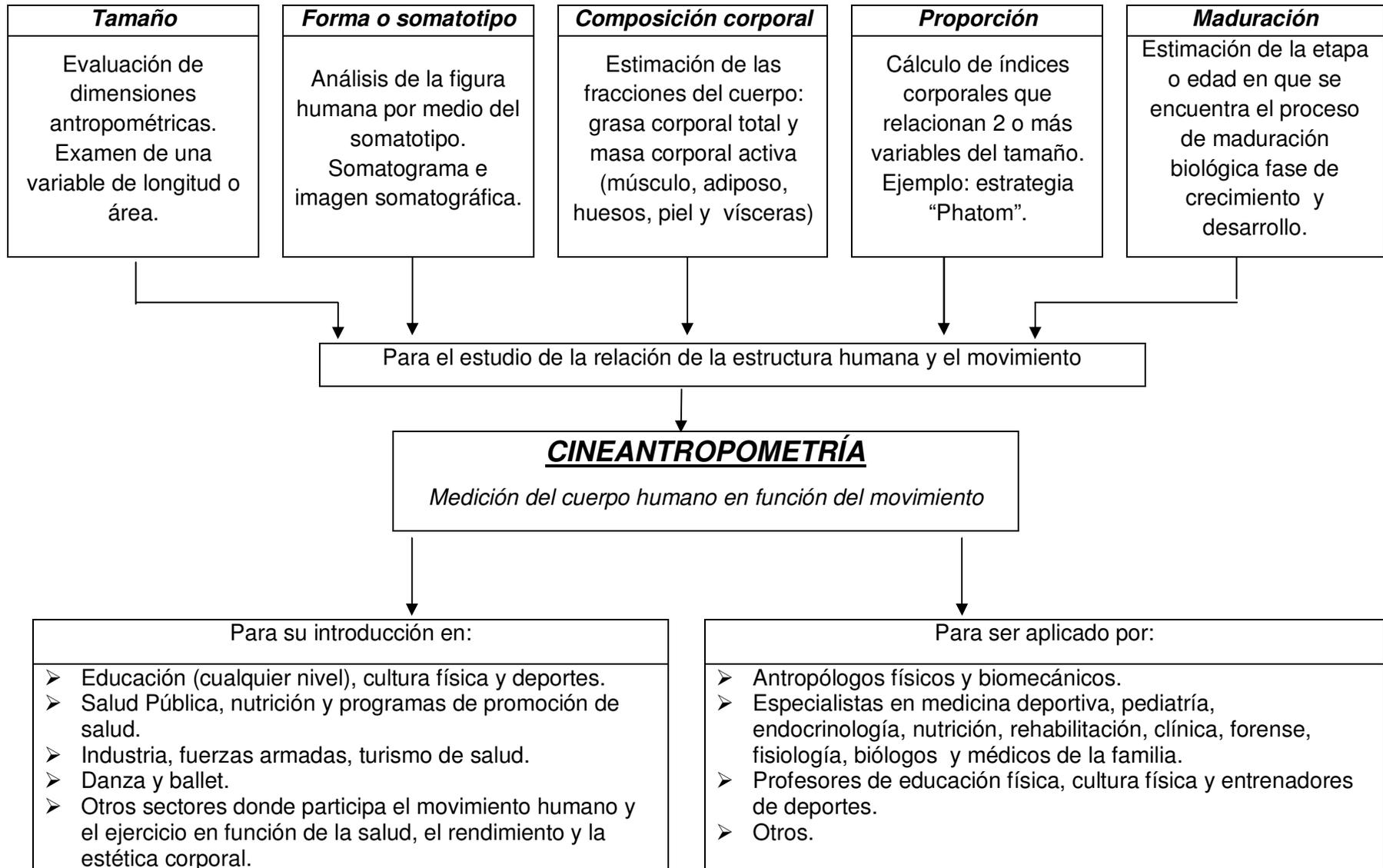
los Juegos Olímpicos de Montreal y denominado International Congress of Physical Activity Sciences (Chamorro, 1993). En dicho congreso se llevó a cabo un primer intento de convocar a todos los científicos, de diferentes ramas, interesados en la medición del hombre en movimiento en Symposium on Kinanthropometry and Ergometry (Landry & Orban, 1978), que sería el primer simposio internacional de cineantropometría.

La cineantropometría se definía por Ross (1976) como una interfase cuantitativa entre la anatomía y la fisiología o entre estructura y función y aunque los límites de esta disciplina no estaban todavía perfectamente definidos, sus objetivos engloban los que anteriormente caracterizaban la auxiología, la antropología física, la antropometría dinámica o fisiológica y la antropometría aplicada al deporte (Ross, 1976). Posteriormente es redefinida por Ross y cols., (1990) (ver cuadro 1), *“la aplicación de la medida en el estudio del tamaño forma proporción, composición, maduración y funciones principales del ser humano”*. Dicho cuadro muestra las cinco áreas específicas de estudio de la cineantropometría, mismas que en conjunto ayudan a estudiar la relación de la estructura humana y el movimiento; esto para ser introducido en la educación, salud pública, nutrición, programas de nutrición de salud, danza, ballet, estética corporal, etc... y ser aplicado por antropólogos, biomecánicos, especialistas en medicina del deporte, pediatría, rehabilitación, biólogos, médicos de la familia, profesores de educación física, entrenadores, etcétera. Su propósito es ayudar en el conocimiento del movimiento humano en el contexto del crecimiento, ejercicio, rendimiento y nutrición. Esta definición ha sufrido modificaciones a medida que las nuevas tecnologías eran incorporadas al estudio del cuerpo humano y se perfilaban nuevos campos de aplicación.

La definición actual postulada por la ISAK (2001) de cineantropometría es: especialización científica relacionada con la medición del ser humano en su múltiple variedad de perspectivas morfológicas, su aplicación al movimiento y los diversos factores que influyen al mismo, incluyendo los diferentes elementos de la composición corporal, medidas corporales, proporciones, composición, forma y

maduración, habilidad motora y capacidad cardiorespiratoria y la actividad física que incluye tanto a las de tipo recreativo como la práctica de deportes altamente especializados (Cabañas & Esparza, 2009).

Cuadro 1. Cineantropometría.



(Ross & Marfell-Jhones, 1990)

La cineantropometría utiliza la medición de los pliegues cutáneos, diámetros, longitudes y perímetros del cuerpo humano. La metodología de la cineantropometría consiste en mediciones topográficas regladas efectuadas en puntos o marcas convencionales, descritos por Ross y cols., y de acuerdo con los lineamientos dictados por la Sociedad Internacional para el Desarrollo de la Cineantropometría (siglas en inglés ISAK).

ANTECEDENTES

EL DEPORTE EN LA CINEANTROPOMETRÍA

El origen de la moderna cineantropometría data de segunda mitad del siglo XX y los inicios formales de esta nueva disciplina se remontan al Congreso Científico Olímpico celebrado en Quebec (Canadá) en 1976.

Dimensiones básicas

La cineantropometría básica puede aportar información importante con respecto a las dimensiones corporales de los jugadores de elite (Reilly & Williams, 2000), y la determinación de la forma del físico a partir de variables antropométricas. También es una parte importante en la evaluación integral de un atleta y constituye en sí misma un elemento que puede ser empleado para la detección y selección, para la ubicación del deportista en una disciplina o en una posición específica y la determinación de las ventajas que proporciona una adecuada morfología son evidentes (Rienzi, Mazza, Carter, & Reilly, 1995).

La utilización de la cineantropometría en el estudio de la morfología en deportistas y su vinculación con el rendimiento deportivo es de gran valor en la detección de talentos (Rienzi, Mazza, Carter, & Reilly, 1995). El proceso de selección y ubicación de los atletas en posiciones ideales, adecuadas a su físico, sería más objetiva, económica y eficaz sí se contara con un sistema de monitoreo y seguimiento que nos brindara información acerca de las adaptaciones y mantenimiento de la forma y capacidades físicas óptimas logradas por jugadores con características de alto rendimiento. La identificación de talentos deportivos es una prioridad para el deporte de clavados en México.

Composición corporal

La evaluación de la composición corporal permite cuantificar los grandes componentes

estructurales del cuerpo: tejido óseo, muscular y graso. En un comienzo, el antropólogo Matiegka (Matiegka, 1921), evaluó la composición corporal a través de la división de la masa corporal total en diferentes compartimentos, la suma de ellos es igual a la masa corporal. Asimismo, Matiegka describió un modelo de cuatro componentes conformado por el peso del esqueleto, piel más tejido subcutáneo y dividido en dos: tejido músculo-esquelético y lo que fue denominado como el resto.

En estos primeros estudios, se definió que en esencia, los tres componentes estructurales del cuerpo humano incluían las masas de músculo, grasa y hueso. Sin embargo, algunos estudios han notado una discrepancia entre la masa corporal total estimada y la masa “evaluada”, sugiriendo estimaciones erróneas de los componentes a través del modelo de Matiegka (Cabañas & Esparza, 2009).

Clasificación de los principales métodos para la medición de la composición corporal.

El estudio de la composición corporal comprende la determinación de los componentes principales del cuerpo humano, las técnicas y métodos utilizados para su obtención y la influencia que ejercen los factores como la edad, sexo, estado nutricional y actividad física (Betancourt, Aréchiga, & Díaz, 2007).

Una manera de clasificar los procedimientos científicos de estudios de la figura es dividiéndola en dos grandes grupos. El primero lo integran las técnicas de determinación *in vitro*, donde se cuentan la disección de cadáveres y la biopsia de tejidos, las cuales no son aplicables a grandes poblaciones (Clarys, Martin, & Drinkwater, 1984). El otro grupo está formado por las técnicas de determinación *in vivo*, como las imagenológicas, al igual que los métodos antropométricos y fisicoquímicos que, entre otros, permiten estimar las masas corporales en grandes grupos de sujetos con grados variables de error de predicción y costo económico (Betancourt, Aréchiga, & Díaz, 2007).

Pero actualmente existen otras técnicas por lo que se hace bastante complicado clasificar comprensivamente y con cierto criterio científico la vastedad de procedimientos que existen en la bibliografía. En una primera aproximación, los métodos para la determinación de la composición del cuerpo se pueden agrupar de la

siguiente manera (Esparza, 1993):

- Directos:
 - i) Disección de cadáveres (El único absolutamente válido, pero con evidentes limitaciones).
- Indirectos:
 - i) Densitometría, determinación del agua corporal total, determinación del potasio corporal total.
 - ii) Absorciometría fotónica dual.
 - iii) Modelos cineantropométricos (fraccionamiento corporal en cuatro masas corporales Drinkwater, Ross; modelo geométrico-Drinkwater; fraccionamiento antropométrico en cinco masas corporales Kerr y Ross).
 - iv) Determinación de creatina plasmática total, de excreción de creatina urinaria y excreción de 3-metil histidina endógena.
 - v) Tomografía axial computarizada.
 - vi) Resonancia magnética nuclear (También denominados “in vivo”. Se han de considerar así porque para calcular cualquier parámetro (la cantidad de grasa) lo hacen a partir de la medida de otro, como por ejemplo la densidad corporal total, presuponiendo una teórica y constante relación cuantitativa entre ambas variables)
- Doblemente indirectos:
 - i) Antropometría (y obtención de fórmulas de regresión a partir del modelo densitométrico, para obtener un valor de densidad corporal y de allí el porcentaje de masa grasa).
 - ii) Bioimpedancia eléctrica. Se han de clasificar de esta manera porque resultan de ecuaciones o nomogramas derivados a su vez de alguno de los métodos indirectos.

La antropometría constituye un buen ejemplo, pues a partir de la medida de algunos parámetros y de la densidad corporal de una población determinada se calcula una ecuación de regresión. Esta, en teoría, permitirá valorar el porcentaje de masa grasa de otros grupos de población, a partir solamente de la medida de sus pliegues cutáneos.

Existe un modelo de referencia denominado Modelo de Referencia de Behnke (Behnke,

1961). Este modelo se basa en las dimensiones físicas promedio obtenidas a través de miles de mediciones antropométricas sobre la composición biológica y estructural del cuerpo. El uso de un modelo o ser humano de referencia no es nuevo. Los modelos normativos del cuerpo basados en proporciones "ideales" supuestas, han sido propuestos desde la edad antigua clásica. Están incluidos en los estudios de anatomía llevados a cabo en el Renacimiento, como se puede observar en el conocido Hombre de Vitrubio de Leonardo da Vinci. Se utilizó la congruencia con el ideal normativo para cuantificar la belleza humana. En este siglo, grandes estudios de población comenzaron a presentar modelos descriptivos del ser humano típico. Quizás los más conocidos son el hombre de referencia y la mujer de referencia de Behnke.

J.M. Tanner (Tanner, 1986), T. Cureton (Cureton, 1951), V. Correnti y B. Zauli (Correnti & Zauli, 1960), A. León de Garay (de Garay, Levine, & Carter, 1974), y col. y L. Carter (1980, 1982^a, 1984^b, 1990), realizan estudios biotipológicos y de composición corporal en atletas olímpicos. M. Hebbelinck, y cols., (Hebbelinck, Carter, & de Garay, 1975) muestran en sus estudios la estructura corporal y somatotipo de nadadores olímpicos, clavadistas y jugadores de wáter polo. L. Novak (Novak, Bestit, & Mellerowicz, 1976a), (Novak & Woodward, 1976b) realiza estudios de composición corporal relacionados con la actividad física en adolescentes; y por último, María Eugenia Peña Reyes (Peña & Malina, 2004) , realiza estudios de crecimiento y maduración en jóvenes nadadores de la ciudad de México.

El conocimiento de la composición corporal es fundamental para conocer las posibilidades atléticas de un individuo en un determinado deporte, valorar su desarrollo a lo largo de una vida deportiva, facilitar la creación de normas de selección, comparación y para garantizar la salud de los deportistas.

La composición corporal reviste una gran importancia en la práctica deportiva, constituye un aspecto del físico humano, dinámico por excelencia grandemente relacionado con la salud y la habilidad de ejecutar una actividad.

La estimación de la composición corporal es un factor fundamental en la evaluación de los deportistas de alto rendimiento. Debería ser un trabajo conjunto de los servicios y

cuerpo técnico deportivo, para decidir la composición corporal “ideal” del deportista en función de los requisitos técnicos del deporte, y las posiciones en el terreno de juego de los jugadores o categorías de peso. El conocimiento de la composición corporal es cada vez más importante en el ámbito de la actividad física y de la medicina del deporte, en la medida en que la salud y la capacidad funcional del individuo dependen de la cantidad y de la proporción de sus tejidos fundamentales.

En los deportistas de alto rendimiento la estimación de composición corporal y la proporcionalidad deberían tener mayor importancia que la determinación directa del peso corporal, siendo una de las funciones principales de los médicos especialistas incidir en el porcentaje graso o PG, por que el factor de desventaja no es tanto el sobrepeso como el exceso de masa grasa o MG que constituye una fracción del peso total no útil. Por tanto, los facultativos deben luchar contra una de las grandes obsesiones en el deporte entre los responsables y directores técnicos, independientemente del deporte considerado, como es la excesiva importancia que dan al hipotético “peso ideal” que deben tener sus atletas. Existe una idea erróneamente generalizada y extraordinariamente extendida de que al disminuir el peso, mejora el rendimiento del deportista. Este hecho, en muchas ocasiones es objetivamente incuestionable como demuestra la experiencia, sin embargo, hay que destacar que reducirlo excesivamente no es sinónimo de mejorar en la misma proporción el rendimiento deportivo, sino en muchas ocasiones todo lo contrario, debido a la repercusión de la disminución de peso en los distintos componentes corporales.

La cineantropometría nos permite regular y seguir algunas variables imprescindibles para el éxito deportivo, controlando exhaustivamente a aquellos atletas sometidos a regímenes dietéticos especiales, importantísimo en los deportes de alto rendimiento clasificados por categorías de peso, y que requieren aumentarlo o disminuirlo en una temporada, o a lo largo de los macrociclos de entrenamiento, para mejorar su capacidad competitiva.

Es importante insistir en que la masa grasa no es especialmente importante como fuente de energía en los deportistas de alto rendimiento, y en la mayoría de los casos solo aporta aumento de peso no útil, sobre todo a efectos propulsores en los deportes

donde la velocidad del salto es un factor fundamental, creando un *feed back* negativo, pues cuanto mayor es la proporción de grasa frente a MM (encargada de la propulsión motora) mayor es el gasto de la aceleración y deceleración y es necesaria más energía para eliminarla.

El conocimiento de la composición corporal de los deportistas, y concretamente de la grasa corporal, es primordial para la planificación de la temporada, y para que el deportista llegue al momento más importante de la competencia con la cantidad de MG corporal idónea para obtener el máximo rendimiento; además, es preciso tener en cuenta que este componente varía muy rápidamente en relación con los otros segmentos corporales (por efecto de lesiones, periodos de reposo, transgresiones en la dieta, etc.).

La valoración de la composición corporal es especialmente importante en el control de la respuesta al entrenamiento. Cualquier oscilación en la masa corporal o MC merece atención porque nos alerta de una oscilación en uno o varios componentes.

El conocimiento de la composición corporal es cada vez más importante en el ámbito de la actividad física y de la medicina del deporte, en la medida en que la salud y capacidad funcional del individuo dependen de la cantidad y de la proporción de sus tejidos fundamentales. La actividad física es uno de los factores más importantes que influyen en la composición corporal porque puede modificar los volúmenes parciales de grasa corporal, masa muscular y masa ósea (Rebato & Rosique, 2003), especialmente en las etapas iniciales de la vida. Su variación es debida probablemente a los cambios en la alimentación en las etapas preescolar y escolar, y a una actividad deportiva más intensa en edades adolescentes y en edades adultas tempranas.

Cambios inducidos por el ejercicio en la composición corporal del adolescente.

El inicio de la actividad deportiva suele situarse en torno a la pre adolescencia, entre los 8 a 12 años, para la mayor parte de los deportes. Sin embargo, en esta etapa generalmente se realiza una actividad deportiva variada y es en la adolescencia cuando se encuentran más definidas las tendencias hacia las distintas especialidades deportivas. El peso total de los adolescentes puede cambiar con la práctica, sobre todo

porque modifica los volúmenes parciales de grasa corporal, masa muscular y masa ósea. Sin embargo, la mayor dificultad consiste en diferenciar, por una parte, los cambios propiamente debidos al crecimiento, con el crecimiento puberal de la masa muscular en los varones y el incremento de la masa grasa en las chicas, y por otra parte, el efecto real del entrenamiento deportivo sobre la composición (Malina, 1991).

En general, la práctica deportiva provoca un aumento de la masa libre de grasa y una disminución de la masa grasa, si bien estos efectos dependen de la intensidad y la duración de los programas de entrenamiento, que además se ven influidos por los cambios propios de cada segmento de edad y muestra diferencias, a veces muy sutiles y otras muy significativas, en función de la edad y el sexo de los deportistas. Por esta razón parece más adecuado analizar las posibles modificaciones, por separado de cada uno de los tejidos implicados en la composición corporal.

Cambios de la masa grasa inducidos por el deporte en adolescentes.

El aumento del gasto energético que supone el ejercicio, provoca una movilización de la grasa de reserva y, en consecuencia, una disminución de la grasa corporal. En general, los estudios muestran que la grasa corporal, medida generalmente por medio de los pliegues de grasa subcutáneos, está menos elevada en el caso de los niños y adolescentes de alto nivel de actividad física que en el caso de los que no realizan deporte (Rosique, Rebato, & Salces, 1998). Por otra parte, se ha visto que a mayor tiempo dedicado al deporte y a mayor intensidad de la actividad física es menor la medida de los indicadores de grasa corporal (Cabañas & Esparza, 2009).

Si nos fijamos, sin embargo, en adolescentes que realizan deporte a un nivel intermedio entre la actividad física normal y de alta competición, hay estudios que muestran cómo el incremento de la masa grasa es más rápido en los deportistas en edades adolescentes tempranas, hasta los 12 años, en los que se observa en la población deportista mayor grado de desarrollo puberal que en los adolescentes de vida más sedentaria, disminuyendo su incremento hacia edades adolescentes tardías, con mayor tiempo de entrenamiento acumulado. En los adolescentes sedentarios el incremento es más acusado para edades adolescentes intermedias y tardías, a partir de los 13 años (Maestre, 2004), (Cabañas & Esparza, 2009), especialmente en el sexo masculino. Los

varones verían mejorados sus rendimientos deportivos por el efecto de la testosterona sobre el desarrollo muscular, dotando a los maduradores precoces de mayor fuerza y resistencia musculares. Esto podría apuntar una cierta selección en la incorporación a las actividades deportivas de aquellos sujetos que son maduradores precoces.

Debemos tener en cuenta que, en el caso de los adultos, la hipertrofia muscular se produce tras un entrenamiento intenso de fuerza o de resistencia, pero no está claro que los mismos efectos se produzcan en el caso de los chicos, puesto que el número de estudios a este nivel es limitado (Malina, 1994); por otra parte, en edades prepuberales, no es posible determinar si se produce una hipertrofia muscular significativa debida al entrenamiento. Clarys, Martín & Drinkwater, en 1984 mostraron que el entrenamiento de resistencia en adolescentes de 16 años provocaba un aumento significativo tanto de fibras musculares lentas tipo 1 como rápidas tipo 2, sin embargo, el entrenamiento de velocidad no producía cambios significativos en las fibras musculares.

En un estudio de un grupo de 400 escolares que realizaban deporte extraescolar (Maestre, 2004), se encontró que la masa muscular en varones deportistas es, en promedio, solo ligeramente superior que en adolescentes sedentarios. Sin embargo al estudiar la variación interanual de los índices de masa muscular se observó que dicha variación es menor pero más homogénea en varones deportistas que sedentarios, que muestran unas variaciones más dispersas entre los distintos componentes, apuntando a un efecto armonizador de la actividad deportiva en el crecimiento del adolescente deportista. No se observó una tendencia tan definida en las deportistas femeninas.

El ejercicio físico favorece la mineralización del hueso, y en consecuencia, la masa ósea, modificando la densidad del esqueleto y el crecimiento del hueso en anchura. Asimismo el refuerzo de la estructura interna del hueso como su hipertrofia necesitan un cierto nivel de estimulación mecánica, que se produce durante la activación física. Sin embargo, como en el caso de todos los procesos relacionados con el crecimiento, es difícil diferenciar la influencia del ejercicio físico del proceso natural del crecimiento (Cabañas & Esparza, 2009).

En un estudio sobre 433 niños varones españoles, se encontró que la práctica de tres horas o más de actividad física extraescolar tiene un efecto beneficioso sobre la ganancia de capital óseo, sobre todo hacia los 14 años, coincidiendo con el estirón puberal (Cabañas & Esparza, 2009). Estos autores encuentran que, pese a no haber diferencias en la masa ósea de deportistas y controles en edades prepuberales, parece que el hacer deporte durante esa edad provoca una mayor ganancia de capital óseo en periodos de crecimiento posteriores.

Parece necesaria la utilización de cargas de entrenamiento elevadas y un tiempo mínimo para que la actividad física se traduzca en una ganancia significativa de capital óseo, tal como encuentran diversos autores (Cabañas & Esparza, 2009). También parece ser que estas diferencias se establecerán en edades pre menárquicas en las niñas y jóvenes, no encontrándose diferencias significativas en adolescentes que ya tienen menstruaciones; se puede afirmar que los niños deportistas presentan mayor masa ósea que los niños sedentarios. (Cabañas & Esparza, 2009).

Somatotipo

Las variables morfológicas pueden ser utilizadas para determinar la composición corporal y el somatotipo. Heath y Carter (Heath & Carter, 1967), definieron el somatotipo como la “conformación morfológica presente”. El éxito en las variadas disciplinas deportivas es favorecido por los diferentes tipos de somatotipo, sin embargo, cada deportista puede tener cualidades y destrezas exclusivas, de manera que el somatotipo, el entrenamiento y la técnica por si solos no pueden describir al deportista en su totalidad (Heath & Carter, 1990), pero en conjunto brindan una mayor información acerca del rendimiento en general.

El Somatotipo permite una clasificación de la forma corporal en escala que pueda ser expresada con un simple valor numérico, Sheldon llegó a la conclusión de que cada individuo posee los tres componentes, pero en distintas proporciones: el endomorfo, el mesomorfo y el ectomorfo.

Sheldon fue el precursor de la *escuela norteamericana o somatotípica o somatotipológica*.

Sheldon clasificó el somatotipo en tres dimensiones, referidas como endomorfismo, mesomorfismo y ectomorfismo (Sheldon y cols., 1940) tomando como referencia las capas embrionarias de donde se derivan los tejidos (Sheldon y cols., 1961).

Las referencias más antiguas datan de los estudios hechos por Sheldon (Sheldon, Stevens, & Tucker, 1940), los cuales fueron revisados y modificados por otros, terminando en el actual modelo de somatotipo diseñado por Heath y Carter (Heath & Carter, 1967,1990).

W. Parnell (Parnell, 1958), se interesó en los problemas somatotipológicos y su aplicación a la medicina psiquiátrica; propuso un método antropométrico sencillo derivado del de Sheldon, ya que le parece que la técnica de este último es complicada y difícilmente aplicable en gran escala. No está de acuerdo con la clasificación de Sheldon ya que se le hace demasiado simple basarla en las capas embrionarias y utiliza los términos de adiposidad, muscularidad y linealidad; su forma de presentarlo gráficamente es muy similar a la de Sheldon.

B. Heath Roll es una de las figuras más destacadas dentro de la somatotipología. Entre los años 1948 y 1953 modifica el método fotoscópico, con la inclusión de algunas medidas antropométricas, en base a las propuestas de Parnell (Parnell, 1958). Más tarde en 1964 y con la colaboración de J. Carter crean el conocido método de Heath-Carter. Carter definió este método como la descripción numérica de la configuración morfológica de un individuo en el momento de ser estudiado. Para Carter, la forma de un individuo no viene determinada exclusivamente por la carga genética, sino que también influyen otros factores exógenos para modificar el somatotipo, como la edad, el sexo, el crecimiento, la actividad física, la alimentación, factores ambientales y medio socio-cultural. Por otra parte Heath modificó el método de Sheldon en los límites de las cifras de cada componente, no existiendo una escala del 1 a 7. Propone una escala que comience desde 0 (en la práctica desde 0.5) y que no tenga límites superiores. Eliminando el rango de 9 a 12 que marcaba Sheldon. Más tarde Heath realiza escalas de calificación dando valores numéricos y características de cada componente.

B. Heath y L. Carter (Heath y Carter, 1967), definen al somatotipo como una descripción de la estructura corporal presente. Lo expresan de la misma manera que Sheldon y utilizan su misma clasificación. Naturalmente cada individuo posee los tres componentes, variando sólo su proporción. Las características fundamentales de cada uno son: endomorfía, predominio relativo de las formas blandas, redondeadas, los órganos digestivos adquieren importancia ya que se derivan del endodermo embrionario; hay una predisposición a la gordura. Mesomorfía, hay un predominio de masas musculares, huesos y tejido conjuntivo, o sea, tejidos que se derivan del mesodermo del embrión. Ectomorfía, predominio de formas lineales, dominio de tejidos derivados del ectodermo embrional, principalmente cerebro y sistema nervioso (Comas, 1966).

M. Villanueva al mencionar los desacuerdos que hubo con las metodologías de Sheldon y Parnell (Parnell, 1958) con respecto a la de Heath y Carter, dice que la escala de uno a siete no es suficiente para abarcar todas las posibilidades de variación humana y que "el somatotipo del individuo no es constante a través de toda la vida, como sostiene Sheldon, ya que observaron que con una dieta especial, debido a una enfermedad o a un entrenamiento físico determinado, el individuo altera uno o varios componentes primarios de su físico, al bajar o subir de peso, al aumentar o disminuir su musculatura, etcétera. Esto es notorio en muchos casos a simple vista, aún sin la necesidad de medir al individuo" (Villanueva, 1979).

Hemos de destacar que el empleo de estos procedimientos antropométricos para la obtención del somatotipo (Parnell, 1958), le proporciona simplicidad, reducción de costos, eliminación de posibles sesgos cualitativos, una base de variables cuantitativas y facilidades en el manejo y evaluación de grandes poblaciones o muestras muy numerosas.

Estas características han propiciado que el somatotipo se haya convertido en uno de los procedimientos más extendidos, en cuanto a su aplicación para el estudio de la tipología humana y puede definirse como una expresión de la conformación del cuerpo bajo criterios cuantitativos, debido a que el resultado queda expresado en valores numéricos. La evolución de los estudios del somatotipo ha llevado a considerar que la

forma del cuerpo es un fenotipo que se encuentra determinada por la combinación de la herencia genética (genotipo) y las condiciones ambientales a las cuales están sujetos. Es decir, la calidad de la carga genética y su interacción con los estímulos ambientales; estos pueden ser el entrenamiento físico, la alimentación, el trabajo, el clima, los hábitos etcétera.

Los estudios cineantropométricos de la forma corporal más recurrentes en la actualidad se sustentan en el cálculo y la interpretación del somatotipo – estimado por mediciones antropométricas- de Carter y Heath (1990). Estos autores -apoyándose en los principios teóricos del método de Sheldon (Sheldon y cols., 1940)- definen el somatotipo como: *"la descripción numérica de la configuración morfológica de un individuo en el momento de ser estudiado"*. Estos resultados numéricos establecen un conjunto de categorías que valoran holísticamente la forma corporal de un sujeto -en relación o no con otros factores morfo-funcionales y socioculturales- con el fin de complementar la apreciación y observación cualitativa de la figura que realiza diariamente el entrenador (Betancourt, Aréchiga, & Díaz, 2007).

Los estudios del somatotipo han tenido una gran aceptación en todo el mundo, debido a que su uso no es exclusivo de los antropólogos y preparadores físicos, sino también a que su aplicación es altamente interesante para médicos, nutricionistas, fisiólogos, artistas e incluso arquitectos. Las deducciones de este método son aplicables a todos los ámbitos del saber, que se ocupan por la forma del cuerpo humano. En la actualidad el somatotipo se emplea en poblaciones sedentarias, en grupos laborales, en niños, en adolescentes, en ancianos, en encamados, en patologías crónicas y en diversos grupos étnicos. El análisis del somatotipo ha sido realizado en poblaciones normales de diferentes edades, sexos y niveles socioeconómicos para conocer las características biotipológicas de estos grupos humanos. Valores específicos de sus componentes han sido correlacionados en diferentes patologías como: cáncer de mama, cardiopatías, escoliosis y obesidad (Betancourt, Aréchiga, & Díaz, 2007).

Determinados los valores de cada componente se coloca el punto correspondiente en el somatograma, que está formado por un triángulo de lados redondeados diseñado por Reauleaux e introducido por Sheldon. El somatograma también llamado somatocarta,

es un triángulo utilizado para trabajar la representación gráfica bidimensional de los valores numéricos del somatotipo. Actualmente para la determinación del somatotipo en general se utiliza el método antropométrico matemático propuesto por Heath y Carter.

Aplicando la técnica antropométrica se ha demostrado que existen distintos patrones de distribución del somatotipo en las diferentes etapas de la vida. Para Heath y Carter, el somatotipo consiste en la descripción cuantitativa de la forma y composición corporal del cuerpo humano, en un momento determinado, y expresada por tres componentes: endomorfía, mesomorfía y ectomorfía, enumerados siempre en este orden. Aun, las evaluaciones de los estados de crecimiento y nutrición se investigaban, fundamentalmente, en relación con curvas de crecimiento. Estos estándares sólo consideraban peso y estatura, a partir de los cuales se infería el grado de retraso, normalidad y adelanto del crecimiento. Además, fueron usados para saber si los niños y adultos eran obesos o estaban desnutridos en relación a su estatura (Toro & Almagía, 1989), (Almagía, 1996a), (Depress, 1997), (Swan & Mc Connell, 1999).

El análisis de los pliegues cutáneos permite estimar el contenido de masa grasa y masa libre de grasa en los diferentes individuos y, consecuentemente, inferir los requerimientos nutricionales (Almagía, 1996a), (Depress, 1997), (Swan & Mc Connell, 1999). El somatotipo refleja los constituyentes del cuerpo y permite determinar su endomorfía, (adiposidad), mesomorfía (desarrollo osteomuscular) y ectomorfía (linealidad).

Aunque resulta obvio que el entrenamiento físico juega un papel fundamental en la consecución del éxito deportivo, la realidad, es que no existen procedimientos capaces de modificar de manera significativa los límites impuestos por la naturaleza (Esparza, 1993). Diversos estudios han demostrado que, a igualdad de condiciones de entrenamiento físico, tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo, los mejores resultados deportivos, corresponden a aquellos sujetos con unas condiciones anatómicas más favorecedoras para la práctica del deporte en cuestión. Las características antropométricas se consideran parte del conjunto de variables biológicas relacionadas con el rendimiento deportivo (Esparza, 1993).

En términos biotipológicos (formas corporales), esta relación entre estructura y función a la que se acaba de hacer referencia, también ha sido demostrada a partir de estudios observacionales, en los que se ha comprobado que atletas de una misma modalidad, con resultados deportivos similares, manifestaban tipos y formas corporales muy semejantes (Zatsiorski, 1989). Por otra parte, el concepto de biotipo debe ser entendido de una forma dinámica, entrenable y modificable, solamente, hasta el límite marcado por la carga genética individual (Zatsiorski, 1989).

Este matiz, que parece restar valor al estudio de la condición anatómica como elemento de ayuda en el ámbito del rendimiento deportivo, no debe ser considerado en un sentido negativo, sino que debe servir para atribuirle el peso real que posee, evitando incurrir en el frecuente error de sobrevalorar su papel en el deporte, o por el contrario, subestimarlo. Hoy día, el estudio de la forma humana constituye una herramienta de gran interés, tanto en la selección precoz de la modalidad deportiva más adecuada para un sujeto de acuerdo con sus cualidades anatómicas, como en el control de la eficacia de un programa de entrenamiento.

Proporcionalidad

El término alude a la relación de unas partes con el todo o de cosas relacionadas entre sí. Se trata de concepto matemático que, aplicado al estudio de la condición física humana, implica la razón o proporción entre los parámetros obtenidos mediante las medidas corporales y engloba, desde una perspectiva diferente, el estudio de la forma y la composición corporal en la valoración del perfil cineantropométrico del individuo.

El análisis de la proporcionalidad es motivo de estudio e investigación en diversos campos del conocimiento humano que abarcan desde la medicina deportiva hasta la pediatría, la antropología, la nutrición o la endocrinología. El conocimiento del perfil de proporcionalidad en los deportistas es importante puesto que de sus proporciones depende en gran medida la capacidad para realizar esfuerzo físico y su rendimiento deportivo, durante el crecimiento, el estudio de la variación que sufren las proporciones corporales aporta información extraordinariamente útil en la estimación del grado de maduración corporal; en el campo de la nutrición y endocrinología, la monitorización de

las proporciones corporales contribuye al diagnóstico y control de determinadas patologías y desórdenes nutricionales.

Existen diversos índices corporales de proporcionalidad:

Los **índices de adiposidad** son: Índice de Quetelet o Índice de Masa Corporal (IMC), índice de Bouchard, índice ponderal, índice cintura-cadera (ICCad).

Los **índices de las extremidades** son: longitud relativa de la extremidad superior (LRES), longitud relativa de la extremidad inferior (LREI), índice intermembral, índice braquial, índice crural.

Los **índices del troco**: índice córmico, índice esquelético o de Manouvrier, índice acromioclavicular, envergadura relativa.

Ross W. y N. C. Wilson (Ross & Wilson, 1974) proponen un método biotipológico, en el cual se presenta un modelo humano metafórico llamado *Unisex Phantom* que se presenta como universal, donde se combinan las características morfológicas de ambos sexos.

Es una clase diferente de modelo, al cual sus creadores Ross y Wilson, describen como "modelo metafórico", con características antropométricas específicas como la estatura de 170,18 cm; el peso de 64,58 kilogramos; el porcentaje de grasa corporal 18,87, perímetros, pliegues cutáneos, diámetros, longitudes y alturas directas y derivadas. Calcula las proporciones de cada determinación corporal, comparándolas con una escala internacional Phantom, que es una referencia arbitraria unisexuada humana no dividida en grupos etarios (Estratagema Phantom).

El uso principal del modelo Phantom es ajustar y escalar las variables antropométricas; Ross y Wilson se basaron en realidad en grandes estudios poblacionales para formular las características antropométricas del Phantom. Los perímetros fueron estipulados a partir de los datos de Wilmore y Behnke (Wilmore & Behnke, 1969). Se asumió que en la población de modelos Phantom cada una de éstas características estaba normalmente distribuida cerca del valor Phantom (μ) con un desvío estándar que fue

elaborado como el coeficiente medio de variación de los valores masculinos y femeninos. En el trabajo presentado en "Evaluación fisiológica del deportista" por Ross y Marfell-Jhones (1991) se puede encontrar una lista completa con las medias Phantom y los desvíos estándar.

El estudio de la proporcionalidad es una de las herramientas más útiles en la detección de talentos deportivos, así como para la correcta elección de entrenamientos que mejoren el gesto deportivo, minimizando el riesgo de lesiones. Para abordar el estudio de la proporcionalidad de un sujeto con el fin de planificar una actividad física concreta, lo primero que hay que hacer es buscar el modelo ideal del individuo y comparar los índices Z de ambos, sujeto y modelo ideal (Cabañas & Esparza, 2009).

Maduración biológica

El estudio del desarrollo de los organismos, y en particular de la especie humana, ha tenido un gran avance en este último siglo. En 1978 William Ross introduce el concepto de *maduración biológica* como área de interés en la Antropología física deportiva (Esparza, 1993).

El tejido óseo comprende el esqueleto, el cual es el marco de soporte permanente del cuerpo y se considera aproximadamente el 97 a 98% de la estatura, el resto es cartílago, primariamente en la forma de discos intervertebrales que separan las vértebras.

El esqueleto también comprende aproximadamente el 15% del peso del recién nacido y aproximadamente el 16 al 17% del peso en adultos menores de 50 años de edad. En adultos mayores, el esqueleto se considera ligeramente con porcentaje menor del peso corporal (quedando \pm un 13 a 14%). En suma el tejido óseo, incluye cartílago, ligamentos y uniones tendinosas, vasos sanguíneos, médula, tejido graso y agua (Malina, 1991), (Cuminsky, 1995).

La maduración esquelética es tal vez el mejor método para la valoración de la edad biológica o estado de madurez. El esqueleto es un indicador ideal de maduración

porque su desarrollo alcanza el periodo de crecimiento completo. Todos los niños comienzan con un esqueleto de cartílago en etapa prenatal.

La práctica de una actividad deportiva intensa desde edades tempranas es un requisito necesario para destacar en el deporte. Los principios del proceso de entrenamiento determinan que el deportista debe realizar una serie de cargas (trabajo), que con el paso del tiempo conducen a una mejora en su rendimiento deportivo (Malina R. , 1994) pero el entrenamiento infantil debe hacerse a niveles bajos e ir aumentando conforme avanza la edad ósea.

A menudo se supone que una actividad física regular, incluyendo el entrenamiento deportivo, es importante para apoyar el crecimiento y la maduración normal. **Algunos han sugerido que el entrenamiento deportivo puede tener una influencia estimulante o aceleradora sobre el crecimiento y la maduración sexual; sin embargo, más frecuentemente, se expresan preocupaciones acerca de las potenciales influencias negativas del entrenamiento intensivo sobre el crecimiento y la maduración** (García de la Rubia, 1998).

Los niños con un desarrollo precoz pueden rendir más que el resto de sus compañeros, en deportes en los que el peso, talla y fuerza son un factor determinante (García de la Rubia, 1998), (Claessen & Malina, 1992), ya que la maduración avanzada facilitará en ambos sexos la competitividad deportiva. Contrariamente, la falta de maduración que se aprecia en las gimnastas que conduce a escaso peso y talla, les hace obtener mejores resultados (Claessen & Malina, 1992), siendo las más retrasadas en su estado madurativo las que obtienen los mejores resultados (Claessen & Malina, 1992).

Estos extremos son los que pueden hacer que padres y entrenadores alberguen esperanzas infundadas sobre el futuro deportivo de algunos niños, o por el contrario, que se subvalore y descarte de los programas deportivos a los niños con un proceso madurativo retardado al comparar sus resultados con los que tienen un mayor desarrollo, aunque sean de su misma edad cronológica. *“El entrenamiento rutinario de baja intensidad estimula el crecimiento en longitud del hueso, pero si los entrenamientos son de alta intensidad, pueden inhibirlo”* (Bale, 1992).

Las preocupaciones acerca de la potencial influencia del entrenamiento deportivo sobre la maduración sexual en jóvenes mujeres, ha sido remarcada en un informe de la Asociación Médica Americana (García de la Rubia, 1998), (Claessen & Malina, 1992) y por la Asociación Dietética Americana, quienes advierten: "Algunos programas de aptitud física pueden ser perjudiciales para los adolescentes si se los somete a ejercicios prolongados, extenuantes y/o a tener muy poca grasa corporal para maximizar sus límites competitivos...estos regímenes pueden retrasar la maduración sexual, disminuir el crecimiento óseo, y finalmente, la estatura..." (Claessen & Malina, 1992).

La edad ósea será la principal herramienta con la que contemos para evaluar el crecimiento y desarrollo del niño deportista (Astrand, 1996), (García de la Rubia, 1998).

Existen diversas metodologías para la determinación de la maduración entre estas encontramos:

- ⊙ Edad de presentación de la menarca
- ⊙ Desarrollo de la dentición
- ⊙ Caracteres sexuales secundarios
- ⊙ **Madurez esquelética o edad ósea** (García de la Rubia, 1998), (Claessen & Malina, 1992).

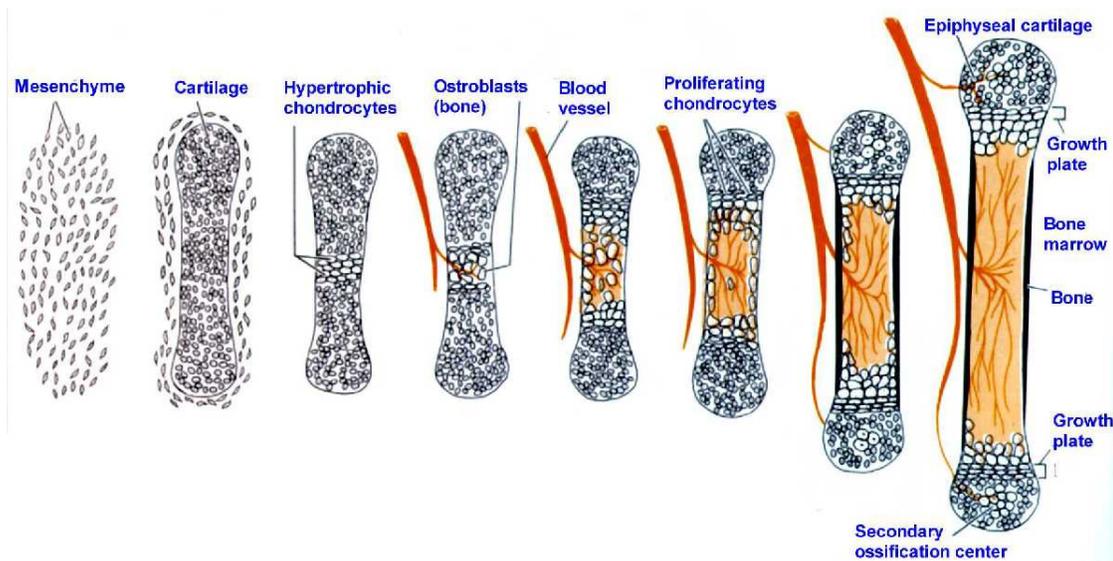


Figura 1. Proceso de osificación.

Proceso de osificación

La maduración ósea se produce en tres fases (García de la Rubia, 1998).

1. Maduración prenatal, con osificación de las diáfisis, cuboides, centros epifisarios del fémur y tibia en la rodilla y cabeza del húmero.
2. Maduración postnatal o de la primera infancia, en la que se produce la osificación de los pequeños huesos del carpo y del tarso, de la bóveda del cráneo y particularmente de las epífisis de los huesos largos.
3. Maduración de la adolescencia, en la que se osifican los cartílagos de crecimiento.

La maduración biológica o edad esquelética.

La edad ósea traduce la maduración del esqueleto a través de las fases de osificación, en una secuencia que permite valorar su adecuada progresión o sus alteraciones en función de todas las influencias que sobre ella han actuado (García de la Rubia, 1998). Constituye el indicador más usado para determinar la **edad fisiológica** (medida útil para definir el estado de desarrollo del sujeto estudiado). A diferencia de la edad cronológica, **la edad ósea se ajusta con mayor precisión a la maduración general, desarrollo sexual, edad de la menarca y además tiene relación directa con el peso y con la talla** (Claessen & Malina, 1992). La maduración biológica se determina al comparar radiografías de la mano izquierda, rodilla o codo con estándares de maduración en una población normal (Malina, Beunen, & Weillens, 1986). Los centros de osificación aparecen en la vida temprana y finalmente las epífisis o las metáfisis se fusionan con sus diáfisis. La edad ósea (índice de la maduración fisiológica) no tiene una clara relación con el inicio de la pubertad en los niños normales; es tan variable como la edad cronológica, sin embargo, es útil para predecir la edad de la menarca y en la pubertad retardada se correlaciona mejor que la edad cronológica con el desarrollo inicial de los caracteres sexuales secundarios. Además, la edad ósea, la talla y la edad cronológica pueden utilizarse para predecir la talla final adulta (García de la Rubia, 1998), (Bale, 1992).

Los cambios morfológicos característicos de cada etapa de crecimiento y desarrollo son factores que condicionan los niveles de capacidad y rendimiento físico que pueden

alcanzarse. Conocer estas características del joven atleta permitirá utilizar la información para el adecuado inicio, seguimiento y dosificación del entrenamiento, además de hacer predicciones sobre una determinada habilidad atlética futura. Por otra parte hay que tener siempre en consideración que las características morfológicas y de maduración, están programadas genéticamente e influenciadas por factores medioambientales (Gallagher, Finison, & Guyer, 1984), (Malina, Beunen, & Weillens, 1986), El crecimiento y desarrollo son un proceso morfo-fisiológico complejo en el que influyen numerosos factores. Sin embargo, debido a la complejidad del mismo, el ejercicio físico intenso durante estos periodos de la niñez y juventud puede tener efectos negativos, si se realiza sin el debido control de los especialistas (Gallagher, Finison, & Guyer, 1984).

Anteriormente los dos métodos más comúnmente empleados para evaluar la maduración del esqueleto: Greulich y Pyle (Greulich & Pyle, 1959) y el de Tanner y cols., TW3 (Tanner, Healy, Goldstein, & Cameron, 2001).

El crecimiento y la maduración del esqueleto dependen de la interacción entre la carga genética y el medio ambiente. Las secuencias las tasas de osificación y la madurez femenina más avanzada, son reguladas genéticamente; sin embargo, son las condiciones ambientales las que marcan hasta cierto punto la posibilidad de alcanzar determinado potencial de crecimiento y maduración esquelética (Claessen & Malina, 1992), (Malina, 1991), (Greulich & Pyle, 1959).

Métodos de evaluación de la edad esquelética

La aceptación de la estimación del desarrollo esquelético a través de mano y muñeca se debió fundamentalmente a que durante los años de la educación elemental, alrededor de los 6-12 años, la tasa de cambios que tiene lugar en los huesos del carpo es muy rápida (Mafulli, 1989).

La elaboración de las escalas para los diversos métodos se basa en los cambios morfológicos que ocurren a lo largo del proceso de maduración.

En el método desarrollado por Tanner y cols., (Tanner, Whitehouse & Healy TW1, 1962), (Tanner, Whitehouse, Cameron, & Marshall, 1983) todos los individuos seleccionados pertenecían a un nivel socioeconómico medio de la población británica para el periodo de los años 50. Se obtuvieron aproximadamente 2 200 radiografías de estudios transversales (3-16 años) y otras 5 500 radiografías de 500 niños, quienes integran el estudio longitudinal mixto (1-21 años). Los datos para el TW3 se recolectaron a partir de cinco muestras: el Centro Internacional de la Infancia, el Estudio de crecimiento Harpenden, el Estudio de Salud Infantil de Oxford y dos series provenientes de diversas escuelas. La información fue recopilada en el periodo de 1950 a 1970 e incluye poblaciones no británicas (India, Japón, Argentina) con lo que se pretende convertir estas normas como internacionales o mundiales (Peña, 1992).

Muchos autores de gran prestigio en el campo del entrenamiento deportivo, como Bompa (1987) defienden la importancia de descubrir a una edad temprana a los individuos más capacitados para una especialidad deportiva, seleccionarlos, y llevar a cabo un proceso continuo de seguimiento, con el fin de facilitar la consecución del nivel más elevado de dominio de su deporte. Es recomendable poner en marcha estudios que permitan desarrollar tablas antropométricas de referencia, específicas para cada uno de los deportes, que faciliten tanto el proceso de detección de jóvenes con condiciones anatómicas altamente favorables para desarrollar sus habilidades deportivas, como la estandarización de la evaluación objetiva de estos jugadores, a lo largo del periodo formativo.

El momento o edad de iniciación deportiva ha sido analizado ampliamente por distintos autores que generalmente están ligados al campo de la educación física o el entrenamiento infantil. En sus conclusiones hallamos buenos criterios de análisis en defensa del bienestar del niño o joven que va a realizar alguna actividad física o deportiva. Desde el punto de vista médico, se debe considerar que los juegos y deportes varían en sus características e intensidades de acuerdo con el crecimiento del niño, su desarrollo y maduración (Zurlo, 2003).

Lograr la participación de los niños en diversas actividades deportivas es más beneficioso que exponerlos prematuramente a aprender una destreza particular o

especializada en un deporte antes de que estén totalmente desarrollados. La especialización temprana puede, en efecto, llevar al fracaso y desalentar la participación futura.

El objetivo es que el niño juegue, se divierta y adopte al deporte como parte integrante de la estructura de su personalidad, la estimulación adecuada de las actividades motoras debe comenzar lo más tempranamente posible. Es de fundamental importancia que el niño tenga, en todas las etapas, los elementos necesarios para que pueda integrar al movimiento como parte de su personalidad.

De ser posible se debe evitar la incorporación precoz en los deportes competitivos, porque el niño no está preparado evolutivamente ni psicológicamente para competir en forma aislada o en equipo. Al mismo tiempo, se debe canalizar la competencia natural como elemento educativo y no para que vea en el “otro” a un rival.

Para la detección de talento en la actividad deportiva es de gran utilidad el conocer los niveles de desarrollo del atleta y tener la posibilidad de compararlo con el promedio del grupo al cual pertenece. Esto permite organizar los distintos niveles de entrenamiento y las competencias de manera individual.

Según Kaprio y col., (1995), se comprobó que el 37% de la variancia en la edad de aparición de la menarquía era atribuible a factores genéticos aditivos. La correlación entre los efectos genéticos aditivos en la edad de aparición de la menarquía y el índice de masa corporal fue de 0,57 lo que indica una proporción considerable de efectos genéticos.

Dado que el entrenamiento antes de la pubertad puede alterar la función hipotalámico-hipofisaria, se ha considerado que el momento del inicio del entrenamiento atlético es un factor que influye sobre el retraso de la menarquía. Las atletas femeninas que inician su entrenamiento intensivo en edades tempranas presentan frecuentemente un retraso de la menarquía (Bullen, 1981). Según Dusek (2001), se ha descrito un retraso significativo de la menarquía en atletas croatas que iniciaron las actividades físicas antes del comienzo de la menstruación (13,8 frente a 12,6 años).

También se ha recurrido a la composición corporal para explicar el retraso de la menstruación y las irregularidades de los ciclos menstruales en atletas de elite. Aún sin el respaldo de los criterios actuales, (Panaglota, 2006), (Frish, Gotz-Welbergen, & McArthur, 1981), formularon la teoría de una asociación entre la regularidad menstrual y el nivel de grasa corporal, dando a entender que un nivel mínimo del 17% de grasa corporal es crucial para el inicio de la menstruación y el mantenimiento de un ciclo normal. Datos epidemiológicos recientes han demostrado que la edad en el momento de la menarquía era significativamente más tardía ($p < 0,001$) en atletas que en controles (13,4 frente a 13,0 años, respectivamente), y que difería entre los grupos deportivos, correspondiendo el mayor retraso a las atletas participantes en deportes relacionados con la “delgadez” (Torsveit & Sundgot-Borgen, 2005).

También se ha formulado la hipótesis de que cuando la pubertad es interrumpida transitoriamente por el entrenamiento físico, la edad de maduración esquelética se estanca frecuentemente a medida que el crecimiento se retrasa y los esteroides gonadales descienden hasta niveles bajos (Theintz, 1994). Desafortunadamente, sólo un número muy limitado de estudios ha proporcionado alguna información sobre la tasa de excreción de esteroides gonadales y/o suprarrenales en niñas peri puberales activas. Malina y col., (1986), demostraron que la actividad de los ejes hipofisario-suprarrenal e hipofisario-gonadal podría depender de la naturaleza de la actividad.

Entrenamiento atlético durante la adolescencia

A medida que mayor número de niñas llega a participar en un entrenamiento atlético intensivo a una edad temprana, los problemas de salud que se centran en la tríada atlética femenina se han convertido en una preocupación.

La Antropología Física forma parte de la Ciencias del Deporte, siendo la disciplina que describe y cuantifica las características físicas de los deportistas. En la valoración funcional del atleta se incluye el estudio del perfil cineantropométrico por ser uno de los factores que influyen en el éxito deportivo, tanto desde el punto de vista fisiológico como biomecánico.

El estudio de la actividad deportiva de alto nivel competitivo en México, es limitado y aún más desde la perspectiva de la Antropología física, y muy poco se conoce acerca del comportamiento de las características morfológica de quienes desarrollan estas actividades.

La utilidad de la cineantropometría dentro del deporte reside en que posibilita la valoración de las características morfológicas, así como su control durante el período de entrenamiento. También se aplica en la detección de talentos deportivos, en el estudio de crecimiento y maduración de los atletas más jóvenes y en el seguimiento de los deportistas sometidos a regímenes dietéticos especiales.

Varios estudios reflejan adelantos de maduración ósea en varones deportistas en relación a su edad cronológica (Astrand, 1996), (Malina, Beunen , & Weillens, 1986), (Gallagher, Finison, & Guyer, 1984), en tanto que en chicas son frecuentes los retrasos de la maduración ósea en relación a la edad cronológica (Méndez, 1981), así el retraso de la menarca en niñas que realizan una actividad deportiva intensa es un hallazgo frecuente (Cumming & Garantt, 1992); (Malina, R., 1982); (Lapieza & Nuviala, 1993), (Calderone & Leglise, 1986), aunque se ha encontrado que hay una posible relación de la aparición de la menarquía con el porcentaje de la grasa corporal de la niñas (Calderone & Leglise, 1990), (Jost-Relyveld & Sempe, 1982), (Warren, 1980) y con el tiempo de entrenamiento de alta intensidad antes de la menarquía (Bullen, 1981).

El grupo que tiene la ventaja de un desarrollo temprano, en muchas ocasiones no logra mejorar posteriormente su rendimiento deportivo (los especialistas en medicina del deporte escolar los denominan “estrellas fugaces”). Consecuentemente, la información sobre la maduración biológica tiene gran valor en el sistema escolar y en la práctica de deportes, en los cuales los niños deberían separarse más bien en grupos y que la edad cronológica no sea el único elemento determinante sino, que considérese además la edad de maduración calculada a base a la edad ósea (Patel, 2001).

La evaluación de la maduración esquelética es vista como un componente importante en los estudios epidemiológicos de salud y nutrición (Tanner, Whitehouse, Cameron, & Marshall, 1983); (Roche & Roberts, 1975^a) (Roche & Chumlea, 1988). La estimación del

nivel de maduración esquelética contribuye al diagnóstico del estado físico de los niños debido a que se encuentra estrechamente relacionada con el crecimiento y las medidas fisiológicas más que la edad cronológica. Además, la maduración esquelética está asociada con otros indicadores, particularmente durante la pubertad (Malina & Waneen, 1978), (Roche & Chumlea, 1988), señalan además que el nivel de madurez esquelética y la predicción de la estatura adulta deben tomarse en cuenta durante los programas de intervención nutricional, cuyos efectos son generalmente medidos sólo en términos de crecimiento en estatura. Un motivo de preocupación es, sí el incremento observado en estatura está o no asociado con una aceleración en maduración. La principal preocupación radica en que una aceleración en maduración puede resultar en una reducción del potencial de crecimiento.

Clavados

La conformación de las características corporales por medio de la actividad deportiva dependerá de la edad en que se inicie la práctica de la misma y sin embargo, cabe mencionar, que no todos los deportes deben tener una edad de inicio en común, ya que existe una variación muy grande entre las cargas de trabajo de un deporte a otro; así, la edad en que se inicie la práctica repercutirá categóricamente en la transformación del cuerpo y dará particularidades morfológicas a los individuos que desempeñen alguna actividad deportiva, desde luego con cierta intensidad y por largos períodos (Heath & Carter, 1990).

Los clavados han sido a lo largo de la historia deportiva de México, un muy importante semillero de talento cuya competitividad ha logrado situarse en las más altas posiciones de las diversas competencias internacionales en las que se destacan todo tipo de medallistas mexicanos en Juegos Olímpicos, Campeonatos Mundiales, Copas del Mundo, Juegos Panamericanos, Juegos Universitarios, Juegos Centroamericanos, Grand Prix de Clavados, etc.

A nivel nacional existe una carencia de investigaciones sobre deportistas, pero esta es más notable en clavadistas de alto rendimiento. Los excelentes resultados de los clavadistas mexicanos a escala mundial y olímpica nos obligan a realizar

investigaciones científicas serias que ayuden a lograr un mejor entrenamiento y la optimización de los resultados deportivos.

Como se ha anotado anteriormente en nuestro país, clavados es uno de los deportes que más medallas olímpicas ha obtenido.

Lo cual permite elaborar tablas antropométricas de referencia, específicas para el control biomédico de los atletas de este deporte.

El caracterizar cineantropométricamente al clavadista de alto rendimiento, es importante para la selección de talentos. Dada la importancia que se da a los clavadistas en países como: China, Rusia, Estados Unidos de Norteamérica, Alemania, no existe investigación cineantropométrica publicada durante un macrociclo de entrenamiento deportivo en el mundo. Pero seguramente los países antes mencionados si han realizado este estudio.

Historia de los clavados

Las competencias de saltos se remontan a la antigua Grecia. Se realizaban lanzándose al mar desde las costas del Peloponeso y de las islas Eólicas. Los cretenses también nos dejaron vestigios de que se realizaban competencias de saltos en el mar.

Existen imágenes que nos muestran de qué manera se realizaban algunos saltos en la antigüedad. Los Juegos Olímpicos acogieron por primera vez a los saltos de trampolín como disciplina en 1904. Fue en San Luís (E.U.) y sólo participaron varones y con dos tipos de saltos: *normales* y *variedad*. Las damas tuvieron que esperar hasta los Juegos Olímpicos de Estocolmo en 1912. Los saltos de trampolín se empezaron a desarrollar como resultado del avance de la gimnasia en la Europa del siglo XIX; en la copa del Mundo de 1995 debutaron oficialmente los saltos sincronizados (dos clavadistas saltan simultáneamente el mismo tipo de clavado) y en Sídney 2000 se estrenaron como disciplina olímpica en ambos sexos.

Definición. El clavado o salto consiste en realizar ejecuciones en el aire y caer al agua de forma vertical posibilitando que los jueces puedan hacer una evaluación del salto en una escala de 0 a 10 puntos (O'Brien, 1996).

Un buen alineamiento del cuerpo es la base de un buen trabajo en el trampolín, la salida, la ejecución y la entrada. El alineamiento del cuerpo envuelve desde el área de la cadera hasta la cabeza y la posición de las partes del cuerpo para crear una línea estirada. Cuando el clavadista logra una línea del cuerpo correcta, no solamente es más estable, balanceado y estético sino que brinca y da vueltas más eficientemente (O'Brien, 1996).

En estos lanzamientos se viven momentos efímeros pero de gran belleza que exigen, alto grado de precisión y solamente se consiguen con una férrea disciplina, muchas horas de entrenamiento y el arrojo necesario para lanzarse a un vacío de 10 metros. Una de las características principales que tiene este deporte es que los atletas deben empezar la práctica en edad temprana. La disciplina de clavados es considerada como un arte entre los diferentes deportes que se practican en todo el mundo.

En los Juegos Olímpicos, cada competencia individual de clavados efectúa una ronda eliminatoria, una semifinal y una final; los eventos sincronizados sólo se efectúan en finales. En los saltos sincronizados (saltan dos clavadistas y realizan sincrónicamente el mismo clavado) se tendrá en cuenta, que ambos clavadistas tengan una elevación, coordinación de los movimientos y ángulos de entrada en el agua lo más parecida posible.

Para tener derecho a competir en las olimpiadas, los jueces solicitan al atleta que debe enviar su "*Programa de clavados*" por escrito no menos de 24 horas antes de la fecha de competencia con 4 copias del programa completo de los clavados que él (o la clavadista) ejecutará. Los saltos deberán ser realizados en el mismo orden en que aparezcan enlistados.

Desde 1996 en los Juegos Olímpicos de Atlanta, China tuvo el reinado supremo, seguido por Estados Unidos; el mejor atleta Greg Louganis de Estados Unidos,

originario de Grecia, ganó dos medallas de oro Olímpicas en plataforma y trampolín en 1984 y otra vez en 1988. Louganis fue el primer clavadista en tener un puntaje perfecto de 10 por todos los 7 jueces en el evento de plataforma. Actualmente, los atletas chinos y rusos son líderes en la disciplina.

Klaus Dibiasi de Italia está considerado como uno de los más grandes clavadistas en la historia de clavados. Participó en cuatro juegos olímpicos sucesivos (1964-1976) y ganó 3 medallas de oro (68, 72, y 76) y una de plata (64's) en plataforma de 10 metros, así como también una de plata en el trampolín de 3 metros (68). También ganó 4 medallas en un Campeonato Mundial de la FINA¹, llegó a ser primer lugar dos veces en la plataforma (1973,1975) y segundo lugar en el trampolín (1973, 1975). Su record logrado está en el libro *Guinnes* de récord olímpicos, por ser el primer clavadista ganador de 3 medallas de oro en 3 diferentes olimpiadas.

Los clavadistas mexicanos ganadores de medallas olímpicas han sido 8, entre ellos tenemos a Joaquín Capilla ganador de 4 medallas: una de oro, una de plata y dos de bronce, Juan Botella obtuvo una medalla de bronce, Álvaro Gaxiola una medalla de plata, Carlos Girón una medalla de plata, Jesús Mena una medalla de bronce, Fernando Platas una medalla de plata. Recientemente Paola Espinoza y Tatiana Ortíz una medalla de bronce. Lo que suma 10 medallas: 1 medalla de oro, 4 de plata y 5 de bronce.

Con el objetivo de comparar algunas características cineantropométricas de clavadistas juveniles de alto rendimiento de México y otros países se muestra lo siguiente:

Del Olmo presentó en 1990 una investigación en atletas del Centro Deportivo Olímpico Mexicano, Instituto Mexicano del Seguro Social y la Universidad Nacional Autónoma de México con respecto a las horas empleadas para el entrenamiento y edad de inicio en el deporte (Tabla 1 y 2) (del Olmo, 1990).

¹ Federación Internacional de Natación (en francés, *Fédération Internationale de Natation*, FINA) es la organización internacional que se dedica a regular las normas de la natación a nivel competitivo, así como de celebrar periódicamente competiciones y eventos.

Tabla 1. Tiempo de entrenamiento en clavadistas según Del Olmo, 1990.

Deporte	Días de entrenamiento	Horas al día, aproximadamente	Horas a la semana, aproximadamente
Clavados	lunes a sábado	2.5	15

Tabla 2. Edad cronológica y de inicio en clavadistas de elite según Del Olmo, 1990.

Deporte	Edad cronológica		Años que lleva practicando el deporte		Edad aproximada en que comenzó a practicar el deporte	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
Clavados	18.7	23.6	4	10	12.6	14.7

Pocas han sido las investigaciones publicadas sobre clavadistas de elite realizadas en el mundo. Así tenemos la investigación de T. Khosla (Khosla, 1984) del Reino Unido quien investigó algunas dimensiones básicas en 40 mujeres clavadistas del grupo participante en los Juegos Olímpicos de Montreal en 1976 y México 1968 (ver tabla 3).

El grupo de clavadistas estudiados, no fueron diferenciados por olimpiada sino descritos de forma grupal. De la misma manera se muestra a las clavadistas femeninas de trampolín y plataforma de 20 años de edad quienes T. Khosla las dividió en dos grupos: no finalistas n=26 (NF) y finalistas n=14 (F).

Tabla 3. Dimensiones básicas de clavadistas en dos eventos Olímpicos según Khosla, 1984.

Grupo total de clavadistas de dos eventos Olímpicos de clavados (México 1968 y Montreal, 1976)								
		Edad, años			Talla, cm.		Masa corporal, kg.	
		N	Promedio	DS	Promedio	DS	Promedio	DS
Mujeres Clavadistas de trampolín y plataforma	NF	26	20.1	3.3	161.9*	5.2	56.0*	4.8
	F	14	20.9	2.8	165.5*	4.3	53.6*	2.1

En la tabla 4 se muestra algunas características físicas de 40 atletas (clavadistas y gimnastas) de las Olimpiadas Junior, realizadas en Lincoln, Nebraska durante agosto

de 1978 y 1979; sus dimensiones fueron agrupadas por el autor debido según describe a su parecido físico (Thorland & Jhonson, 1981).

Tabla 4. Dimensiones básicas de clavadistas y gimnastas* en Olimpiadas Junior según, Thorland, 1981.

Género	N	Edad (años)	Talla (cm)	Masa corporal (kg)
Femenino	28	15.2 ± 1.5	157.5 ± 7.0	49,0 ± 6.6
Masculino	12	16.9 ± 1.2	167.1 ± 7.8	60.2 ± 11.2

*Fueron publicadas las dimensiones juntas.

En la tabla 5 se muestra la antropometría de 54 clavadistas de elite reportados por Carter (1982a, 1984a), Basados en datos de las delegaciones, durante los Juegos Olímpicos de Montreal.

Tabla 5. Dimensiones básicas de clavadistas de los Juegos Olímpicos de Montreal según Carter, 1982^a, 1984^b.

Género	n	Talla (cm)	Masa corporal (kg)
Femenino	26	163.2	53.0
Masculino	28	171.5	66.0

En la tabla 6 se muestran algunas características antropométricas reportadas por Carter y cols., en un total de 82 clavadistas de elite quienes compitieron en el Campeonato Mundial de Natación 1991, en Perth, Australia (Carter, Ackland, Mazza, & Ross, 1994).

Tabla 6. Dimensiones básicas de clavadistas del Campeonato Mundial de Natación en Perth, Australia según Carter y cols., 1994.

Género	N	Edad	Talla	Masa corporal	Talla sentado
Femenino	39	20.9	161.2	53.7	86.3
Masculino	43	22.2	170.9	66.7	90.3

De los datos obtenidos de las delegaciones de los Juegos Olímpicos de Montreal se concluyó que las mujeres clavadistas fueron más bajas de talla y delgadas que las nadadoras. Caso similar en los clavadistas masculinos, quienes fueron más bajos de estatura y delgados que los nadadores y jugadores de wáter polo. De Garay y cols., (de Garay, Levine, & Carter, 1974), mostraron una tendencia similar con los atletas acuáticos en los Juegos Olímpicos de México en 1968, con clavadistas con características como estatura y masa corporal más estrechamente ligadas a gimnastas que con nadadores o jugadores de wáter polo (Carter, Ackland, Mazza, & Ross, 1994).

Durante la reunión llevada a cabo en enero de 1991 en Perth, Western Australia, de la Federación Internacional de Natación Amateur (FINA) y el Campeonato Mundial de Natación (clavados, nado sincronizado y wáter polo), un equipo internacional de antropólogos emprendió investigaciones en atletas acuáticos de elite. Este proyecto es nombrado KASP por sus siglas en inglés (Kinanthropometric Aquatic Sports Project). En este estudio se comparó un grupo sobresaliente de clavadistas que figuraban entre los 10 primeros lugares de actuación en algún evento de primera, segunda o tercera categoría y otros competidores que no alcanzaron primeros lugares (grupo restante).

El análisis de la investigación mostró (Carter, Ackland, Mazza, & Ross, 1994) que las competidoras (clavadistas) del Campeonato Mundial de Natación se dividieron en: sobresalientes=20 y restantes=19; se reportaron valores pequeños en circunferencia de cabeza y longitud de antebrazo estos fueron las únicas diferencias entre los sobresalientes y el resto. De manera similar con los clavadistas masculinos (sobresalientes n=19), tuvieron valores más pequeños en la circunferencia de cabeza que el resto (n=24).

El somatotipo promedio encontrado en el Campeonato Mundial de Natación en Perth, Western Australia en enero de 1991; para las mujeres clavadistas (n=39) fue: **3.0-4.0-3.0**; esto es un somatotipo con mesomorfía ligeramente más alta que la endomorfía y ectomorfía. No se reportó diferencias somatotípicas entre los sobresalientes y el resto.

El somatotipo promedio para los clavadistas hombres (n=43) fue: **2.0-5½-2½** esto es mesomorfo balanceado con mesomorfía mucho más ligera que endomorfía y

ectomorfa. No se reportó diferencias somatotípicas entre los sobresalientes y el resto. Los medallistas tenían promedio de somatotipos: femeninos **2.7-4.0-2.9** y masculinos **2.4-5.3-2.4**; el rango en hombres fue de **3-7½-1½** (izquierda arriba) para un **1½-4½-3** (derecha abajo) en la somatocarta (Carter, Ackland, Mazza, & Ross, 1994).

Cuando los clavadistas presentados fueron comparados con los estudios previos de las Olimpiadas (Carter, 1984b) ellos fueron somatotípicamente similares. Pero hay una extensión amplia de somatotipos en este estudio hacia la derecha y hacia la izquierda en comparación con las distribuciones Olímpicas previas (Carter, Ackland, Mazza, & Ross, 1994).

Dentro de los estudios de somatotipo se han utilizado las ecuaciones de Heath y Carter (1990); en clavadistas de elite y el que se realizó en las Olimpiadas de la Ciudad de México (de Garay, Levine, & Carter, 1974), y en las Olimpiadas de Montreal en 1976 (Carter, 1982b), por el pequeño número de clavadistas fueron considerados juntos (Carter, 1984b). El somatotipo antropométrico (con talla corregida endomórfica) para mujeres fue **3.1-4.1-2.9** y para hombres **1.9-5.5-2.7**. Las clavadistas mujeres fueron principalmente somatotipos centrales; los clavadistas hombres registraron mesomórficos balanceados y ecto-mesomórficos (Carter, Ackland, Mazza, & Ross, 1994).

En la tabla 7 se muestran los somatotipos de clavadistas según estudios realizados por Thorland en el Campeonato Nacional celebrado en Lincoln, Nebraska durante agosto de 1978-1979 (Thorland & Jhonson, 1981).

Tabla 7. Somatotipo de clavadistas de Olimpiadas Junior por evento según, Thorland, 1981.

Sexo	N	Endomorfía	Mesomorfía	Ectomorfía
M	12	2.3 ± 0.6	5.0 ± 1.0	3.2 ± 1.0
F	28	2.7 ± 0.8	3.8 ± 1.0	3.3 ± 1.0

La tabla 8 hace referencia a los somatotipos reportados por Del Olmo en 1990 quien realizó el estudio en un grupo seleccionado de alto rendimiento de la Universidad

Nacional Autónoma de México, Centro Deportivo Olímpico Mexicano e Instituto Mexicano del Seguro Social (del Olmo, 1990).

Tabla 8. Somatotipos promedio de clavadistas según Del Olmo, 1990.

Deporte	Endomorfia	Mesomorfia	Ectomorfia
Clavados	2.00324	4.91825	1.92638

HIPÓTESIS

Existen cambios cineantropométricos significativos en la selección juvenil mexicana de clavados durante las etapas de un macrociclo² de entrenamiento deportivo.

OBJETIVOS

Objetivo general:

- Caracterizar cineantropométricamente a la selección juvenil mexicana de clavados en cada etapa del macrociclo de entrenamiento deportivo.

Objetivos específicos:

1. Determinar la masa corporal, talla y talla sentado en la selección juvenil mexicana de clavados en cada etapa del macrociclo de entrenamiento deportivo.
2. Determinar la composición corporal (5 componentes de Kerr y Ross, utilizando el programa elaborado por el Dr. Francis Holway) en la selección juvenil mexicana de clavados en cada etapa del macrociclo de entrenamiento deportivo.
3. Determinar el somatotipo según la metodología descrita por Heath-Carter (Carter, 1980), en la selección juvenil mexicana de clavados en cada etapa del macrociclo de entrenamiento deportivo.
4. Determinar la proporcionalidad empleando la estrategia propuesta por William Ross (Ross, 1985) en la selección juvenil mexicana de clavados en cada etapa del macrociclo de entrenamiento deportivo.
5. Determinar la maduración esquelética utilizando el método de Tanner-Whitehouse 3 (Tanner, Healy, Goldstein, & Cameron, 2001), en la selección infantil y juvenil mexicana de clavados.

Tipo de estudio

Se realizó una investigación observacional, descriptiva y longitudinal en el grupo juvenil de clavadistas de alto rendimiento durante el macrociclo de entrenamiento deportivo.

² No hay estudios publicados de cineantropometría en clavadistas de elite, en los cuales se considere el macrociclo de entrenamiento deportivo; por lo que nos pareció interesante considerarlo.

Macro ciclo: es la planificación metodológica de la carga de trabajo físico de un deportista y está dividida en ciclos: etapa general, especial y competitiva; por su duración puede ser cuatrimestral, semestral o anual, esto en función del deporte en cuestión, nivel de rendimiento del atleta, número de competencias a realizar, etcétera (<http://www.sportsciences.com/noticias/Sport-Sciences/8582.html>).

Así como transversal en el grupo infantil y juvenil de clavadistas de alto rendimiento para la determinación de la Maduración biológica (se hace referencia en “Muestra”). Para el procesamiento de la información hemos utilizados estadística descriptiva con media, desviación estándar, máximo y mínimo para todos los grupos de variables estudiadas. La duración del estudio fue 1 año, tiempo que duró el macrociclo de entrenamiento deportivo.

Variables estudiadas

1. Edad cronológica
2. Edad deportiva
3. Sexo
4. Masa Corporal®
5. Estatura
6. Talla sentado
7. Tríceps®
8. Subescapular®
9. Bíceps®
10. Cresta Ilíaca®
11. Supraespinal®
12. Abdominal®
13. Muslo Frontal® d/e-a/b/c
14. Pantorrilla Medial®
15. Cabeza
16. Cuello
17. Brazo (relajado)®
18. Brazo (flex. & en tensión)®
19. Antebrazo (máximo)
20. Muñeca (estiloideo distal)
21. Tórax (mesoesternal)
22. Cintura (mínima)®
23. Caderas (máximo)®
24. Muslo (1 cm glúteo)
25. Muslo(troch-tib-latmedio)

26. Pantorrilla (máximo)®
27. Tobillo (mínimo)
28. Acromiale-radiale
29. Radiale-styilion
30. Midstyliion-dactyliion
31. Altura Iliospinale
32. Altura Trochanteria
33. Troch-tibialelaterale
34. Altura Tibialelaterale
35. Tibmed-sphyriontibiale
36. Biacromial
37. Billiocristal
38. Longitud Pié
39. Tórax transverso
40. Tórax A-P
41. Humeral®
42. Femoral®
43. Edad ósea RUS (método Tanner-Whitehouse 3)
44. Edad ósea Carpo (método Tanner-Whitehouse 3)
45. Etapas del macrociclo de entrenamiento (general, especial y competitiva)

MÉTODO

Con el propósito de conseguir uniformidad en el estudio de la cineantropometría y estandarización de su terminología, en este trabajo la metodología seguida es la utilizada por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK por sus siglas en inglés).

En la medición antropométrica se sigue un perfil y metodología estándares y para realizar estas medidas se requiere material, equipo especial (anexo 4) y localizar una serie de puntos anatómicos que se basan en los descritos por Ross y Marfell-Jhones (1993); las medidas tomadas fueron: masa corporal, talla, talla sentado, 9 longitudes, 13 perímetros, 6 diámetros y 8 pliegues cutáneos (anexo 2).

Para llevar a cabo las mediciones antropométricas se contó con el apoyo de una antropóloga física y dos médicos especialistas en medicina del deporte, todos con certificación ISAK nivel II.

Se estudiaron 13 clavadistas pertenecientes a la selección juvenil mexicana de clavados, 9 femeninos y 4 masculinos con edades entre 14-17 años de edad cronológica; a los cuales se les realizaron 39 mediciones según perfil completo en la proforma ISAK (anexo 2). El material y equipo utilizado para las mediciones, se especifica en el anexo 3. Con el objeto de recabar datos de la edad deportiva se realizó interrogatorio directo y se calculó edad decimalizada. Es importante mencionar que para el estudio de la *maduración biológica* además de la selección juvenil mexicana de clavados, se agregaron los integrantes de la selección infantil mexicana de clavados formada por 12 clavadistas: 5 femeninos y 7 masculinos entre 10 y 13 años de edad; formando una muestra total de 25 clavadistas: 14 femeninos y 11 masculino.

Composición corporal

En la determinación de la composición corporal utilizamos el método antropométrico de los 5 componentes de Kerr y Ross el cual nos permite obtener las proporciones, en kilogramos y en porcentaje, de los 5 componentes corporales: piel, hueso, grasa, músculo y vísceras, utilizando el programa elaborado por el Dr. Francisco Holway en dicho programa se capturan 25 datos, **básicos**: masa corporal, talla, talla sentado;

diámetros: biacromial, tórax transverso, tórax anteroposterior, bi-iliocrestídeo, humeral, femoral; **perímetros:** cabeza, brazo relajado, brazo flexionado en tensión, antebrazo, tórax mesoesternal, cintura, cadera, muslo superior, muslo medial, pantorrilla, **pliegues cutáneos:** tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo, pantorrilla y obtenemos los resultados ya mencionados.

Somatotipo

En el estudio del Somatotipo se utilizó el método antropométrico de Heath y Carter (Carter 1975), que es la descripción numérica de la configuración morfológica de un individuo en el momento de ser estudiado. Se expresa en una escala de valores, mediante tres numerales consecutivos que representan, cada uno, la valoración de los componentes endomorfo, edomorfo y ectomorfo.

a) Componente endomórfico

Se refiere a la adiposidad relativa del cuerpo y se calcula a partir del pliegue tricípital como representante de la grasa periférica y los pliegues subescapular y suprailiaco como indicadores de la grasa central.

Cálculo del primer componente (endomorfía). La fórmula es:

$$\text{ENDOMORFIA} = -0.7182 + 0.1451 (x) - 0.00068 (x^2) + 0.0000014 (x^3)$$

Dónde: X = suma de los pliegues cutáneos de tríceps, subescapular y supra espinal en mm.

b) Componente mesomórfico

Hace referencia a la robustez músculo esquelética relativa y se obtiene por medio de una ecuación.

Cálculo del segundo componente (mesomorfia). La fórmula es:

$$\text{MESO} = 0.858 (H) + 0.601 (F) + 0.188 (B) + 0.161 (P) - 0.131 (E) + 4.5$$

Dónde: H = Diámetro bi epicondiliano del húmero (cm)

F = Diámetro bi epicondiliano del fémur (cm)

B = Perímetro corregido del brazo (cm)

P = Perímetro corregido de la pierna (cm)

E = Estatura del individuo estudiado (cm)

c) Componente ectomórfico

Es el componente de linealidad relativa y se obtiene a través del Índice Ponderal (R.P.I. por sus siglas en inglés raíz cúbica de su peso).

Calculo del tercer componente (ectomorfía). Este cálculo se realiza a través del conocido Índice Ponderal (IP). Concretamente, se obtiene a partir del valor recíproco del Índice Ponderal, relacionando estatura y peso de un mismo sujeto (se divide la estatura en centímetros por la raíz cúbica del peso en kilogramos).

La fórmula correspondiente es:

$$IP = \text{ESTATURA (E) (cm)} / \sqrt[3]{\text{PESO (Kg)}}$$

Si el Índice ponderal resultante es > 40.75 , ectomorfía = (Índice Ponderal x 0.732) - 28.58

Si el Índice Ponderal es < 40.75 , ectomorfía = (Índice Ponderal x 0.463) - 17.63 y si es ≤ 38.28 la ectomorfía es =0.1

Proporcionalidad

Para determinar la proporcionalidad de los clavadistas se optó por la proporcionalidad modificada, es decir tomando el Phantom del grupo.

Al hablar del modelo Phantom como “patrón”, no se pretende establecer este modelo como ideal de normalidad o prototipo de medidas humanas, sino, al igual que el metro es la unidad de longitud o el segundo es la unidad de tiempo , los valores del modelo Phantom para cada variable antropométrica representan la “unidad” de medida en proporcionalidad humana de esta forma, y ahí radica su potencia, serán estadísticamente compatibles todos los trabajos que utilicen el modelo Phantom como patrón respecto al cual hacer referencia los datos y resultados. Es decir, al usar este modelo como referencia se consigue que los resultados sean generalizables.

La función básica del modelo Phantom es servir como patrón de medida para la comparación entre distintas muestras. Desde esta perspectiva, el método Phantom se usa para establecer modelos de referencia de las distintas diferencias humanas entre grupos, entre individuos o entre un individuo y una muestra. Así, por ejemplo, se puede

determinar las diferencias entre un atleta y el modelo ideal o prototipo de un deporte concreto.

Maduración biológica

Para determinar la edad biológica, se les tomó una radiografía de la mano izquierda, a cada clavadista. En esta prueba se incluyó el grupo infantil ampliándose la muestra.

Para el estudio de **maduración esquelética o edad ósea** se utilizó el método de Tanner-Whitehouse 3. Se contó con el apoyo del Hospital Pediátrico Legaria, dependiente de la Secretaría de Salud del Gobierno del Distrito Federal. Previamente al estudio, se le explicó con detalle al personal del servicio de Radiología sobre la metodología del método TW3, además de supervisar personalmente dicha técnica en cada radiografía y valorar la buena calidad radiográfica en cada una para posteriormente aplicar el método TW3.

El tamaño adecuado para la radiografía de mano y muñeca es de 8 x 10 pulgadas³ y fue tomada en mano y muñeca izquierda y según las recomendaciones de Tanner y col. en posición postero-anterior, a una distancia de 76 centímetros de la placa, los dedos deben estar extendidos, con el dedo medio en línea recta con el brazo y el antebrazo; la palma y los dedos deberán estar en contacto directo con la placa. El rayo central debe dirigirse sobre la cabeza del tercer metacarpiano. El revelado de la placa debe ser preferentemente ligero.

El sistema TW presupone una secuencia fija de madurez para cada hueso, aunque algunos estadios tienen múltiples características. Se cita una sola, ésta debe estar presente para que el estadio se considere alcanzado; pero si se definen dos o tres características diferentes, al menos una o dos de ellas, según corresponda, deben existir para asignar el estadio (Tanner, Healy, Goldstein, & Cameron, 2001).

³ Fueron donadas a través del Dr. Juan Manuel Herrera, Director de los Servicios Médicos de la Comisión Nacional del Deporte (CONADE).

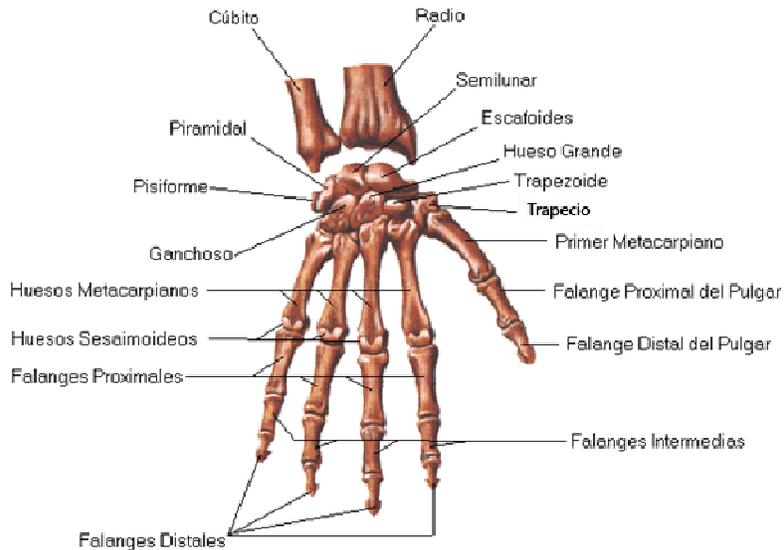


Figura 2. **Huesos en que se determina la maduración esquelética según TW3.**

Para el estudio individual de cada radiografía se comparó con cada uno de los estadios según género y edad en el Atlas del método Tanner-Whitehouse 3 (2001) y se registró en formato (anexo 4); finalmente los resultados fueron revisados por la M. en C. María Elena Sáenz Faulhaber, especialista en dicho método. La medición de la edad ósea fue por radiografías de la mano y muñeca izquierda valoradas por el método Tanner-Whitehouse 3 (Tanner, Healy, Goldstein, & Cameron, 2001), éste valora la maduración esquelética. Malina y cols., (1982, 1991), consideran la edad de 9 a 16 años como la más adecuada para valorar la maduración del niño deportista. Está claro que la realización de la maduración biológica implica una radiación, unos medios técnicos mínimos, así como un proceso de estudio de la radiografía, pero sus ventajas son tan evidentes que su uso es aconsejado por la mayoría de los autores cuando necesitamos saber con una cierta exactitud, cual es el estado madurativo del deportista (Bale, 1992), (Malina, 1991).

Criterios de inclusión

1. Masculino y femenino menor de dieciséis años.
2. Masculino y femenino mayor de once años (**excepto la muestra infantil**)
3. Miembros de la selección nacional juvenil.
4. Firma de autorización del Conocimiento informado por el padre o tutor (anexo 1).
5. Clínicamente sanos.

Criterios de exclusión

1. Fractura o lesión osteo-articular previa al estudio en la mano y muñeca izquierda que pudiera alterar la lectura de la edad ósea.

Criterios de eliminación

1. Solicitud de abandono por el deportista o tutor.
2. No contar con alguna medición o radiografía de muñeca izquierda.

Límites espaciales y temporales

Fosa de clavados del Comité Olímpico Mexicano (CDOM)⁴ y Fosa de clavados del Consejo Estatal para el Fomento Deportivo y el Apoyo a la Juventud (CODE)⁵ Jalisco.

La visita a los clavadistas se realizaba lunes, miércoles y sábados y permanecía con ellos durante su entrenamiento para apoyarlos con atención médica de emergencia de 2 a 2.5 horas.

Periodos de medición

Previamente se pidió al entrenador la calendarización del macrociclo de entrenamiento deportivo (3 etapas) y en base a éste se informó a los deportistas de las fechas en que se realizaría la medición antropométrica; de la misma manera se les informo la fecha de la cita en el hospital para la realización de (una) radiografía de carpo y muñeca.

Análisis estadístico

Se estudiaron las variables con pruebas de estadística descriptiva y dispersión, media, desviación estándar, máximo, mínimo, varianza, correlación y significancia; para conocer la normalidad de las variables se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnof, y siendo la muestra normal se utilizó la correlación de Pearson entre las dimensiones básicas (masa corporal, talla y talla sentado) comparándose entre las tres diferentes etapas de entrenamiento para observar algún cambio.

⁴ Es una unidad dependiente del Comité Olímpico Mexicano, A. C., que fue construido con el objetivo de crear un conjunto deportivo que sirviera para entrenamientos intensivos de los atletas mexicanos de alto rendimiento, que compiten en eventos nacionales e internacionales.

⁵ Es un organismo público descentralizado de la Secretaría de Educación Jalisco, con personalidad jurídica y patrimonio propio, que rige la actividad deportiva del Estado de Jalisco.

Para su análisis estadístico se utilizaron los paquetes informativos, SPSS 15 (Statistical Package for Social Sciences) y Microsoft Office 2010 (Excel).

RESULTADOS

Capítulo I. Dimensiones básicas del clavadista

En antropometría, nos referimos a mediciones básicas cuando hablamos de masa corporal, talla y talla sentado.

En la tabla 10 se observan los cambios del grupo femenino en la masa corporal de la etapa general a la etapa especial de 0.65 kg y de la etapa especial a la etapa competitiva de 0.93 kg., en total durante el macrociclo de entrenamiento se incrementó la masa corporal en 1.58 kilogramos; el rango disminuyó de la etapa general a la especial y aumentó en la competitiva; con respecto a la desviación estándar (DE) se observa la disminución discreta en cada etapa.

El incremento en la talla de la etapa general a la etapa especial es 0.35 cm y de la etapa especial a la etapa competitiva es 0.53 cm, en total el incremento durante el macrociclo de entrenamiento es de 0.88 centímetros; el rango disminuyó en cada etapa de entrenamiento; con respecto a la DE la etapa especial tuvo el mayor grado de homogeneidad en la proporción de incremento con 5.52.

La talla sentado de la etapa general a la etapa especial se incrementó en 0.43 cm y el de la etapa especial a competitiva 0.27 cm. el incremento total en el macrociclo de entrenamiento deportivo es de 0.7 milímetros; el rango disminuyó durante cada etapa del entrenamiento; con respecto a la DE la etapa competitiva tuvo el mayor grado de homogeneidad en la proporción de incremento con 0.70.

Tabla 9. Dimensiones básicas por etapas de entrenamiento del grupo *femenino* de la selección juvenil de clavados.

n=12	Masa corporal (kg)			Talla (cm)			Talla sentado (cm)		
	E. G.	E. E.	E. C.	E. G.	E. E.	E. C.	E. G.	E. E.	E. C.
\bar{x}	51.95	52.60	53.53	156.17	156.52	157.05	82.23	82.66	82.93
Rango	24.4	23.60	24.0	23.0	22.5	22.0	11.7	11.0	10.50
DE	7.05	6.99	6.96	5.62	5.52	5.58	3.02	2.85	2.76

E. G.=Etapa general, E. E.=Etapa especial, E. C.=Etapa competitiva

En la tabla 11 se muestra la correlación de Pearson entre la masa corporal y las etapas de entrenamiento, señalando que existió un cambio significativo en la masa corporal de la etapa general a la etapa especial, no así de la etapa especial a la etapa competitiva.

Tabla 10. Correlación de Pearson entre masa corporal de clavadoras femeninas y etapas de entrenamiento.

		n=12	Masa corporal		
			Etapa general	Etapa especial	Etapa competitiva
Masa corporal	Etapa general	Correlación de Pearson	1	.063	-.011
		Significancia bilateral	--	.846	.973
	Etapa especial	Correlación de Pearson	.063	1	.992
		Significancia bilateral	.846	--	.000
	Etapa competitiva	Correlación de Pearson	-.011	.992	1
		Significancia bilateral	.973	.000	--

En la tabla 12 se muestra un incremento en la talla mismo que no mostró significancia estadística. De la misma manera en talla sentado se muestra un incremento pero sin significación estadística (ver tabla 13).

Tabla 11. Correlación de Pearson entre talla de clavadoras femeninas y etapas de entrenamiento.

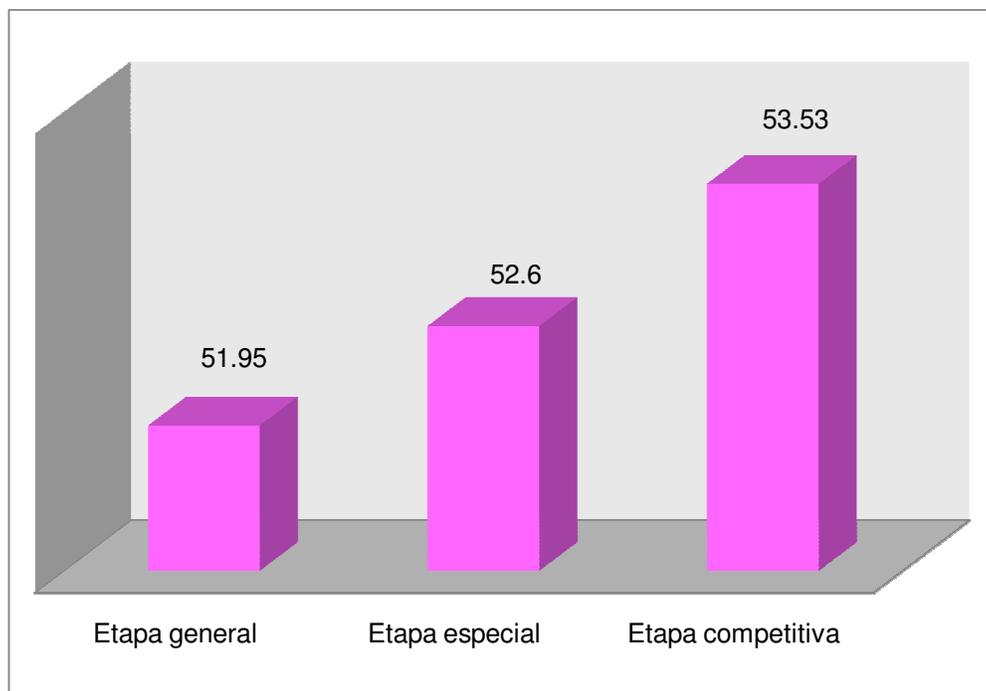
		n=12	Talla		
			Etapa general	Etapa especial	Etapa competitiva
Talla	Etapa general	Correlación de Pearson	1	.106	.074
		Significancia bilateral	--	.742	.819
	Etapa especial	Correlación de Pearson	.106	1	.995
		Significancia bilateral	.742	--	.000
	Etapa competitiva	Correlación de Pearson	.074	.995	1
		Significancia bilateral	.819	.000	--

Tabla 12. Correlación de Pearson entre talla sentado de clavadistas femeninas y etapas de entrenamiento.

		n=12	Talla sentado		
			Etapa general	Etapa especial	Etapa competitiva
Talla sentado	Etapa general	Correlación de Pearson	1	-.080	-.132
		Significancia bilateral	--	.804	.682
	Etapa especial	Correlación de Pearson	-.080	1	.997
		Significancia bilateral	.804	--	.000
	Etapa competitiva	Correlación de Pearson	-.132	.997	1
		Significancia bilateral	.683	.000	--

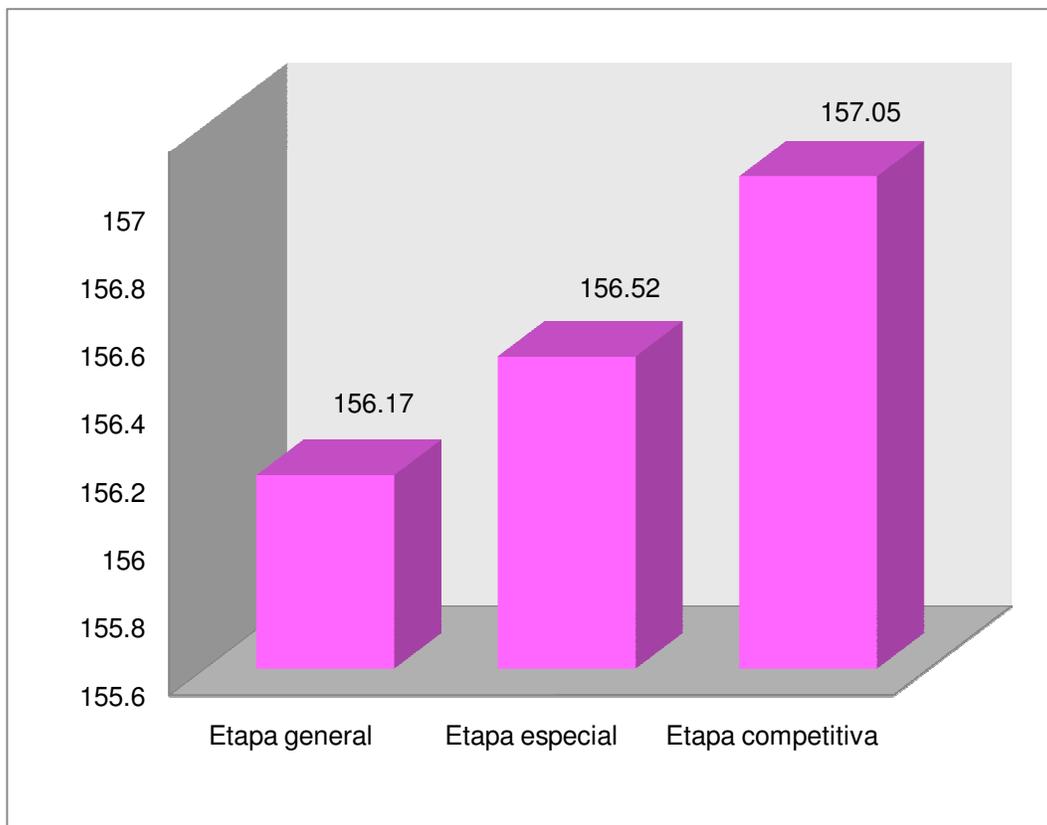
En la gráfica 1 se muestra un discreto incremento de peso en cada etapa de la selección juvenil femenina; de la etapa general a especial se incrementó 0.65 kilogramos, de la etapa especial a competitiva 0.930 kilogramos. Del inicio del entrenamiento (etapa general a etapa competitiva) al término de este hubo un incremento total de 1.580 kilogramos (media).

Gráfica 1. Media del peso (kg), de la selección juvenil femenina de clavados.



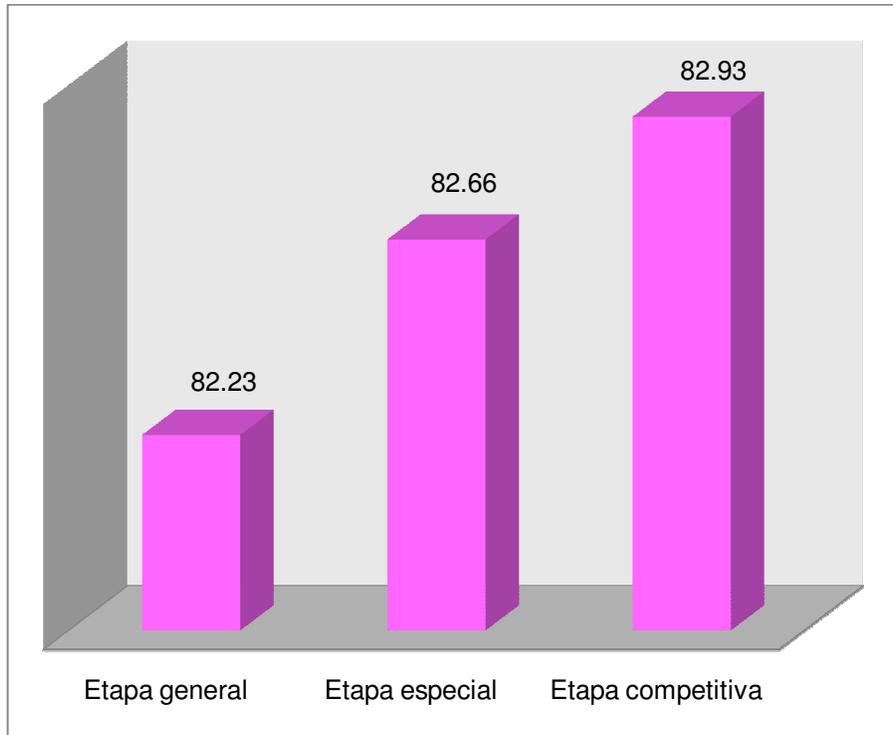
En la gráfica 2 se observa la media de la talla del grupo juvenil femenino seleccionado de clavados; se observa discreto incremento de la etapa general a la etapa especial de 0.35 centímetros y de la etapa especial a la etapa competitiva de 0.53 centímetros; el incremento en talla del inicio del entrenamiento al término de este es de 0.88 centímetros (media).

Gráfica 2. Media de la talla (cm) de la selección juvenil femenina de clavados.



En la gráfica 3 se observa un discreto incremento de la talla sentada de la selección juvenil femenina de la etapa general a la etapa especial de 0.43 centímetros y de la etapa especial a la competitiva hay un incremento de 0.27; el incremento real del macrociclo es de 0.7 milímetros. A diferencia del peso y talla en los que se observó un aumento en las distintas etapas del macrociclo en la talla sentado este aumento fue muy discreto a costa del segmento superior, ya que el crecimiento del segmento inferior en las chicas tiene lugar antes de la menarquia (± 12 años).

Gráfica 3. Media de la talla sentado (cm), de la selección juvenil femenina de clavados.



En la tabla 14 se muestra aumento en la masa corporal del grupo masculino de la etapa general a la etapa especial de 1.15 y de la etapa especial a la competitiva de 1.2 kilos; el rango aumentó en cada etapa de entrenamiento; con respecto a la DE, de la etapa general a la etapa especial tuvo una disminución y de esta a la competitiva tuvo un incremento.

En la talla se observa el incremento de la etapa general a especial de 0.63 centímetros y de la especial a la competitiva de 1.03 centímetros; se obtiene un incremento total durante el macrociclo de 1.66 centímetros; el rango disminuyó en cada etapa; con respecto a la DE se observa disminución.

En la talla sentado el incremento de la etapa general a la etapa especial es de 0.49 centímetros, de la etapa especial a la etapa competitiva es de 2.37 centímetros, el incremento total es de 2.86 centímetros; el rango disminuyó en cada etapa de entrenamiento y aun más de la etapa especial a la competitiva; en la DE se observa que la etapa competitiva tuvo la mayor homogeneidad en el incremento de la proporción con 2.79.

Es notable la diferencia en crecimiento, los chicos están en la edad específica de su crecimiento y desarrollo, el incremento en las medidas básicas (aunque es discreto) es evidente.

Tabla 13. Media de masa corporal, talla y talla sentado del grupo masculino de la selección juvenil de clavados.

n=8	Masa corporal (kg)			Talla (cm)			Talla sentado (cm)		
	E. G.	E. E.	E. C.	E. G.	E. E.	E. C.	E. G.	E. E.	E. C.
\bar{x}	53.05	54.20	55.4	161.63	162.26	163.29	83.74	84.23	86.6
Rango	25.8	26.5	28.1	21.9	21.3	20.1	10.2	10.1	8.1
DE	8.77	8.71	8.78	6.77	6.61	6.31	3.48	3.41	2.79

E. G.=Etapa general, E. E.=Etapa especial, E. C.=Etapa competitiva

En la tablas 15, 16 y 17 se muestra que los clavadistas masculinos no mostraron cambios significativos dentro de ninguna de las tres etapas, lo cual nos indica que sus cambios físicos fueron similares en cada una de las tres etapas de entrenamiento; es decir aumentaron de masa corporal, talla y talla sentado de manera homogénea.

Tabla 14. Correlación de Pearson entre masa corporal de clavadistas masculinos y etapas de entrenamiento.

	n=8		Masa corporal		
			Etapa general	Etapa especial	Etapa competitiva
Masa corporal	Etapa general	Correlación de Pearson	1	.989	.960
		Significancia bilateral	--	.000	.000
	Etapa especial	Correlación de Pearson	.989	1	.990
		Significancia bilateral	.000	--	.000
	Etapa competitiva	Correlación de Pearson	.960	.990	1
		Significancia bilateral	.000	.000	--

Tabla 15. Correlación de Pearson entre talla de clavadistas masculinos y etapas de entrenamiento.

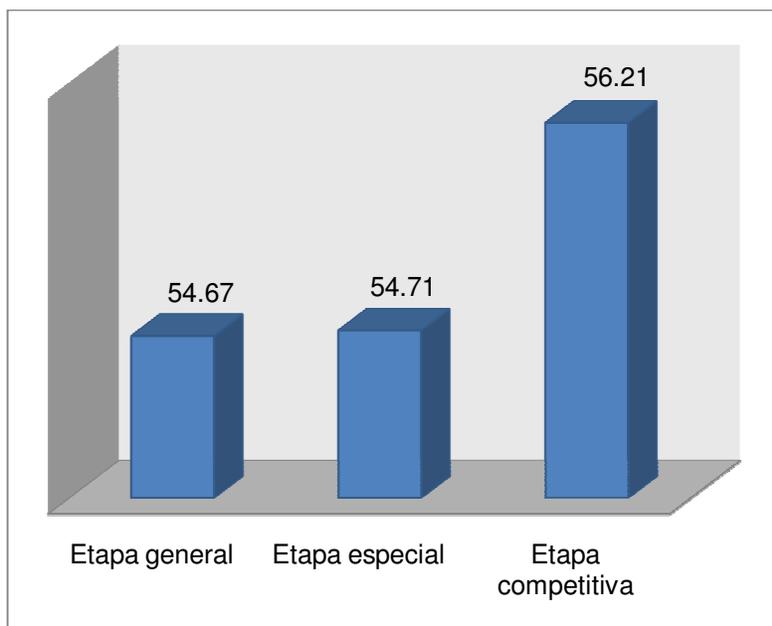
		n=8	Talla		
			Etapa general	Etapa especial	Etapa competitiva
Talla	Etapa general	Correlación de Pearson	1	.999	.997
		Significancia bilateral	--	.000	.000
	Etapa especial	Correlación de Pearson	.999	1	.997
		Significancia bilateral	.000	--	.000
	Etapa competitiva	Correlación de Pearson	.997	.997	1
		Significancia bilateral	.000	.000	--

Tabla 16. Correlación de Pearson entre talla sentado de clavadistas masculinos y etapas de entrenamiento.

		n=8	Talla sentado		
			Etapa general	Etapa especial	Etapa competitiva
Talla sentado	Etapa general	Correlación de Pearson	1	.998	.995
		Significancia bilateral	--	.000	.000
	Etapa especial	Correlación de Pearson	.998	1	.998
		Significancia bilateral	.000	--	.000
	Etapa competitiva	Correlación de Pearson	.995	.998	1
		Significancia bilateral	.000	.000	--

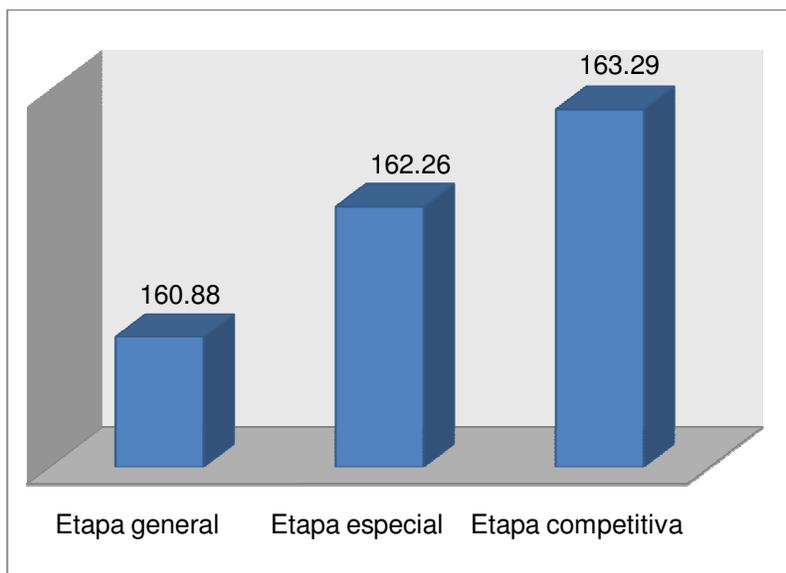
En la gráfica 4 observamos que únicamente se aprecia el aumento en masa corporal del grupo masculino en la etapa competitiva con un incremento importante de 1.5 kilogramos; posiblemente se debe a un aumento en la masa magra originada por el ejercicio constante.

Gráfica 4. Media de masa corporal (kg), por etapas de entrenamiento deportivo del grupo masculino de la selección juvenil de clavados.

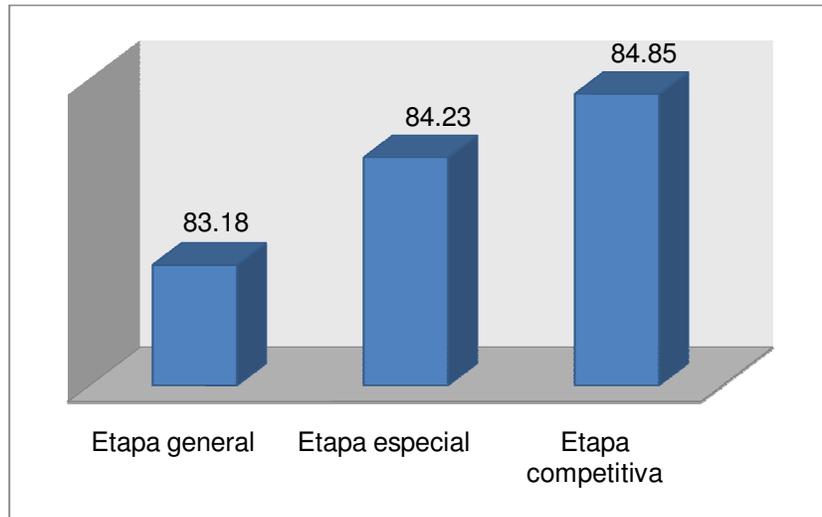


En la gráfica 5 se muestra el incrementó de la talla en cada una de las etapas del macrociclo, acorde con la edad en que se da el crecimiento adolescente resultando un incremento total en el macrociclo de 2.41 centímetros, efecto similar; se aprecia en la talla sentado. (Ver gráfica 6).

Gráfica 5. Media de talla (cm), por etapas de entrenamiento deportivo del grupo masculino de la selección juvenil de clavados.

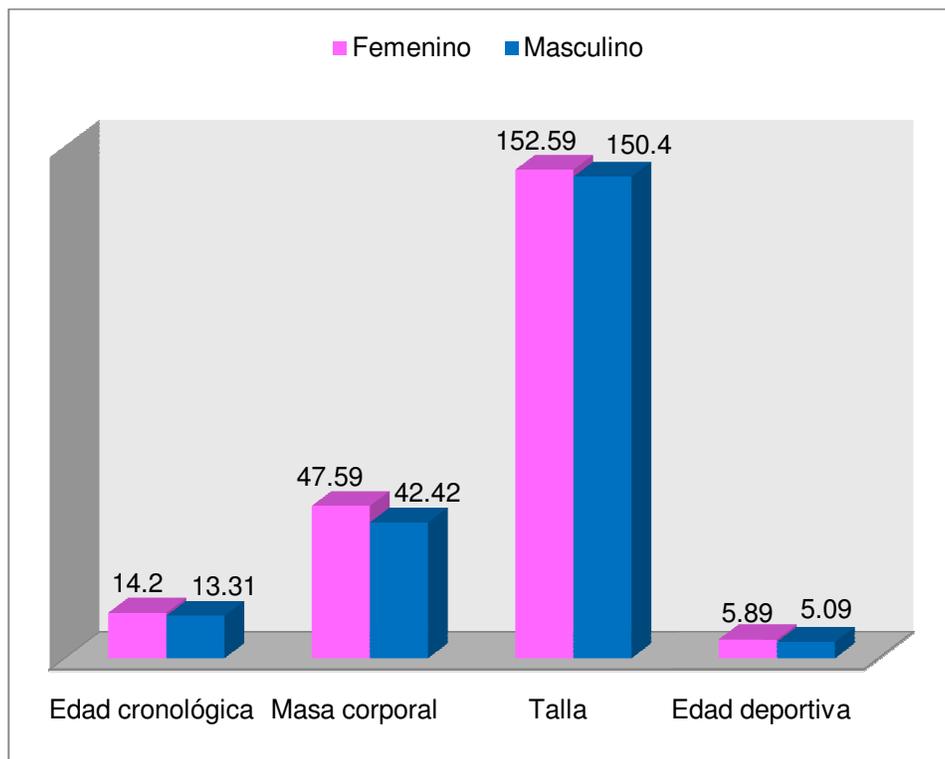


Gráfica 6. Media de talla sentado (cm), por etapas de entrenamiento deportivo del grupo masculino de la selección juvenil de clavados.



En la gráfica 7 se establece una comparación entre los dos grupos de estudio (masculinos y femeninos) reafirmando lo que ya se había especificado en páginas anteriores. Aunque ambos grupos de estudio tienen una edad cronológica similar, el ritmo de crecimiento y desarrollo es diferente. Es importante señalar que los chicos presentan una edad deportiva mayor que las chicas.

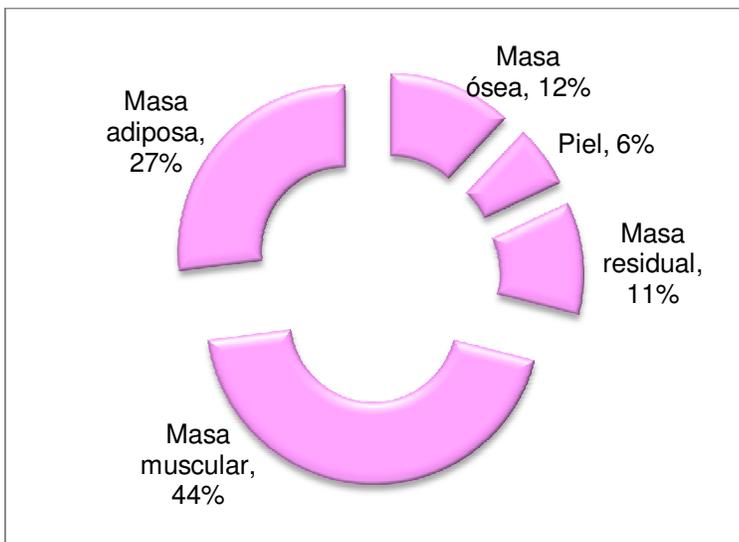
Gráfica 7. Media de las características generales de los clavadistas femenino vs masculino.



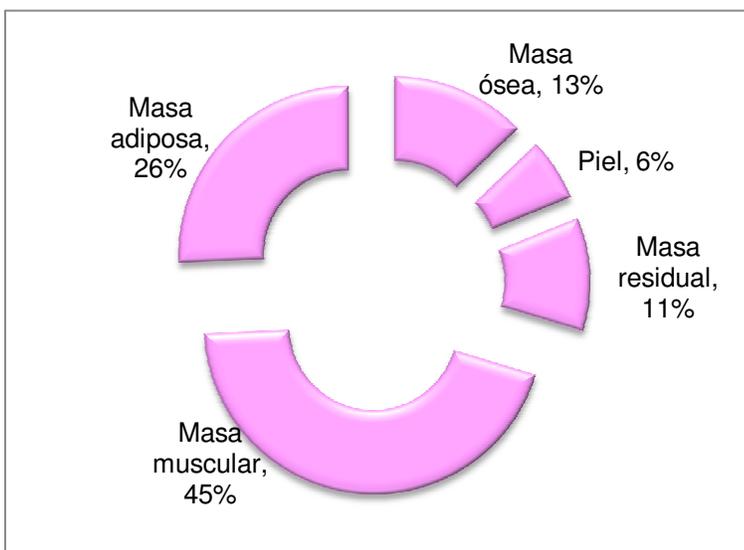
Capítulo II. Composición corporal del clavadista

Los resultados obtenidos en la selección juvenil de clavados son:

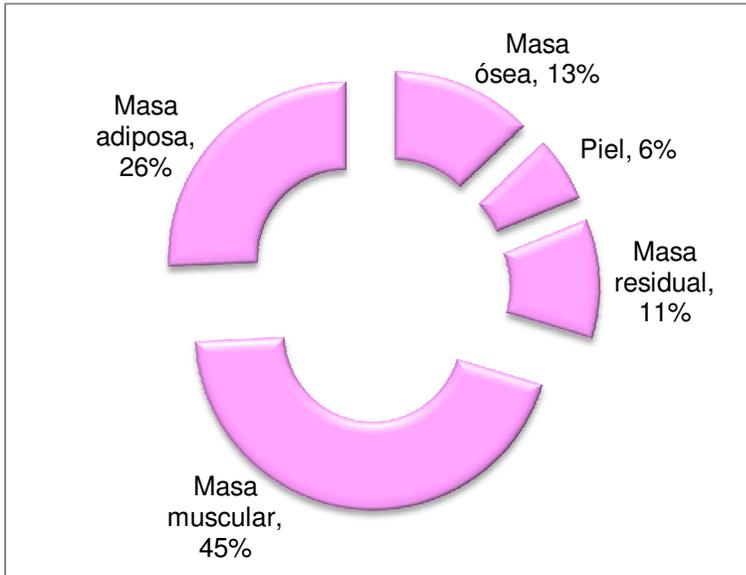
En las gráficas 8, 9 y 10 se muestran la composición corporal de las 12 clavadistas femeninas durante las tres etapas del macrociclo y se observan los cambios -aunque mínimos- muy representativos de las diferentes etapas del macrociclo. Dado que la importancia de hacer un seguimiento es para supervisar o modificar los componentes corporales de los atletas (disminuir la masa grasa y aumentar el tejido muscular) en este caso se aprecia el cambio esperado pero dado que se trata de atletas juveniles el cambio aunque notable no es espectacular, ya que se trata de un estudio (aunque longitudinal) de tiempo reducido a un año solamente.



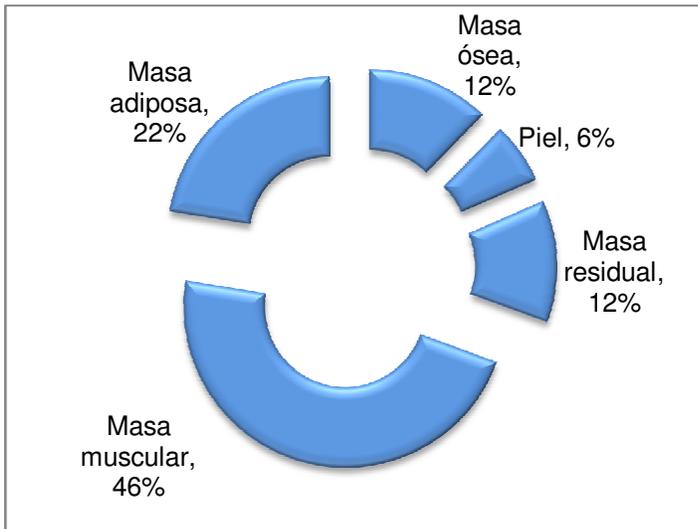
Gráfica 8. Composición corporal selección juvenil de clavados, femenino. Etapa general



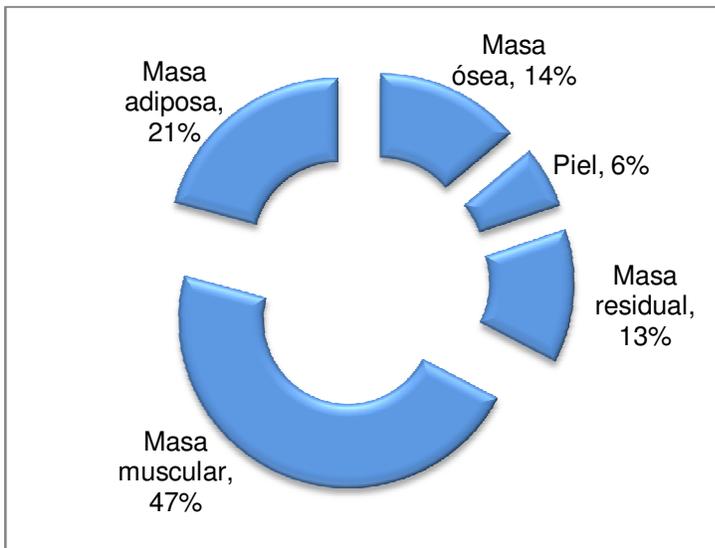
Gráfica 9. Composición corporal selección juvenil de clavados, femenina Etapa especial.



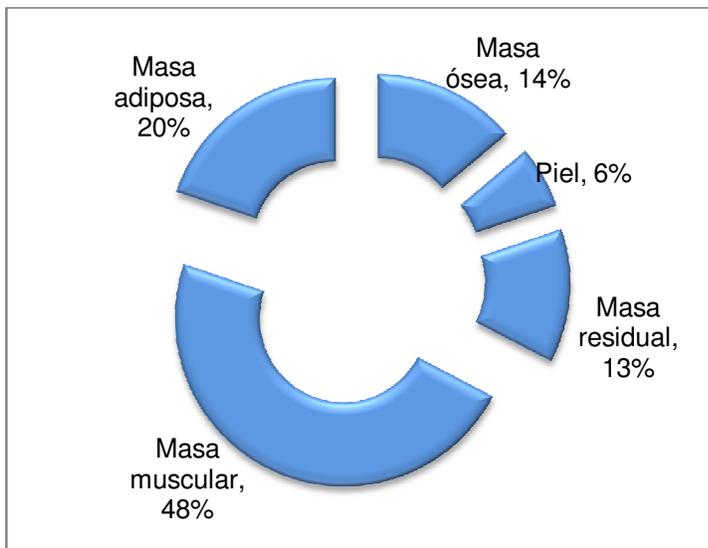
Gráfica 10. Composición corporal selección juvenil de clavados, femenino. Etapa competitiva.



Gráfica 11. Composición corporal selección juvenil de clavados, masculino. Etapa general.



Gráfica 12. Composición corporal selección juvenil de clavados, masculino. Etapa especial.



Gráfica 13. Composición corporal selección juvenil de clavados, masculino. Etapa competitiva.

En las gráficas 11, 12 y 13 se muestran el porcentaje de la composición corporal del grupo masculino. En la etapa general, observamos el aumento en el porcentaje de masa muscular en la etapa competitiva, la masa ósea también aumentó a 12.63%; componentes muy importantes en deportistas que llevan un entrenamiento adecuado y supervisado.

Capítulo III. Somatotipo del clavadista

Los resultados obtenidos en la selección juvenil de clavados:

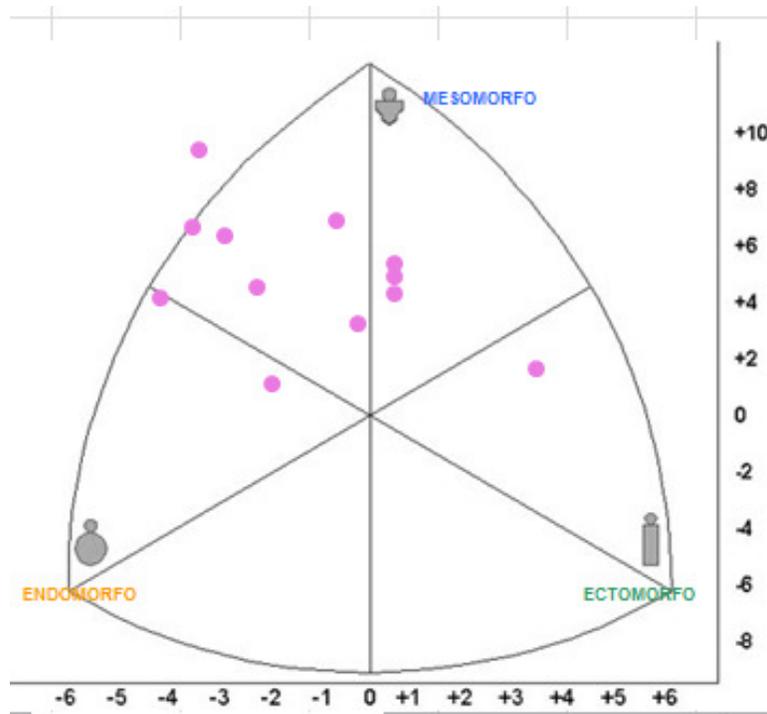
En la tabla 18 se presentan los valores medios del somatotipo de los atletas femeninos de la selección juvenil de clavados durante las etapas del macrociclo; muestran una discreta disminución en la endomorfía de la etapa general a la competitiva, así también lo mismo para la ectomorfía, pero el incremento notable en la mesomorfía de la etapa general a etapa especial y un incremento aún mayor en la etapa competitiva; resultado muy importante en las clavadistas juveniles seleccionadas.

Tabla 17. Somatotipo promedio del grupo femenino de clavados durante el macrociclo de entrenamiento deportivo.

ETAPAS	Endo	Meso	Ecto
General	3.8	4.1	2.1
Especial	3.7	4.9	2.0
Competitiva	3.6	5.6	1.9

La gráfica 13 muestra la posición meso-endomórfico en la etapa competitiva de las 12 clavadistas juveniles seleccionadas.

Gráfica 13. Somatotipo de la selección de juvenil de clavados del grupo *femenino*. Etapa competitiva.



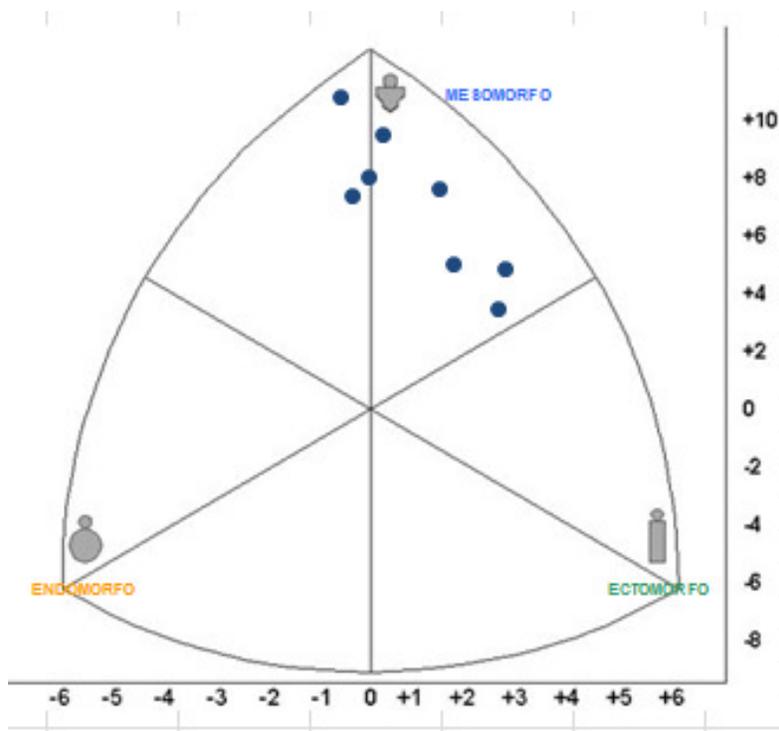
La tabla 19 muestra los valores somatotípicos medios de los clavadistas juveniles masculinos por etapas del macrociclo. Es notable la disminución de la endomorfía (más marcada que en el grupo femenino), la ectomorfía presenta un aumento discreto durante el macrociclo y la mesomorfía se incrementa en cada una de las etapas tal como era de esperarse, acorde con los resultados obtenidos en la composición corporal (aumento de la masa magra).

Tabla 18. Somatotipo promedio del grupo masculino de clavados durante el macrociclo de entrenamiento deportivo.

ETAPAS	Endo	Meso	Ecto
General	2.3	5.0	2.5
Especial	2.1	5.8	2.8
Competitiva	1.9	6.4	2.8

La gráfica 14 muestra el posicionamiento de la selección masculina en la etapa competitiva que es meso-ectomórfico. Es decir cambia la clasificación somatotipológica del atleta debido al intenso trabajo de entrenamiento (ver tabla 19).

Gráfica 14. Somatotipo clavadistas masculino en etapa competitiva.

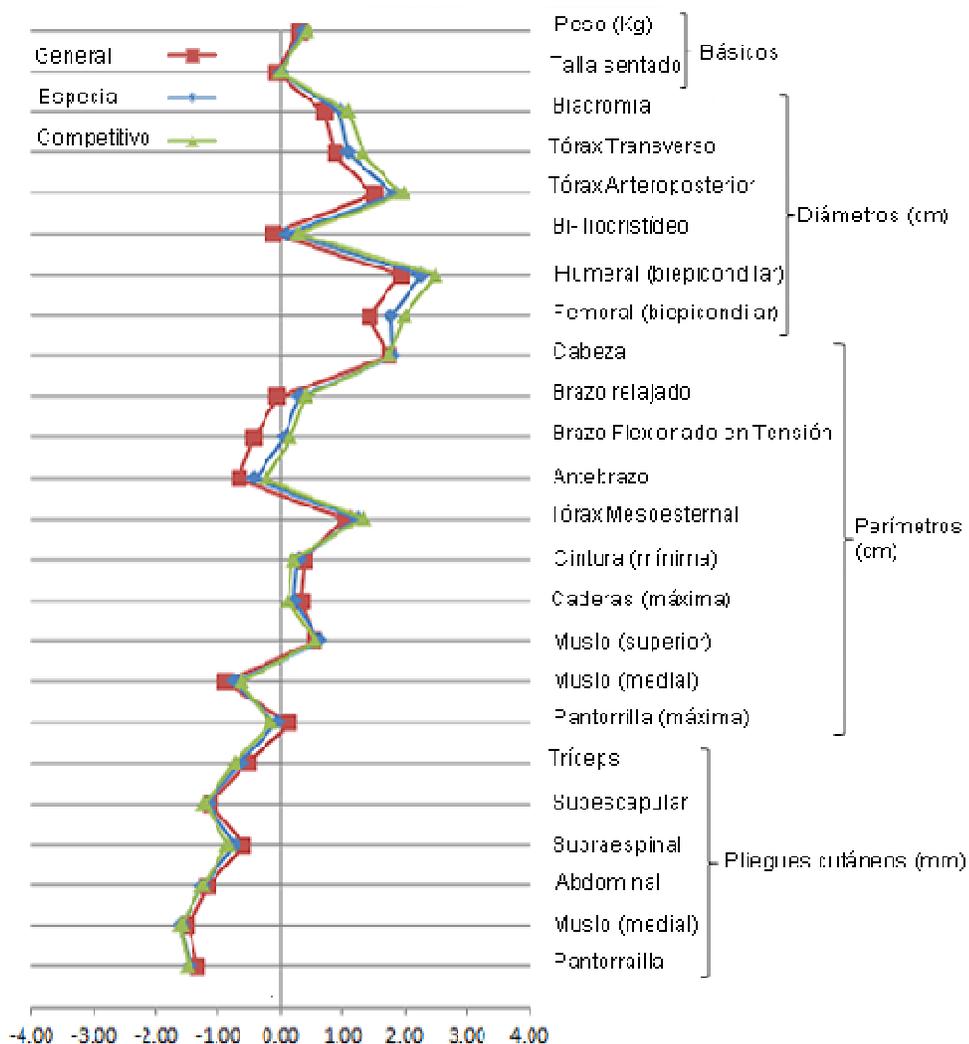


Capítulo IV. Proporcionalidad del clavadista

Para determinar la proporcionalidad de los clavadistas se optó por la proporcionalidad modificada, es decir tomando el Phantom del grupo. Los resultados obtenidos en la muestra de la selección nacional de clavados fueron:

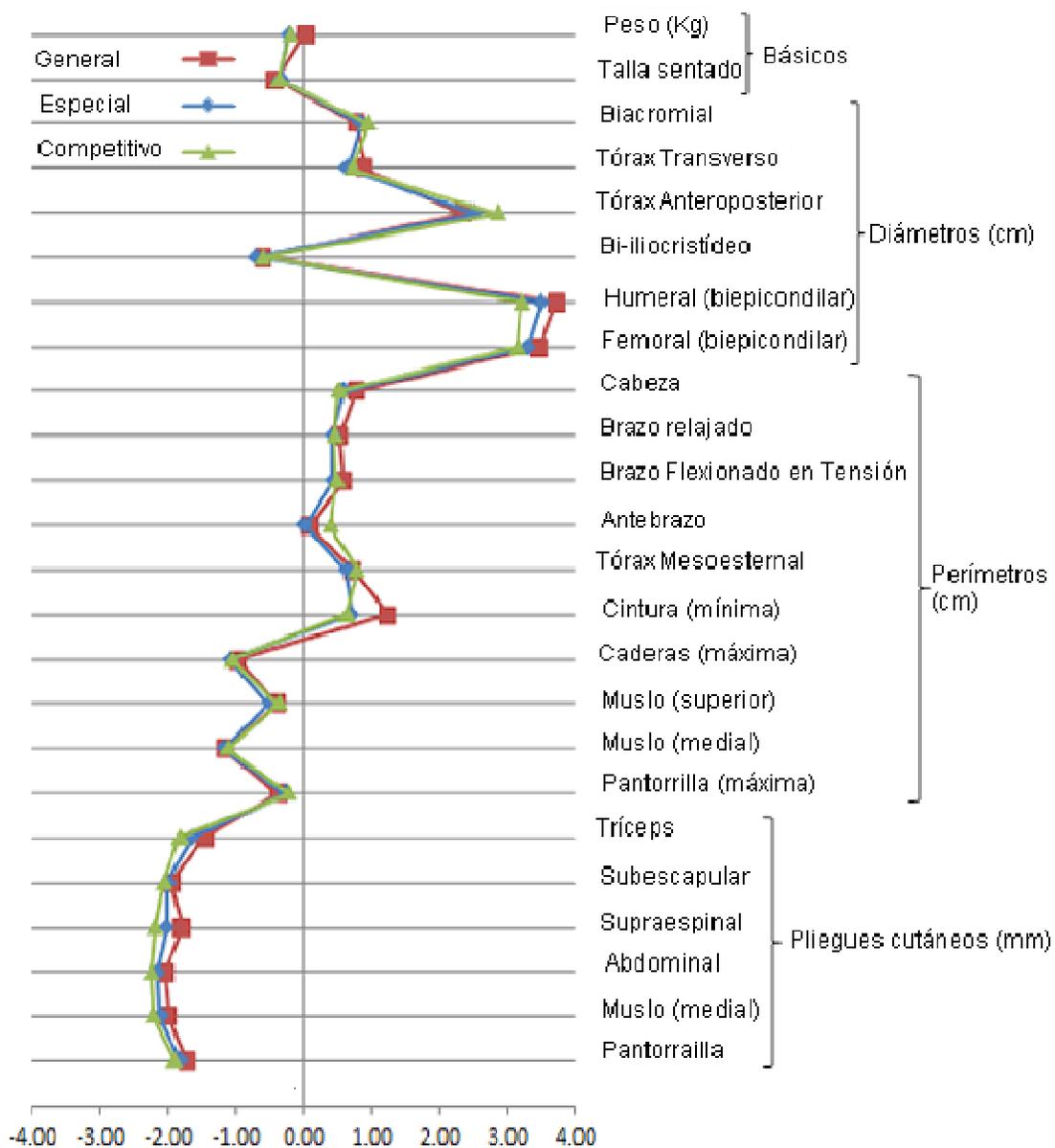
En la gráfica 15 se representa la proporcionalidad Phantom en las tres etapas del macrociclo de la selección juvenil femenina de clavados, observamos en general que los puntos básicos, diámetros y perímetros se encuentran del cero a la derecha, asimismo a partir de muslo (medial) se mueven dichos datos del cero a la izquierda. Percibimos en general un discreto cambio durante las etapas del macrociclo de entrenamiento.

Gráfica 15. Proporcionalidad de la selección juvenil de clavados del grupo *femenino*.



En la gráfica 16 se representa la proporcionalidad masculina, se detectan cambios gráficos mayores en los puntos biiliocrystal, humeral, y femoral en cada etapa hacia el lado derecho del cero de la gráfica; también se observa el predominio hacia el lado derecho desde diámetros y en la mayoría de perímetros, no así en básicos y pliegues cutáneos. En general la gráfica muestra discretos cambios en cada etapa del macrociclo.

Gráfica16. Proporcionalidad de la selección juvenil de clavados del grupo masculino.



Capítulo V. Maduración biológica del clavadista

Se presentan en la tabla 19 las características generales de los clavadistas investigados con edad esquelética por sexos. El grupo de clavadistas femenino tiene una $n=14$ clavadistas, una $\bar{x}=14.20$ años de edad cronológica, una $\bar{x}=47.54$ kilogramos de masa corporal, una $\bar{x}=152.59$ centímetros de talla y $\bar{x}=5.89$ años de edad deportiva. Se observa particularmente en este grupo femenino una $DE=9.53$ (grande) en masa corporal y una $DE=8.65$ (grande) en la talla. En el grupo masculino encontramos una $\bar{x}=13.31$ años de edad cronológica, $\bar{x}=42.42$ kilogramos de masa corporal, una $\bar{x}=150.4$ centímetros de talla, una $\bar{x}=5.05$ años de edad deportiva con desviaciones estándar grandes iguales a las encontradas en los clavadistas femeninos en masa corporal y talla. Todos los parámetros generales estudiados son discretamente mayores en el sexo femenino debido a que las chicas tienen edad cronológica mayor.

Tabla 19. Características generales de los clavadistas estudiados con la edad esquelética.

Clavadistas de elite estudiados.		Edad cronológica (años)	Masa corporal (kg)	Talla (cm)	Edad deportiva (años)
Femenino $n=14$	\bar{x}	14.20	47.54	152.59	5.89
	Rango	10.4 – 17.42	33.7 – 61.5	135.6 -167.7	0.5 – 10
	DE	2.03	9.53	8.65	3.56
Masculino $n=11$	\bar{x}	13.31	42.42	150.4	5.05
	Rango	10.08 – 16.25	27 – 57.5	134.2 – 163.4	1.5 – 11
	DE	1.68	10.06	11.58	2.49

En la tabla 20 se muestran los resultados de 11 clavadistas masculinos de alto rendimiento con edades desde 10 a 16 años y una edad deportiva de 1.5 a 11 años; en RUS según TW3 observamos que el menos maduro tiene una edad ósea de 9.5 años y otro presenta maduración completa es decir, ADULTO con 16.5 años según TW3; mientras que en Carpo el menos maduro tiene 9.7 años y hay un mayor número de clavadistas ADULTOS reportados según la metodología TW3 con 15 años de edad

ósea. Además en un análisis más exhaustivo planteamos que existen tres maduradores tardíos con mejores perspectivas de desarrollo en el deporte, resultado muy importante para detectar futuros campeones en las competencias internacionales.

Tabla 20. Edad decimal, edad deportiva, RUS y carpo en clavadistas masculinos.

No.	Edad cronológica	Edad deportiva	RUS	Carpo
INFANTIL				
1	11,92	2	10,15	9,7
2	10,08	5	9,74	11,9
3	12,75	5	14,43	ADULTO
4	13,25	5	11,90	ADULTO
5	13,42	7	15,06	ADULTO
6	12,25	5	9,52	10,5
7	12,75	4	12,12	12,8
JUVENIL				
8	14,0	1,5	14,26	ADULTO
9	14,67	5	13,76	ADULTO
10	15,08	5	13,95	13,50
11	16,25	11	ADULTO	ADULTO

En la tabla 21 observamos los resultados de 14 clavadistas femeninas de élite con edades de 10 a 17 años, de las cuales sólo 8 han presentado menarca desde los 10 a los 14 años, y según RUS la menos madura tuvo 10 años y la más madura 13 años que TW3 las reporta como ADULTAS; de lo anterior observamos que también en Carpo se presenta el mayor número de clavadistas maduras (10). También en éste grupo se observaron tres maduradores tardíos con buenos pronósticos en la práctica de este deporte.

Tabla 21. Edad ósea, edad deportiva y TW3 en clavadoras femeninas.

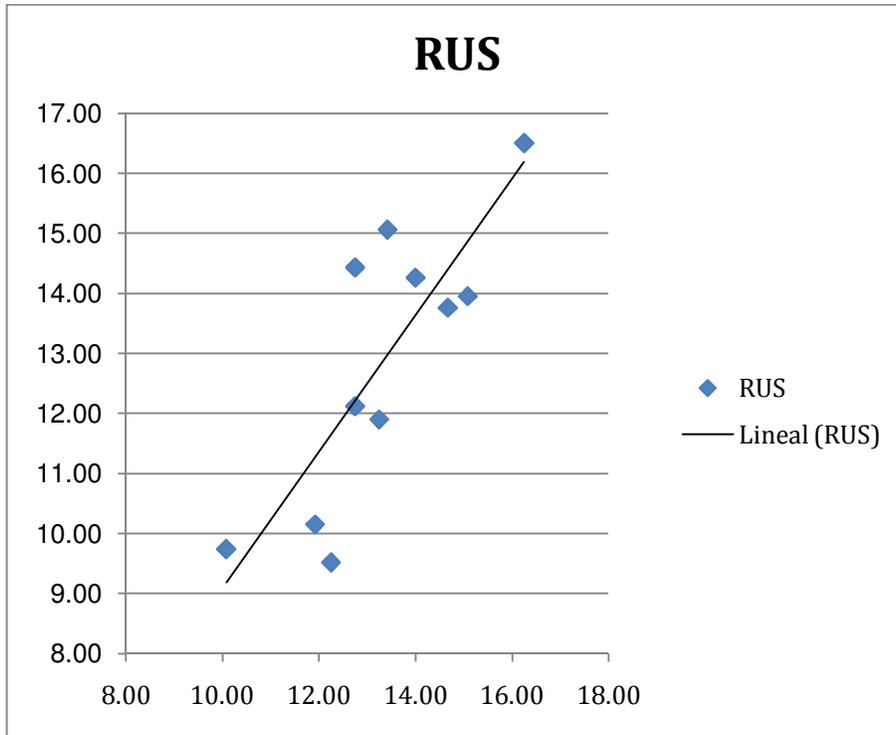
No.	Edad Cronológica	Menarca	Edad deportiva	RUS	Carpo
INFANTIL					
1	10,4		1	10,3	10,2
2	11,42		0,5	10,2	11,1
3	12,75		6	12,0	ADULTO
4	12,17		6	12,7	11,9
5	13,42	12	8	ADULTO	ADULTO
JUVENIL					
6	14,92	12	9	14,00	ADULTO
7	14,50		0,5	12,5	11,70
8	15,75	10	6	ADULTO	ADULTO
9	15,67	12	10	ADULTO	ADULTO
10	14,17	11	1,5	ADULTO	ADULTO
11	14,50		9	12,5	ADULTO
12	14,58	14	8	14,1	ADULTO
13	17,42	12	10	ADULTO	ADULTO
14	17,17	12	7	ADULTO	ADULTO

En la tabla 22 se muestra que existió una correlación fuerte y media (con una $p=0.005$) entre la edad decimal y la edad ósea del RUS y Carpo en el grupo masculino lo que nos hace afirmar que tienen un desarrollo acorde a su edad, lo que se puede precisar cuando observamos las Gráficas 14 y 15.

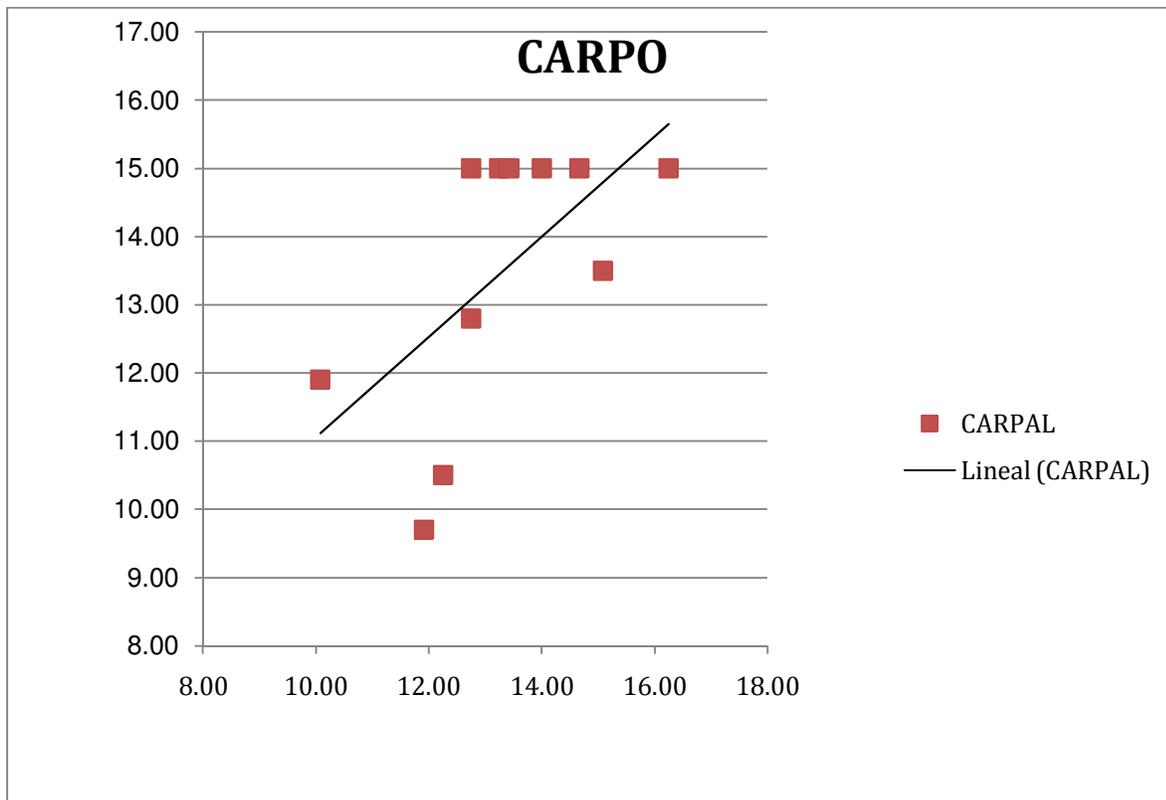
Tabla 22. Correlación entre Edad decimal y TW3 según Pearson en clavadoras masculinos.

Variabes correlacionadas	R de la prueba de correlación de Pearson	Interpretación
Edad decimal vs. RUS	0.819	Correlación fuerte
Edad decimal vs. CARPO	0.617	Correlación media

Gráfica 14. Puntos de dispersión de RUS vs. edad decimal en clavadistas *masculinos*.



Gráfica 15. Puntos de dispersión de Carpo vs. Edad decimal en clavadistas *masculinos*.

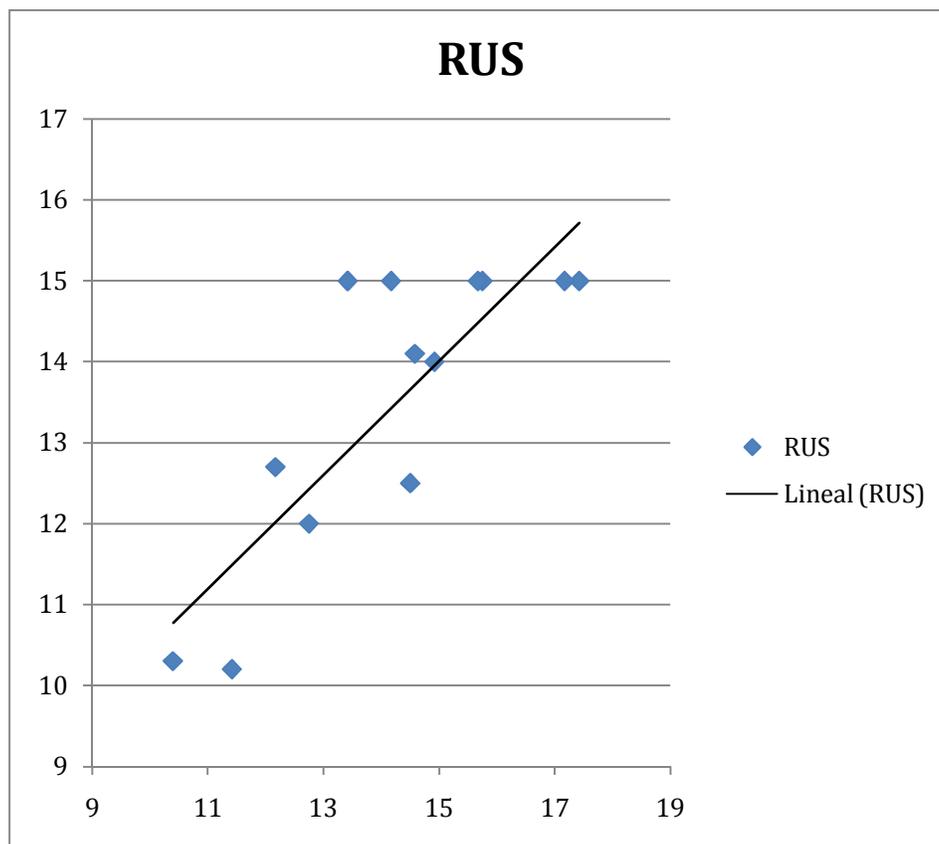


En la tabla 23 se observa una correlación fuerte (con una $p=0.005$) entre la edad decimal y la edad ósea por el RUS y buena correlación en la edad decimal y el Carpo (Sig. 0.001) lo que nos hace afirmar que este grupo mantiene un desarrollo adecuado a su edad lo que se observa claramente en las Gráficas 16 y 17.

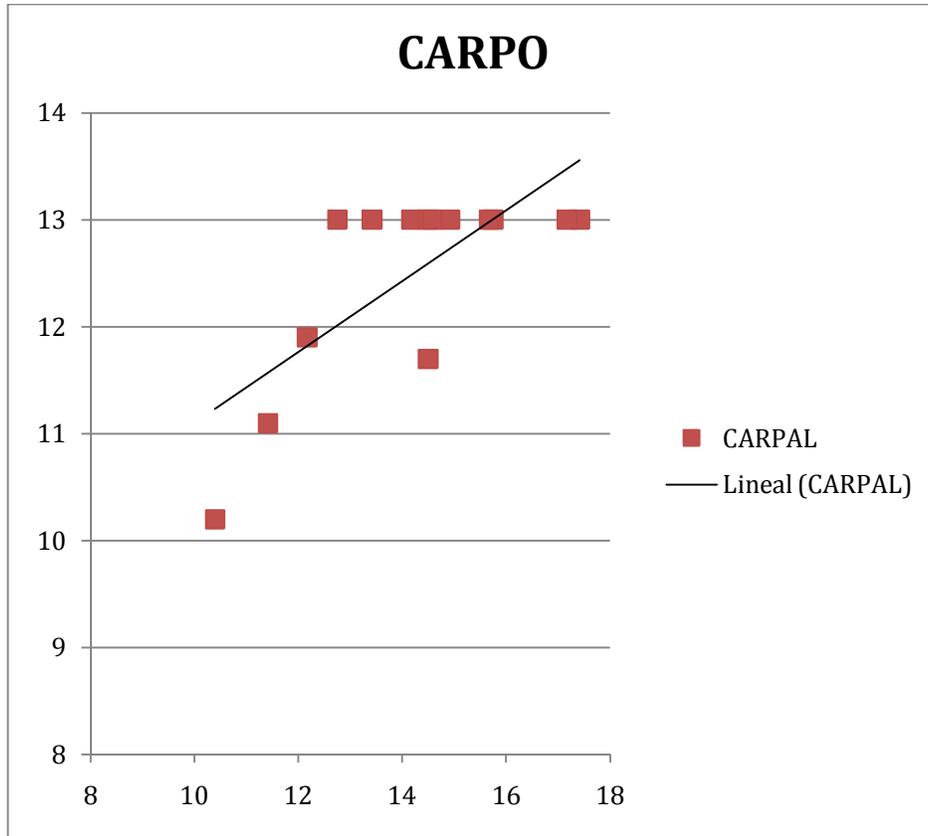
Tabla 23. Correlación edad decimal y TW3 en los clavadistas *femeninos*.

Variables correlacionadas	r de la prueba de correlación de Pearson	Interpretación
Edad decimal vs. RUS	0.814	Correlación fuerte
Edad decimal vs. Carpo	0.733	Correlación buena

Gráfica 16. Puntos de dispersión de RUS vs. edad decimal en clavadistas *femeninos*



Gráfica 17. Puntos de dispersión de Carpo vs. edad decimal en clavadistas femeninos



En la tabla 24 se observa que en los clavadistas masculinos estudiados existió una correlación *media* entre la edad ósea del RUS y la edad deportiva; y entre el Carpo y la edad deportiva existe una *mala* correlación. Sí se observa una considerable correlación entre la edad ósea evaluada por el RUS y Carpo (0.90 según Pearson).

Tabla 24. Correlación del RUS y Carpo del TW3 con la edad deportiva según Pearson en clavadistas masculinos.

Variables correlacionadas	<i>r</i> de la prueba de correlación de Pearson	Interpretación
TW3 (RUS) vs Edad deportiva	0.520	Correlación media
TW3 (Carpo) vs Edad deportiva	0.378	Correlación mala

En la tabla 25 se observa que en los clavadistas femeninos de la muestra existió correlación media entre el RUS y la edad deportiva (con una $p=0.005$) y entre el Carpo del TW3 y la edad deportiva (con una $p=0.005$) existió una buena correlación. Igualmente se encontró una correlación media entre la edad deportiva y la edad de la menarca.

También se encontró una considerable correlación entre el RUS y Carpo al comparar los resultados de la edad ósea ($r=0.826$ según Pearson).

Tabla 25. Correlación entre TW3, edad deportiva y menarca en clavadistas *femeninos*.

Variables correlacionadas	<i>r</i> de la prueba de correlación de Pearson	Interpretación
TW3 (RUS) vs edad deportiva	0.592	Correlación media
TW3 (Carpo) vs edad deportiva	0.733	Correlación buena
Menarca vs edad deportiva	0.566	Correlación media

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

El análisis comparativo de datos entre publicaciones anteriores y actuales sobre el crecimiento infantil demuestra que éstos son cada vez más altos y pesados. Las investigaciones realizadas sobre el tema revelan que existe una tendencia secular en el aumento de la talla y el peso, así como a una maduración más temprana (Sarria, 1993). Probablemente debido al mejoramiento de las condiciones de vida como consecuencia del grado de avance tecnológico y sociocultural de los países.

El periodo en que se llevó a cabo el estudio cineantropométrico fue durante un año. Observando que en cada etapa del macrociclo de entrenamiento los clavadistas mostraron aumento en cada una de las características observadas. El incremento en el valor medio de la talla fue importante aunque no espectacular. No resultó notable debido a que la muestra es pequeña y distribuida en un rango de edad de 10 a 16 años en el grupo masculino y de 10 a 17 años en el femenino, de tal manera que fue constituida con preadolescentes y adolescentes.

En la comparación entre los dos grupos de estudio (femeninos y masculinos) se afirma lo que ya se había especificado en resultados. Aunque se reafirma que ambos grupos de estudio tienen una edad cronológica similar, el ritmo de crecimiento y desarrollo es diferente existiendo valores mayores en las variables en las niñas. Es importante señalar que los chicos presentan una edad deportiva mayor que las chicas (ver gráfica 7 en resultados).

El estudio de la composición corporal fue muy positivo pues se presentó –con diferente intensidad- un aumento en las masas magra y ósea; estos resultados son los esperados en deportistas que efectúan sus entrenamientos constantes y reglamentados. La masa ósea se incrementó de la etapa general a la especial y posteriormente se mantuvo en la etapa competitiva- el incremento del tejido óseo en adolescentes, con un nivel de actividad física notable y una nutrición adecuada, ha sido reportado (García de la Rubia, 1998). De ahí que se considere que los clavadistas tienen una buena atención, tanto del entrenador como de los demás especialistas que colaboran con la preparación de los atletas.

Como enfatizan Betancourt y col., 2008 en el control de la respuesta al entrenamiento cualquier oscilación en la masa corporal merece atención porque alerta sobre si es necesario cambiar la táctica del entrenamiento o de nutrición particular del atleta.

La masa adiposa disminuyó en cada etapa del macrociclo en el grupo masculino. En este mismo grupo la masa residual aumentó de la etapa general a la competitiva. Con respecto a la masa grasa, este tejido corporal se redujo -hallazgo positivo- ya que, como se sabe, el tejido adiposo es un lastre para la mayoría de los atletas excepto para los nadadores que les proporciona flotabilidad y a los nadadores de mar abierto los protege de la hipotermia.

Estos resultados (mayor masa magra y masa ósea) favorecen a los clavadistas proporcionándoles una ejecución de los saltos con mayor velocidad y precisión lo que muestra una técnica de entrenamiento bien articulada así como la nutrición del atleta.

El aumento de la masa muscular proporciona fuerza de ahí la importancia creciente de los estudios de composición corporal, ya que existe una relación directa entre fuerza máxima y masa muscular. Su desarrollo en áreas concretas del cuerpo es un buen indicador del rendimiento deportivo. Asimismo, en el deporte de clavados una mayor masa muscular (Zimkin, 2001) favorece la velocidad y precisión de la ejecución.

Por lo tanto la cineantropometría permite regular y hacer un seguimiento de algunas variables imprescindibles para el éxito deportivo; aunque en el caso de deportistas juveniles el cambio que se aprecia en un ciclo de entrenamiento (aunque este no sea espectacular) proporciona conocimiento de gran importancia para los especialistas encargados de vigilar la formación de los atletas para que lleguen a su plenitud en el deporte de primera fuerza.

Con respecto al tejido adiposo que tiene un componente mixto, ya que su base es genética, el número de adipocitos no se puede modificar una vez establecida la pubertad, pero diversos factores (socioeconómicos, culturales, deportivos y nutritivos) pueden modificar su tamaño. No hay que olvidar que la masa grasa es inversamente proporcional al rendimiento deportivo (Betancourt y col., 2008).

El exceso de tejido adiposo incrementa la masa corporal, disminuyendo la aceleración del movimiento lo que requiere aumentar la fuerza ejercida incrementando el gasto energético, acelerando el proceso fisiológico de la fatiga muscular (ibídem).

Existe la evidencia que no es posible separar el análisis morfológico de la estimación de la composición corporal y del perfil de proporciones corporales tal como se expresa en la definición misma del concepto de cineantropometría.

Los resultados del estudio del somatotipo muestran: un aumento en la mesomorfía y una disminución en la endomorfía, coherente con el entrenamiento realizado en cada una de las etapas del macrociclo de entrenamiento (ver tabla 18 y 19) y acorde con el reporte de la composición corporal.

Las mujeres presentaron un somatotipo medio en la etapa competitiva 3.6-5.6-1.9, como se ve, las clavadistas presentaron un alto valor en la mesomorfía; mayor que la presentada por las medallistas de Perth, Australia (2.7-4.0-2.9) y las atletas de la olimpiada Junior (2.7-3.8-3.3) y las clavadistas medidas en la Olimpiada del 68 con somatotipo de 3.1-4.1-2.9, Pero a la vez, se aprecia una fuerte endomorfia. (en el somatotipo medio) debido a que una clavadista posee una endomorfia muy pronunciada (ver gráfica 13) y al obtener el somatotipo medio se produce una distorsión en el resultado moviendo el punto hacia el área de endomorfia del total de las atletas también podría deberse al reducido número de individuos de la muestra.

El grupo masculino muestra un somatotipo medio igual que el grupo femenino con un valor alto de mesomorfía, presentando en la etapa competitiva un somatotipo meso-ectomórfico 1.9-6.4-2.8; y un valor más reducido en la ectomorfia que los medallistas de Perth, Australia (Carter, 1994): 2.4-5.3-2.4, los de la Olimpiada Junior 2.3-5.0-3.2 y los reportados por del Olmo 2.0-4.9-1.9, tratándose de clavadistas juveniles vemos muy positivo el hallazgo del nuevo somatotipo de clavadistas mexicanos meso-ectomorficos tal como se puede apreciar en la somatocarta respectiva presentando un somatotipo óptimo para la competición.

El estudio de la forma corporal es útil en el deporte dentro del contexto de selección y orientación de talentos. Las técnicas somatotípicas, son habitualmente empleadas en los estudios de atletas de alta competición; Carter y Health, 1990; (Pacheco, 1993). Para las mismas edades, la población de alto rendimiento presenta una morfología corporal más homogénea que la población general, en torno a un somatotipo de referencia característico de cada modalidad deportiva. Los estudios de somatotipo, en el contexto deportivo, ponen de manifiesto que los deportistas presentan en general una mayor mesomorfía que los sedentarios así como valores más elevados de endomorfía, independientemente del sexo en los no deportistas (Pacheco, 1993); (Cabañas & Esparza, 2009).

La alta correlación entre las características físicas y la actividad especializada define perfiles físicos específicos para cada una de ellas (Carter, 1984b; Carracedo & Álvaro, 2001; Betancourt, Aréchiga & Ramírez, 2008). En el deporte, el somatotipo permite conocer el estado físico de un grupo de atletas comparar deportistas de diferentes especialidades (Betancourt y cols., 2002) y distintos sexos para un mismo deporte; así como dirigir la tendencia del deporte adecuado para cada individuo determinando el sentido de su desarrollo (Betancourt, Aréchiga, & Díaz, 2007).

Para determinar la proporcionalidad de los clavadistas se utilizó la fórmula de proporcionalidad modificada, es decir se tomó Phantom del grupo como 0.00 y por medio de esta estratagema se ven de manera clara, las diferencias de cada uno de las medidas en las distintas etapas del macrociclo y se evidencian los cambios debidos al entrenamiento ya relatados en las pruebas de composición corporal y somatotipo. En la gráfica 15, se aprecia en el grupo femenino un aumento en todas las medidas con excepción de talla sentado, el biliocrestal, los perímetros de muslo, pantorrilla y los pliegues adiposos.

Los varones aumentaron los diámetros corporales. Con excepción del bi íliaco. Los perímetros quedaron con valores similares en las etapas general, especial y competitiva, pero presentan valores inferiores al Phantom modificado salvo el antebrazo, tórax y cintura. Los pliegues muestran una disminución que se aprecia en cada una de las etapas del macrociclo.

Los estudios de proporcionalidad están en una posición de ventaja frente a otros métodos de análisis corporal porque permiten determinar, no solo qué diferencias existen entre un individuo y su prototipo ideal, sino que determina en qué lugares concretos de la anatomía se producen las mayores desviaciones, permitiendo concretar estrategias personalizadas para el acercamiento del individuo hacia el modelo ideal que se elija (Betancourt, Aréchiga, Ramírez, 2011).

El método TW3 todos los huesos se valoran contra una escala que va desde la “A” a la “I” para cada sexo por separado. Si no está presente el hueso se valora como A. Las puntuaciones o estadios se asignan por comparación del hueso en estudio con las ilustraciones, diagramas o descripciones que se encuentran en el método. Se calcula la puntuación para cada hueso, basándose en su presencia, forma y tamaño. La suma total se expresa como puntuación de la edad ósea y con ésta, se busca en las tablas correspondientes la edad ósea.

En el TW3 se asignan valores numéricos a los huesos de acuerdo con los estadios de madurez. El método describe RUS (13 mediciones) y carpo (7 mediciones) con indicadores de madurez para cada una de las 20 mediciones en total que se consideran en la mano y muñeca izquierda. Los huesos largos del dedo 2º y 4º esto es metacarpianos y falanges se omiten debido a la gran semejanza del patrón de maduración con los huesos de los dedos 1º, 2º y 5º. La escala de madurez de RUS en niñas va de 2.0 a 15 años considerando este último como edad ósea adulta, en niños de 2.0 a 16.5 este considerado como edad ósea adulta; en carpo de niñas la escala va de 1.0 a 13.0 y este es considerado como edad ósea adulta, en los niños de 1.0 a 15.0 años y este es considerado edad ósea adulta. Los puntajes de madurez se distribuyen en una escala en la que se basan las edades esqueléticas (Andersen, 1971).

Acorde a lo encontrado (ver tabla 20) en los resultados de la edad esquelética y la edad promedio del grupo femenino es mayor que la del grupo masculino lo que está de acuerdo con los datos que nos muestran individualmente los resultados de RUS y carpal que evalúan como adulto un mayor número de niñas que de niños.

Este análisis individual de la edad esquelética puede ayudar al entrenador con la orientación para el manejo de cargas en los clavadistas sin dificultad de sobrecargarlos o sobreentrenarlos. Lo que está respaldado por las buenas correlaciones en ambos sexos entre RUS y carpal con la edad cronológica.

Las categorías deberían ser establecidas por maduración biológica y no por edad cronológica. Al tener esto en cuenta se estarían previniendo daños físicos, psicológicos y el abandono del deporte por parte de los niños y adolescentes como lo recomienda Lapieza & Nuviala, 1993.

En un análisis más exhaustivo planteamos que existen tres maduradores tardíos en el grupo masculino, los que podrían tener mejores perspectivas de desarrollo futuro en su disciplina deportiva con buenos pronósticos como se plantea en la bibliografía (Tanner, Camerón, 2001). Ningún estudio de los revisados en la literatura correlacionó la edad deportiva con la edad esquelética y menos aún en clavadistas, por lo que este análisis es de interés en el trabajo con clavadistas en el alto rendimiento.

Como plantean otros autores (Malina, 1986; García de la Rubia, 1998) el entrenamiento deportivo no parece acelerar o desacelerar el crecimiento y maduración de los jóvenes atletas lo que está de acuerdo con los resultados encontrados en este estudio donde la correlación, en el sexo masculino entre el RUS y carpal y la edad deportiva mostró una correlación media y mala respectivamente.

Un análisis aparte, merece la correlación entre menarca y edad deportiva al mostrar una correlación media.

También es necesario volver a destacar la importancia de la edad esquelética en el tratamiento y pronóstico de maduradores tardíos, así como para el control del entrenamiento deportivo.

CONCLUSIONES

La Antropología Física forma parte de la Ciencias del Deporte, siendo la disciplina que describe y cuantifica las características físicas de los deportistas. En la valoración funcional del atleta, se incluye el estudio del perfil cineantropométrico por ser uno de los factores que influyen en el éxito deportivo, tanto desde el punto de vista fisiológico como biomecánico.

El estudio de la actividad deportiva de alto nivel competitivo en México, es limitado y aún más desde la perspectiva de la Antropología física, y muy poco se conoce acerca del comportamiento de las características morfológica de quienes desarrollan estas actividades.

El estudio cineantropométrico longitudinal hecho durante un macrociclo de entrenamiento, certifica que los estudios de este tipo y ampliados a mayor tiempo ayudan al atleta, al entrenador, al médico del deporte y nutriólogo a conocer de manera específica el cuerpo de los atletas.

La utilidad de la cineantropometría dentro del deporte reside en que posibilita la valoración de las características morfológicas, así como su control durante el período de entrenamiento. También se aplica en la detección de talentos deportivos, en el estudio de crecimiento y maduración de los atletas más jóvenes así como en el seguimiento de los deportistas sometidos a regímenes dietéticos especiales.

En el grupo femenino se observó un cambio estadísticamente significativo en la masa corporal de la etapa general a la etapa competitiva. Los clavadistas masculinos no mostraron cambios estadísticamente significativos en las dimensiones básicas debido a que su incremento fue homogéneo.

Los valores promedio de las variables cineantropométricas básicas por etapa de entrenamiento aumentaron positivamente durante el macrociclo de entrenamiento existiendo solo cambios significativos en el peso del grupo femenino.

En el grupo femenino la composición corporal, el porcentaje de masa muscular se incrementó de la etapa general a la especial y se mantuvo a la competitiva, de la misma manera se comportó la masa ósea. En este grupo también la masa adiposa disminuyó de la etapa general a la etapa competitiva y se mantuvo en la competitiva, todas tuvieron cambios matemáticos y adecuados, pero sin significación estadística.

En el grupo masculino la masa adiposa disminuyó en cada etapa y por el contrario la masa muscular aumentó. En este mismo grupo la masa ósea se incrementó de la etapa general a especial y posteriormente se mantuvo en la etapa competitiva; con respecto a la masa residual aumentó de la general a la competitiva.

El somatotipo del grupo femenino se encuentra con predominio meso-endomorfico. El somatotipo del grupo masculino se encuentra en el grupo meso-ectomorfico. En ambos grupos la mesomorfia nos indica el predominio de la masa muscular fundamental en la ejecución del salto.

En la proporcionalidad del grupo femenino en general encontramos que la mayoría de puntos se encuentran ubicados en lado derecho valores mayores que el Phantom modificado siendo mayor en los diámetros tales: tórax antero-posterior, humeral, femoral; el perímetro tórax mesoesternal; en el lado negativo a la referencia Phantom se encuentra muslo medial y todos los pliegues cutáneos, corroborando la disminución de la masa grasa.

En la proporcionalidad del grupo masculino encontramos en el Phantom, que los diámetros tales como tórax antero-posterior, humeral y femoral mostraron un predominio hacia el lado positivo muy importante en cuanto a las referencias poblacionales, lo que muestra una mayor masa ósea posiblemente efecto del entrenamiento.

Asimismo los pliegues cutáneos mostraron una tendencia negativa con respecto a la referencia Phantom, lo que corrobora la meso-ectomorfia y el bajo porcentaje de masa adiposa.

Existieron 3 maduradores tardíos en el grupo masculino, los que podrían tener mejores perspectivas de desarrollo en este deporte, con mayor tiempo de vida deportiva y de posibles éxitos competitivos. Igual a lo descrito anteriormente también en el grupo femenino existieron tres maduradoras tardías con iguales perspectivas para su desarrollo futuro en esta disciplina y con buenos pronósticos.

El análisis individual de la edad esquelética ayuda al entrenador a una mejor orientación con respecto al manejo de las cargas en los clavadistas sin problema de “sobrentrenarlos” o “sobrecargarlos”.

Nuestro estudio muestra que los clavadistas estudiados de ambos sexos tienen un desarrollo de edad esquelética acorde a la edad cronológica.

Como plantean algunos autores el entrenamiento deportivo no parece acelerar o desacelerar el crecimiento y maduración de los jóvenes atletas lo que está de acuerdo con los resultados encontrados en este estudio.

Es importante hacer hincapié que para el estudio de la maduración ósea se debe trabajar individualmente con cada uno de los atletas de alto rendimiento ya que se ha observado que la media grupal no define las pautas a seguir en el entrenamiento.

Los cambios encontrados en los atletas están acorde a su desarrollo y maduración normal y ocurren sistemáticamente lo que caracteriza esta muestra juvenil.

Para el deporte de alto rendimiento es muy importante poseer un amplio conocimiento de todos los procesos morfológicos y funcionales que se relacionan con la selección de talentos en edades tempranas, y donde la mayor intensidad se observa entre los 11 años y 14 años de edad. En esta etapa es crítica para el crecimiento y maduración, por lo tanto se deben planificar y dosificar las cargas de entrenamiento, por supuesto, de acuerdo al sexo, y de los distintos grados de desarrollo: maduradores tempranos, promedio y tardíos. “La determinación de la edad biológica o esquelética es un factor de importancia que nos ayudaría a responder con seriedad y más objetivamente estas preguntas dando elementos importantes para una respuesta adecuada”.

Bibliografía

- Almagía, A. (1996a). Determinación y análisis de la morfoestructura de un equipo de fútbol profesional. *Rev. Chil. Anat.*, 87-95.
- Andersen, E. (1971). Comparison of Tanner-Whitehouse and Greulich Pyle methods in a large scaladnish survery. *Amer. J. Phys. Anthropol*, 373-378.
- Aréchiga, J., & Betancourt, H. (2008). Valoración antropométrica en bailarines. *Archivos de Medicina del Deporte*, 41-50.
- Astrand, O. (1996). *Influencias de la edad biológica y de la selección*. Barcelona: Paidotribo.
- Astrand, O. (1996). *Influencias de la edad biológica y de la selección*. Brcelona: Paidotribo.
- Bale, P. (1992). The functional performance of children in relation to growth maduration and exercise. *Sports Medicine*, 151-159.
- Behnke, A. (1961). Quantitative assessment of body build. *Ann NY Acad Sci*, 960-968.
- Betancourt, H., Aréchiga, J., & Díaz, M. (2007). Composición corporal de bailarines adolescentes de la. *Anthropo*, 23-33.
- Betancourt, H., Aréchiga, J., & Ramírez, C. (2008). Estimación antropométrica de la forma corporal de bailarines profesionales de ballet. *Archivos de Medicina del Deporte*, 357-366.
- Beunen, G., & Cameron, N. (1980). The reproducibility of TW2 skeletal age assessmente by a self-taught assessor. *An. Hum. Biol.* , 155-162.
- Bompa, T. (1987). La selección de atletas con talento. *Revista de entrenamiento deportivo*, 46-54.
- Bullen, B. (1981). Delayed menarche and amenorrhea of college in relation to age of onset of training. *JAMA*, 1559-1563.
- Cabañas, M., & Esparza, F. (2009). *Compendio de Cineantropometría*. Madrid: CTO.
- Cabañas, M., & Esparza, F. (2009). *Compendio de Cineantropometría*. España: CTO.
- Calderone , G., & Leglise, M. (1990). Athletes female. *J. Sports Med.*, 326-339.
- Calderone, G., & Leglise, M. (1986). Anthropometric measurements, body composition, biological maturation and growth predictions in young female gymnasts of high agonistic level. *J Sports Med*, 263-273.
- Calpe, E. (2001). *Diccionario de la Lengua Española*. Madrid, España: Real Academia Española.
- Carracedo, J., & Alvaro, j. (2001). Estudio de la composición corporal y somtotipo y somatotipo en jugadores de rugby. *Archivos de Medicina del deporte*, 448-449.
- Carter, J. (1980). *The Heath-Carter somatotype method*. San Diego: State University Syllaaos.
- Carter, J. (1982b). *Body composition of Montreal Olympic athletes*. Switzerland: Karger.

- Carter, J. (1984b). *Somatotypes of Olympic athletes from 1948 to 1976*. Switzerland: Karger.
- Carter, J., & Heath, B. (1990). *Somotyping -development and applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Carter, J., Ackland, T., Mazza, J., & Ross, W. (1994). *Klinanthropometry in Aquatic Sports*. United States of America: Human Kinetics Book.
- Chamorro, M. (1993). *Manual de Cineantropometría*. Pamplona: FEMEDE.
- Cineantropometría, S. I. (2001). *Estándares Internacionales para la Valoración Antropométrica*. Sur Africa: Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría.
- Claessen, S., & Malina, R. (1992). Growth and menarched status of elite female gymnast. *Med Sci. Sports Exerc.*, 753-763.
- Clarys, J., Martin, A., & Drinkwater, D. (1984). Gross tissue weights in the human body by cadaver dissection. *Human biology*, 459-473.
- Comas, J. (1966). *Manual de antropología física*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Correnti, V., & Zauli, B. (1960). *Olimpionici*. Roma: Marves.
- Cuminsky, M. (1995). *Crecimiento y desarrollo biológico*. Bogota: Organización Panamericana de la Salud.
- Cumming, R., & Garant, G. (1992). Correlation of performance in track and field events with bone age. *J Pediatr.*, 970-973.
- Cureton, T. (1951). *Physical fitness of champion athletes*. Urbana: University of Illinois Press.
- de Garay, A., Levine, L., & Carter, J. (1974). *Genetic and anthropological studies of Olympic athletes*. New York: Academic Press.
- del Olmo, J. (1990). *Los deportistas de alto rendimiento: un enfoque antropológico*. México: Colección científica.
- Depress, P. (1997). Visceral obesity, insulin resistance and dislipidemy: contribution of endurance exercise training to the treatment of the plurimetabolic syndrome. *Exercise and Sport Scien.*, 25, 271-300.
- Esparza, F. (1993). *Manual de Cineantropometría*. Pamplona: FEMEDE.
- Frish, R., Gotz-Welbergen, A., & McArthur, J. (1981). Delayed menarche and amenorrhea of college athletes in relation to age of onset of training. *JAMA*, 1559-1568.
- Gallagher, S., Finison, G., & Guyer, B. (1984). The influence of injuries among 8700 Massachusetts children and adolescent. *Am. J. Public Health*, 318-324.
- García de la Rubia, F. (1998). Valoración de la edad ósea. *Selección*, 160-168.

- Greulich, W., & Pyle, S. (1959). *Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and wrist*. California: Stanford University Press.
- Heath, B., & Carter, J. (1967). A modified somatotype method. *Am J Phys Anthropol*, 227-233.
- Heath, B., & Carter, J. (1967). A modified somatotype method. *Am J Phys Anthropol*, 57-74.
- Heath, B., & Carter, J. (1990). *Somatotyping*. New York: Cambridge University Press.
- Hebbelinck, M., Carter, L., & de Garay, A. (1975). *Body build and somatotype of Olympic swimmers, divers and water polo players*. Baltimore: University Park Press.
- <http://www.sportsciences.com/noticias/Sport-Sciences/8582.html>. (s.f.).
- Jost-Relyveld, A., & Sempe, M. (1982). Analyse de la croissance et de la maturation squelettique de 80 jeunes gymnastes internationaux. *Pediatric*, 247-262.
- Kaprio, J., & Rimpela, A. (1995). Common genetic influences on BMI and age at menarche. *Human Biology*, 739-753.
- Khosla, T. (1984). Physique of Female Swimmers and Divers From the Montreal Olympics. *JAMA*, 536-538.
- Landry, F., & Orban. (1978). *Biomechanics of sport and kinanthropometry*. Canada: Symposia specialist.
- Lapieza, G., & Nuviola, J. (1993). Ejercicio físico y menarca: Un estudio en nadadoras y gimnastas de rítmica. *Arch. Med. Deport*, 147-152.
- Maestre, M. (2004). *Análisis cineantropométrico del crecimiento en deportistas adolescentes*. Madrid: Tesis doctoral.
- Mafulli, H. (1989). Skeletal system: A limiting factor to sports performance. *J Orthop. Reumatol.*, 123-132.
- Malina, R. (1982). *Physical growth and maturity characteristic of young athletes*. Illinois: Human Kinetics Book.
- Malina, R. (1991). *Growth, Maturation and Physical Activity*. Illinois: Human Kinetics Book.
- Malina, R. (1991). *Grwoth, maturation and physical activity*. Champaign: Human Kinetics Book.
- Malina, R. (1994). *PubliCE Standard*. Recuperado el 30 de diciembre de 2008, de <http://www.sobrentrenamiento.com/PubliCE/Articulo.asp?ida=728&tp=s>
- Malina, R., & Waneen, W. (1978). Age at menarche and selected menstrual characteristics in athletes at different competitive levels and in different sports. *Med Sci Sports*, 218-223.
- Malina, R., Beunen, G., & Weillens, R. (1986). Skeletal maturity and body size of teenage belgian track and field thletes. *Ann Hum. Biol.*, 331-339.
- Matiegka, J. (1921). The testing of physicl efficiency. *American Journal of Physical Anthropology*, 223-230.

- Méndez, B. (1981). *Características somatotipológicas de los atletas de alta competencia, determinadas por el método Heath Carter*. México: UNAM.
- Novak, L., Bestit, C., & Mellerowicz, H. (1976a). *Maximal oxygen consumption, body composition and anthropometry of select Olympic male athletes*. Grafelfing: Demeter.
- Novak, L., Woodward, W., & Bestit, C. (1976b). *Working capacity, body composition and anthropometry of Olympic female athletes*. Grafelfing: Demeter.
- O'Brien, R. (1996). *Diving for gold*. United States of America: Oxford University Press.
- Pacheco, J. (1993). *Antropometría de los atletas españoles de elite*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Panaglota, K. (2006). Pubertad y deportes en adolescentes femeninas. *Ann Nestlé*, 85-94.
- Parnell, R. (1958). *Behaviour and physique*. London: Edward Arnold.
- Patel, R. (2001). Características somatotipológicas de los atletas de alta competencia, determinadas por el método Heath-Carter. *Contemp Pediatr.*, 45-72.
- Peña, M. (1992). *Aplicación del Método Fels para Evaluar la Maduración del Esqueleto en un Grupo de Niños de Oaxaca*. México: Colección Científica.
- Peña, M., & Malina, R. (2004). *Growth and maturity profile of youth swimmers in México*. Coimbra: Coimbra University Press.
- Rebato, E., & Rosique, J. (2003). Estimación de la forme corporelle: le somatotype. *Methologie*, 103-108.
- Reilly, T., & Williams, A. (2000). A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. *J Sports Sci*, 695-702.
- Rienzi, E., Mazza, J., Carter, J., & Reilly, T. (1995). *Futbolista sudamericano de elite: morfología análisis del juego y performance*. Buenos Aires: Byosystem Servicio Educativo.
- Roche, A., & Chumlea, C. (1988). *Assessing the skeletal Maturity of the Hand Wrist: Fels Method*. Illinois: Charles C. Thomas.
- Roche, A., & Roberts, J. (1975a). *Skeletal maturity of children 6-11 years*. Rockville: USDHEW.
- Rodríguez, C., Sánchez, G., & García, E. (1986). Contribución al estudio del perfil morfológico de atletas cubanos de alto rendimiento, del sexo masculino. *Científico INDER Cuba*, 6-24.
- Rosique, J., Rebato, E., & Salces, I. (1998). Estudio antropológico sobre la distribución de la grasa subcutánea en niños y jóvenes obesos. *Cuadernos de Antropología y Etnología*, 73-82.
- Ross, W. (1976). *Kinanthropometry, terminology and landmarks*. Springfield: Thomas Publishers.

- Ross, W. (1985). The phantom stratagem for proportional growth assessment: questions and answers. *Human Biol*, 153-167.
- Ross, W., & Marfell-Jhones, M. (1990). *Kinanthropometry*. Illinois: Human Kinetics Book.
- Ross, W., & Marfell-Jhones, M. (1991). *Kinanthropometry*. Champaign: Human Kinetics .
- Ross, W., & Marfell-Jhones, M. (1993). *Cineantropometría*. Barcelona: Paidotribo.
- Ross, W., & Wilson, N. (1974). A stratagem for proportional growth assessment. *Acta Peditrica Belgica*, 169-182.
- Ross, W., Marfell-Jhones, M., & Stirling, D. (1982). *Prospects in Kinanthropometry*. Victoria: University of Victoria Press.
- Sarria, A., Moreno L, & Bueno, M. (1986). Análisis del atlas de Greulich y Pyle mediante los métodos TW2 y TW2-A. *Esp. Pediatr.*, 105-110.
- Sheldon, W., Stevens, S., & Tucker, W. (1940). *The varieties of human physique*. New York: Harper New York.
- Swan, P., & Mc Connell, K. (1999). Anthropometry and bioelectrical impedance inconsistently predicts fatness in women with regional adiposity. *Med. Scien. Sport Exerc.*, 31, 1068-1075.
- Tanner, J. (1986). *El hombre antes del hombre*. México: Fondo de Cultura Económica .
- Tanner, J., Healy, M., Goldstein, H., & Cameron, N. (2001). *Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height*. China: Harcourt Publishers Limited.
- Tanner, J., Whitehouse, R., & Healy, J. (1962). *A new System for Estimating Skeletal Maturity from and Wrist, with Standars Derived from Study of 2600 Healthy British Children (TW1)* . Londres: Academic Press.
- Tanner, J., Whitehouse, R., & Marshall, W. (1975). *Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height*. Londres: Academic Press.
- Tanner, J., Whitehouse, R., Cameron, N., & Marshall, W. (1983). *Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW2)*. London: Academic Press.
- Theintz, G. (1994). Endocrine adaptation to intensive physical training during growth. *Clin. Endocrinol.*, 267-272.
- Thorland, W., & Jhonson, G. (1981). Body composition and somatotype characteristics of Junior Olympic athletes. *Med Scien in Sports and Exerc*, 332-338.
- Toro, T., & Almagía, A. (1989). Aplicción de estándares antropométricos para la evaluación del crecimiento y estdo nutricional en niñas y niños 11-15 años de Valpraiso. *An. Anat. Nor.*, 7:, 99-107.

- Torsveit, M., & Sundgot-Borgen, J. (2005). The female athlete triad: are elite athletes at increased risk? *Med. Sci. Sport Exercise*, 184-193.
- Villanueva, M. (1979). *Manual de técnicas somatotipológicas*. México: Serie antropológica.
- Warren, M. (1980). The effect of exercise on pubertal progression and reproduction function in girls. *J Clin. Endocrinol. Metab.*, 1150-1157.
- Wenzel, A., & Melsen, B. (1982). Replicability of assessment radiography by Tanner-Whitehouse 2 Method. *Human Biol*, 575-581.
- Wilmore, J., & Behnke, A. (1969). An anthropometric estimation of body density and lean body weight in young men. *J Appl. Physiol.*, 25-31.
- Zatsiorski, V. (1989). *Metrología deportiva*. Moscú: Planeta.
- Zurlo, M. (2003). Edad de iniciación deportiva. *Arch. Argent. Pediatr.*, 101-104.

ANEXOS

Anexo 1. Información y formato del consentimiento informado del paciente.

INFORMACIÓN PARA EL PACIENTE Y FORMA DE CONSENTIMIENTO

TÍTULO

**“CARACTERIZACIÓN CINEANTROPOMÉTRICA
EN LA SELECCIÓN JUVENIL DE CLAVADISTAS DE ELITE DURANTE UN
MACROCICLO DE ENTRENAMIENTO DEPORTIVO”**

Trabajo de investigación realizado por:

Hanni Arlette Barrera Quiroz, para la obtención del
Grado de Maestría en Ciencias en Antropología.

Bajo la dirección de:

Dra. Julieta Aréchiga Viramontes
Dr. Carlos Manuel Ramírez García
M. en C. Ma. Elena Sáenz Faulhaber

SEDE:

Comité Olímpico Mexicano
Consejo Estatal para el Fomento Deportivo y el Apoyo a la Juventud
(CODE Jalisco)

DOMICILIO DEL LUGAR DE ESTUDIO:

- Complejo de albergas del Comité Olímpico Mexicano.
Av. Del Conscripto y Periférico s/n, Colonia Lomas de Sotelo, C. P. 11200.
Delegación Miguel Hidalgo, México, D.F.
- CODE Jalisco
Prolongación Av. Alcalde 1360, Col. Miraflores, C.P. 44270, Guadalajara, Jalisco

Esta forma de consentimiento puede contener palabras que no entienda. Por favor pida la médico o al equipo del estudio que le explique cualquier palabra ó la información que no entienda claramente.

Usted recibirá una copia de éste consentimiento y la otra permanecerá en la carpeta de registro del estudio.

A usted se le ha invitado a participar en ésta investigación para determinar la “Caracterización cineantropométrica en la selección juvenil durante un macrociclo de entrenamiento deportivo”.

DURACIÓN DE LA PARTICIPACIÓN: Su hijo participará sólo para la toma de una radiografía postero-anterior de mano izquierda y será llevado en auto particular o si usted prefiere llevarlo el día y hora indicados, según se le indique con anticipación al Servicio de Radiología del Hospital Pediátrico Legaría de la Secretaría de Salud del Gobierno del Distrito Federal.

Procedimientos del estudio:

Antes de incluir a su hija(o) en éste estudio se hará su historial médico para estar seguro de que pueda ingresar al mismo, y se realizará un examen médico completo para descartar cualquier enfermedad que imposibilite su participación en este estudio. Si es elegible, se realizará el estudio de acuerdo a lo propuesto en el protocolo de investigación.

Riesgos o incomodidades:

Si usted experimenta cualquier efecto colateral durante el estudio deberá llamar al 044 55 20 95 85 12 con la Médica Hanni Arlette Barrera Quiroz o al 044 55 39 79 23 89 con la Dra. Julieta Arèchiga Viramontes, o al 044 55 15 10 84 58 con el Dr. Carlos Manuel Ramírez García o al 044 55 85 25 38 29 con la M. en C. María Elena Sáenz Faulhaber.

No existen efectos colaterales en este estudio.

Participación voluntaria/retracción:

SU PARTICIPACIÓN EN ESTE ESTUDIO ES ENTERAMENTE VOLUNTARIA. Puede rehusarse a que participe su hija(o) o puede retirarlo de este estudio en cualquier momento y recibir atención médica o cualquier beneficio de sus derechos en este sitio.

Su médico le avisará de cualquier novedad en la información acerca de esta investigación y puede influir en su disposición para participar en éste estudio.

Su médico, de acuerdo a su juicio, podrá cancelar el estudio en cualquier momento.

Confidencialidad:

La información de este estudio será presentada en Congresos o publicaciones por los investigadores al finalizar el análisis del mismo. Los expedientes que lo identifican y el consentimiento informado firmado por usted pudieran ser inspeccionados por las autoridades que así lo requieran.

Los resultados de este proyecto de investigación pueden ser presentados en Congresos o en publicaciones, sin embargo su identidad no será revelada en estas presentaciones.

Preguntas:

Si usted tiene cualquier duda concerniente a su participación en este estudio, o si en cualquier momento su hija (o) siente estar experimentando un daño relacionado con la investigación; llamar a:

Si tiene dudas acerca de sus derechos como sujeto de investigación, puede llamar a:

CÓMITE DE ÉTICA:

CONSENTIMIENTO:

He leído o me han leído esta forma de consentimiento. He sido instado a preguntar acerca de cualquier duda respecto a éste estudio ó su forma de consentimiento que no haya entendido y he recibido respuestas satisfactorias a mis preguntas.

Consiento voluntariamente participar en este estudio:

Consiento el acceso de mi expediente al patrocinador ó de sus designados, a la Secretaría de Salud y al Comité de ética de mi médico.

Por firmar ésta forma de consentimiento no renunció a los derechos legales de los cuales puedo tener como un participante en un estudio de investigación.

Firma del paciente

Fecha

TESTIGO:

Yo verifico que la información en esta forma de consentimiento ha sido leída por el sujeto ó leída al sujeto, si es necesario:

Firma del paciente

Fecha

Testigo

Fecha

Firma del investigador

Fecha

Anexo 2. Proforma ISAK

Nombre: _____
 Sexo: _____ Fecha de nacimiento: _____
 Fecha de medición: _____ Hora: _____
 ID Evaluador: _____ Altura del banco: _____

Básicos		Medición 1			Medición 2			Medición 3			Media/Mediana		
1	Masa Corporal®		
2	Estatuta®		
3	Talla sentado		
Panículos													
4	Tríceps®		
5	Subescapular®		
6	Bíceps®		
7	Cresta Iliaca®		
8	Supraespinal®		
9	Abdominal®		
10	Muslo Frontal® d/e-a/b/c		
11	Pantorrilla Medial®		
Circunferencias													
12	Cabeza		
13	Cuello		
14	Brazo (relajado)®		
15	Brazo (flex. & en tensión)®		
16	Antebrazo (máximo)		
17	Muñeca (estiloideo distal)		
18	Tórax (mesoesternal)		
19	Cintura (mínima)®		
20	Caderas (máximo)®		
21	Muslo (1 cm glúteo)		
22	Muslo(troch-tib-latmedio)		
23	Pantorrilla (máximo)®		
24	Tobillo (mínimo)		
Longitudes													
25	Acromiale-radiale		
26	Radiale-styilion		
27	Midstyilion-dactyilion		
28	Altura Iliospinale		
29	Altura Trochanteria		
30	Troch-tibialelaterale		
31	Altura Tibialelaterale		
32	Tibmed-sphyrintibiale		
Diámetros													
33	Biacromial		
34	Billiocristal		
35	Longitud Pié		
36	Tórax transverso		
37	Tórax A-P		
38	Humeral®		
39	Femoral®		

® = incluido en el perfil Restringido

Muslo Frontal® d/e - pierna derecha o extendida Y a/b/c – método utilizado

Anexo 4. Material

1. Tallímetro telescópico Seca 220® (rango de medición: 85-200 cm; precisión: 1 mm);
2. Balanza Seca 710®, previamente calibrada (capacidad: 200 kg; precisión: 50 g);
3. Cinta antropométrica Rosscraft (precisión 1mm)
4. Paquímetro (rango de medición: 0-250 mm; precisión: 1 mm)
5. Plicómetro Harpenden® (rango de medición: 0-48 mm; precisión: 0,2 mm; presión constante de 10g/mm²)
6. Antropómetro (precisión 1mm) marca
7. Banco de madera de 40 cm de altura para medir la altura sentado
8. Lápiz dermatográfico para marcar al individuo, nivel para asegurar la rectitud del antropómetro).
9. Hojas bond de registro
10. Segmómetro marca Rosscraft con precisión de 0,1 cm.
11. Flexómetro Rosscraft
12. 25 radiografías marca 3M de 8 x 10 pulgadas
13. Equipo fijo radiográfico marca Siemens
14. Equipo de revelado automático marca Siemens
15. Negatoscopio
16. Lupa

Apoyo y recursos humanos:

- Apoyo radiográfico de la Secretaría de Salud del Gobierno del Distrito Federal.
- 1 médico radiólogo pediatra
- 2 médicos del deporte certificados ISAK II
- 1 antropólogo físico
- 1 técnico radiólogo

Agradecimientos

Agradezco infinitamente a Dios.

A mis amados padres Rodolfo Barrera Aguilar† y María de la Luz Quiroz Garduño, por todo el amor que dieron.

A mi amada hermana Silvia Romero Quiroz†, quien siempre me amo y apoyo en todo.

A mis hermanos Araceli Romero Quiroz y José Claudio Romero Quiroz.

A mi amado esposo Gabriel Rodríguez Báez, quien además de darme amor, siempre me ayuda con el análisis estadístico.

A mi amada hija Vania Scarlett Rodríguez Barrera, quien me motiva para seguir adelante.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, que me aceptó en el posgrado a través de la Facultad de Filosofía y Letras.

A todos los catedráticos que me guiaron en la Maestría.

A CONACYT, por aceptarme como alumno y apoyarme económicamente.

Con todo mi amor a los clavadistas quienes me permitieron trabajar con ellos y a sus entrenadores.

Con mucho cariño al Dr. Carlos Manuel Ramírez García, maestro y amigo quien me acerco a la Maestría en Antropología, a los clavadistas del CDOM y CODE Jalisco, además de apoyarme en la elaboración y conclusión de este trabajo.

A mi directora de tesis Dra. Julieta Aréchiga Viramontes, por su aceptación y ayuda en la elaboración de este trabajo.

A la M. en C. María Elena Sáenz Faulhaber, quien pacientemente me enseñó el TW3.

A mi amiga Amabela Ramírez Quintero, quien me apoyo aquí en el CDOM y en CODE Jalisco para realizar mis mediciones antropométricas.

A mi maestro el Dr. Juan Manuel Herrera, quien me apoyo con el material radiográfico.

A la Dra. Carmen Basave Fonserrada y T.R. Carmen García Pérez, quienes me apoyaron para la toma de cada una de las radiografías.