

11223



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIRECCION GENERAL DE ACTIVIDADES DEPORTIVAS
Y RECREATIVAS
SUBDIRECCION DE INVESTIGACION Y MEDICINA
DEL DEPORTE

CARACTERISTICAS ANTROPOMETRICAS Y
ERGOMETRICAS DEL NADADOR CON MONOALETA
MEXICANO.

T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO DE:
ESPECIALISTA EN MEDICINA DE LA
ACTIVIDAD FISICA Y DEPORTIVA

P R E S E N T A :
DR. MARIO G. VICTORIA LABRADA

ASESORES: DRA. SOFIA M. HERNANDEZ RODRIGUEZ DE LEON

DR. JORGE R. MARTINEZ GALARZA



MEXICO, D. F.

AGOSTO DEL 2000



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.

TODOS ES POSIBLE. HASTA QUE SE PRUEBA QUE ES IMPOSIBLE.

Y AÚN ENTONCES.

LO IMPOSIBLE PUEDE SERLO SOLO POR AHORA.

ÍNDICE

I INTRODUCCIÓN.	3
II MARCO TEÓRICO	4
1 TÉCNICA DE NADO	6
1.1 PROPULSIÓN	6
1.2 FASES DE CICLO DE NADO	7
1.3 RESISTENCIA AL AGUA	8
2 CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS	13
2.1 EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO DE RESISTENCIA	13
2.1.1. SEXO Y ESFUERZO	14
2.1.2. EDAD Y ESFUERZO	14
2.1.3. CONDICIONES AMBIENTALES	14
2.2. ASPECTOS ANTROPOLÓGICOS	16
2.2.1. ESCUELAS BIOTIPOLOGICAS	16
2.2.2. INDICE Z (PHANTOM)	18
2.2.3. DIMENSIONES ESQUELÉTICAS	19
2.3. ASPECTOS ERGOMÉTRICOS	19
2.3.1. CARACTERÍSTICAS DEL LABORATORIO	19
III PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	
1. NATURALEZA DEL PROBLEMA	24
2. OBJETIVOS	25
2.1. OBJETIVO GENERAL	25
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
3. TIPO DE ESTUDIO. UNIVERSO DE TRABAJO Y CRITERIOS	26
4. MATERIAL Y MÉTODO	26
4.1 ANTROPOMETRÍA	26
4.2 ERGOMETRÍA	30
4.3 EQUIPO Y MATERIAL EMPLEADO	33
5. VARIABLES ESTADÍSTICAS	34
5.1 RESULTADOS	35
5.2 COMPOSICIÓN CORPORAL	37
5.3 SOMATOTIPO	37
5.4 ERGOMETRÍA	38
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS	39
6.1. COMPOSICIÓN CORPORAL	43
6.2 SOMATOTIPO	45
6.3 ÍNDICE Z (PHANTOM)	51
6.4 ERGOMETRÍA	56
7. COMENTARIO	58
8. ANEXOS	59
9. GLOSARIO	63
10. MEDICIONES OBTENIDAS	71
BIBLIOGRAFÍA	79

I INTRODUCCIÓN

NADO CON ALETAS Y VELOCIDAD SUBACUÁTICA

I INTRODUCCIÓN

Desde las etapas evolutivas tanto de hombres como animales, la capacidad para sumergirse en el agua la han experimentado con gran aceptación. Al introducirse en el agua, necesitan desplazarse a través de ella por medio de movimientos propulsivos de manera semejante a la forma viviente, propia del medio¹. Así se puede asegurar que la natación es tan antigua como la humanidad, y ha sido parte de la cultura de muchas civilizaciones y naciones. La historia primitiva de la natación comienza desde el año 9000 aC, cuando se grabaron figuras de nadadores en los muros de las cuevas del desierto de Libia². Esa historia revela que la natación ha estado estrechamente vinculada con el entrenamiento militar, las ceremonias y actos religiosos, así como la vida recreativa de numerosas naciones.

La natación con aletas inicialmente comenzó como actividad colateral del buceo y posteriormente adquirió modalidades técnicas de la natación, hasta lograrse definir como un estilo propio hasta nuestros días¹⁰. Al adquirir el nado con aletas estas modalidades técnicas de la natación, se observará que durante la práctica de este tipo de actividad física, se experimentarían cambios fisiológicos y morfológicos; por lo tanto se observarían adaptaciones morfofuncionales en esta disciplina resistencial.

El nado con aletas en nuestro país es una disciplina reciente, la cual se practica en muy pocos sitios, teniendo un mayor contingente practicante en la ciudad de México. Las edades en las que se practica van de los 7 años hasta los 40.

La razón por la cual se practica en pocos lugares del país, es la infraestructura requerida, ya que si bien lo que se requiere es una alberca, esta deberá cumplir con los requisitos establecidos por la CMAS (Confederación Mundial de Actividades Subacuáticas):

- Longitud de 50 metros.
- Contar con 8 carriles, con sus respectivos bancos de salida numerados.
- Profundidad de 1.80 metros como mínimo.

Además de contar con una difusión y promoción para la práctica de este tipo de actividad subacuática, y obtener así una numerosa población practicante.

Todos los deportes se basan por lo tanto en un estudio sobre aspectos biomédicos, pedagógicos, y el desarrollo de los mismos; del primero tenemos el aspecto fundamentalmente físico, en el cual se encuentran ubicadas las características morfofuncionales, a saber el estudio de la composición corporal, proporcionalidad, somatotipo, así como, su respuesta cardiovascular ante el esfuerzo físico y sus variables fisiológicas (consumo de oxígeno y eficiencia cardíaca, entre otras).

Debemos estudiar al individuo objetivamente ya que es parte fundamental e imprescindible para la práctica de cualquier disciplina deportiva, conocer sus potencialidades para poder facilitar el estudio del resto de las cualidades.

La medicina del deporte en una de sus múltiples acciones es la de encargarse del estudio morfofuncional de la población, que practica actividad física y deportiva, analiza sus características antropométricas y la influencia que esto induce en el desempeño deportivo y su respuesta fisiológica sometida a estrés físico.

II MARCO TEÓRICO

La capacidad del hombre para sumergirse en el agua se ha podido manifestar a través de los años y de la misma evolución de la raza humana. De esta forma los antepasados pescadores polinesios, para ayudarse en su actividad realizaban la construcción de aditamentos para la sumersión en el agua (esto representaría el antecedente de las aletas), y poder así obtener los productos comestibles del mar²⁰

Cuando un hombre o animal se introducen en el agua, necesitan desplazarse a través de ella por medio de movimientos propulsados de manera semejante a los peces³; ésta propulsión debe derivarse de la fuerza de varios vectores y de resistencia generada por el agua.

El capitán francés DeCorlieu inició la construcción de aletas de hule, teniendo en mente únicamente su aplicación en la milicia, para las batallas. De cualquier forma la naturaleza de competencia del hombre hizo posible que las primeras confrontaciones del nado con aletas se realizaran antes de la segunda guerra mundial.

En 1952, la primera organización internacional de buceo pasó a formar parte de la Comisión Deportiva Subacuática, creando posteriormente la C.M.A.S.(Confederación Mundial de Actividades Subacuáticas), que a su vez se convierte en la F.M.A.S., (Federación Mundial de Actividades Subacuáticas). En 1957 se realiza la Primera Reunión General Anual de la C.M.A.S., llevándose a cabo cada año hasta 1959 y en esta última reunión se reconoce mundialmente al buceo y a las actividades subacuáticas incluyendo al nado con aletas.

El nado con aletas y la velocidad subacuática es un deporte que surgió en Europa en la década de los 50's y como parte competitiva del buceo, es a partir de los años 60's, gracias al capitán francés Jaques Yves Cousteau, quien popularizó el estudio de la vida marina y la actividad deportiva subacuática ayudado por medio de tanques de aire comprimido para poder respirar.

El nado con aletas y velocidad subacuática tiene la característica principal de desplazarse en el agua y por debajo de ella con la ayuda de la propulsión originada por aletas especiales. Dos son los elementos que ondulan el movimiento del hombre: el cuerpo y la monoaleta, y en el pez lo son el cuerpo y la aleta caudal¹⁹

El nado con aletas ha evolucionado, de modo que las técnicas y los elementos van a semejar lo más posible a los peces

Posteriormente en la década de los 60's, se realiza el Primer Campeonato Europeo oficial de Nado con Aletas y Velocidad Subacuática, en Angara, Italia (1967). Durante esta época, los nadadores utilizaban aletas hechas a base de placas de acero, remachadas, sobre las usuales aletas de hule comerciales

A principios de los años 70's, se realiza una evolución en cuanto a la tecnología de su construcción y la creación de una aleta, la cual es de mayores dimensiones, que sustituyen a la de placa de acero por unas más ligeras y flexibles, de reciente creación cuyas dimensiones son mucho mayores que las ya existentes²⁰. Ésta aleta está construida a base de fibra de vidrio y caucho, utilizado para la colocación de los pies en forma de funda y en una sola pieza cuya forma simula la aleta caudal de un pez, a esta aleta se le ha denominado MONOALETA. De esta forma se cambió por completo la imagen del nado con aletas, ya que inicialmente los nadadores adoptaban la técnica del estilo de natación de crawl, usando a la vez la monoaleta, posteriormente con el uso de esta, surge una nueva técnica que hace a esta disciplina muy singular y específica.

La monoaleta fue usada en un principio sólo para distancias cortas en eventos de superficie e inmersión. Ahora bien, con la aparición de técnicas más eficientes y mejores métodos de entrenamiento, el uso de la Monoaleta ha ido ganando terreno progresivamente.

A mediados de los años 70's, el nado con aletas llegó a México y aparece en la Universidad Nacional Autónoma de México en la década siguiente, permitiendo a los nadadores contar con una novedosa modalidad de actividad acuática.

Ya en los años 80's se presenta un dominio absoluto del uso de la Monoaleta. Con el poder ejercido durante este estilo en forma ondulatoria con el uso de la misma, ha sido posible alcanzar altas velocidades por parte de los nadadores de hasta 12 k/h.

Aparte de los campeonatos mundiales y continentales específicos de esta disciplina, el nado con aletas ha participado en otras competencias multideportivas como juegos mundiales y los propios de los países en los que se practica este deporte.

El mayor triunfo alcanzado para el nado con aletas y velocidad subacuática es el reconocimiento oficial de la C.M.A.S., por el Comité Olímpico Internacional (C.O.I), en el año de 1986.

Los países de mayor nivel competitivo en los campeonatos mundiales son:

- China.
- Rusia.
- Hungría.
- Francia.
- Italia.

En el año de 1998 se llevó a cabo el 9º campeonato mundial de Nado con Aleta en Cali, Colombia y en 1999 se efectuó el Campeonato Mundial Juvenil en Estrasburgo, Francia.

Los Deportes subacuáticos se encuentran divididos en diversos tipos¹⁸.

- 1 Nado con aletas (y monoaleta)
- 2 Orientación subacuática.
- 3 Hockey subacuático.
- 4 Rugby subacuático
- 5 Caza subacuática

Las aletas utilizadas se dividen en tres tipos diferentes¹⁹

1. **CONVENCIONALES.** son utilizadas generalmente para los entrenamientos o para los principiantes y cuyas características son de aproximadamente 40 a 45 cm de longitud por 22 cm de ancho, construidas a base de caucho

2. **BIALETAS:** son similares a las anteriores sólo que se diferencian en las medidas, ya que estas miden 75 cm de longitud por 20 cm de ancho, así como el material del que están hechas, el cual es de fibra de vidrio.

3. **MONOALETA:** es la más utilizada en competencias a nivel nacional e internacional. Es una sola aleta, hecha a base de fibra de vidrio y de caucho, dentro de la cual se colocan los pies, para simular el movimiento de los delfines cuyas dimensiones aproximadas son de 60 a 65 cm en su mayor anchura y de 40 a 45 cm de longitud de la hoja.

1. TÉCNICA DE NADO⁴:

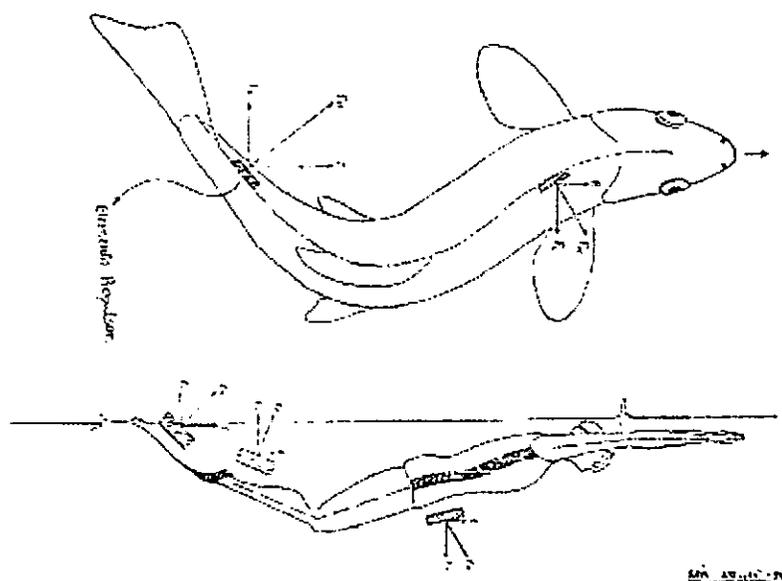
El nado con aletas ha evolucionado de modo que las técnicas y los elementos propulsivos semejan a aquellas propias de los animales que en millones de años han conseguido una perfecta adaptación al ambiente (peces, mamíferos acuáticos). Al principio se adaptaron las técnicas propias del crawl aplicadas al nado con aletas, actualmente se sigue este mismo estilo.

Se puede observar en el gráfico que existe una gran semejanza entre los diseños: el pez y el nadador con aletas. En este diseño se puede ver que se trata de un movimiento ondulatorio y también que existe una estructura denominada elemento propulsor: ambos son de gran importancia en el nado con aletas.

En la propulsión una onda recorre el impulso, esto es la estructura que fortalece el movimiento propulsivo. Dos son las estructuras que pueden desplazar al hombre y al pez, como se mencionó anteriormente, estos son los llamados elementos propulsores.

1.1 Propulsión⁷

Si la propulsión va por medio del movimiento ondulatorio del cuerpo y de la monoaleta, el cuerpo ondula una o más semilongitudes de onda que viaja de la cabeza a la monoaleta a mayor velocidad de aquella que llevan a cabo los peces en el agua. En la ondulación cada segmento del cuerpo se mueve lateralmente respecto a la cabeza como elemento propulsor que acelera el agua, y con este movimiento genera una fuerza opuesta de igual magnitud que crea una reacción (F_{in}), para su mejor desplazamiento. Esta fuerza es igual al producto de la aceleración contenida del agua a la masa del agua desplazada.



Existen dos componentes¹⁹:

1. Fuerza longitudinal. (E).
2. Fuerza perpendicular. (F1).

La fuerza longitudinal (E), es mayor cuanto más se aleja de la cabeza.

Las oscilaciones de la parte anterior del cuerpo no son recomendables, sobre todo cuando se nadan grandes distancias, puesto que se originan tanto fuerzas laterales como verticales que consumen mucha energía aumentando la resistencia

1.2 Fases del ciclo de nado^{7, 9, 10}

Se distinguen dos fases principales:

1. Fase descendente.
2. Fase ascendente

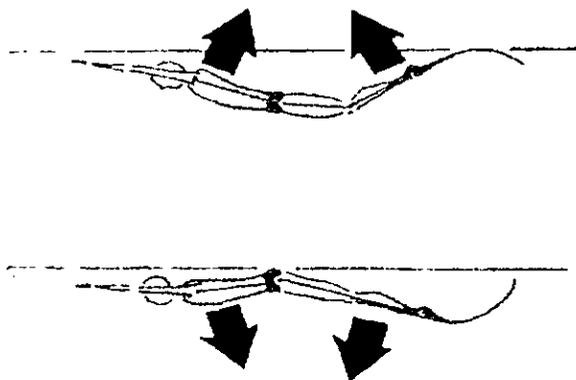
FASE DESCENDENTE es la más eficaz desde el punto de vista propulsivo. Inicia con el movimiento en el cual las piernas están paralelas a la superficie del agua, a partir de este punto, el tronco y la rodilla descienden provocando elevación de la cadera, mientras se baja se intenta alcanzar la máxima flexión del tronco, movimiento en el cual la rodilla alcanza la mayor profundidad

Posteriormente la rodilla se extiende bruscamente mientras el tronco se levanta. Una vez que la rodilla se extiende y el pie alcanza su máxima profundidad termina la fase descendente.

FASE ASCENDENTE: en esta fase las piernas se mantienen extendidas hasta que regresan paralelas a la superficie del agua gracias a la extensión del tronco.

En el momento en que comienza la extensión de la rodilla inicia simultáneamente la flexión del tronco, pero la inclinación del fémur con la superficie del agua permanece casi constante, aproximadamente de 30 a 45°.

Es decir cuando se bajan las piernas, desciende también el cuerpo y cuando se elevan las piernas también lo hace el cuerpo



1.3 Resistencia al agua^{9,8,10} :

El agua presenta resistencia al movimiento de objetos y en natación se conoce como "resistencia al avance", que siempre se ejerce en sentido contrario al que se muevan los cuerpos de los nadadores.

Existen tres factores que determinan la cantidad de resistencia con la que se encuentran los nadadores. Estos son:

1. El espacio que ocupan en el agua. (EFECTO DEL ESPACIO).
2. La forma corporal que presentan al agua. (EFECTO DE LA FORMA).
3. La velocidad de su movimiento. (EFECTO DE LA VELOCIDAD).

RESISTENCIA AL ROZAMIENTO¹¹

Los principales factores que influyen en la cantidad de resistencia al rozamiento que encuentran los nadadores son el área de su superficie, su velocidad y la aspereza de su superficie corporal. Los nadadores no tienen ningún control sobre el área de la superficie, y su velocidad solo puede ser controlada por la forma en que programen el ritmo de la primera parte de sus carreras. Obviamente las superficies lisas causan menos fricción que las ásperas.

COLOCACIÓN DEL CUERPO¹¹

Se identifican tres posiciones que el cuerpo adopta durante cada ciclo y que juega un papel muy importante en la reducción de la resistencia al avance:

1. El cuerpo del nadador debe estar lo más elevado posible durante las fases de mayor propulsión.

2. Las caderas deben desplazarse hacia arriba y hacia adelante a través de la superficie durante el primer batido descendente. Si las caderas sólo suben hacia la superficie, la patada no es lo suficientemente propulsora ni cumple la función de colocar el cuerpo en una posición hidrodinámica.

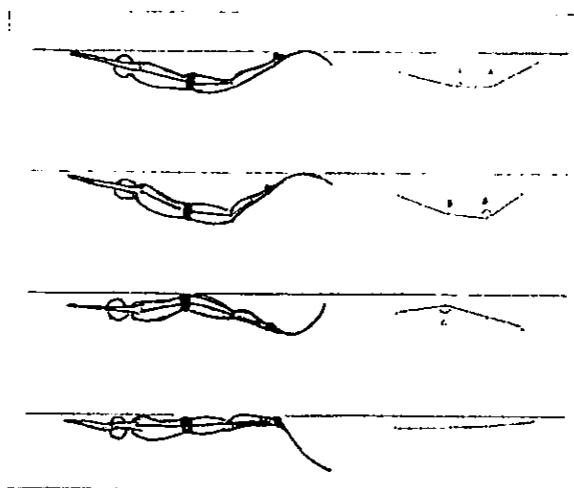
3. La potencia de la segunda patada no debe ser tan importante a fin de evitar empujar las caderas del nadador sobre la superficie. Los movimientos ascendentes y descendentes del cuerpo (cuello, brazos y tronco) del nadador no deben ser exagerados. Una ondulación excesiva de la parte anterior del cuerpo incrementa el espacio que los nadadores ocupan en el agua y por consiguiente aumenta la resistencia del agua al movimiento hacia adelante.

La adecuada ondulación tiene lugar cuando:

1. La cabeza baja sólo por debajo de los brazos en el momento en que las manos entran en el agua, en el caso de la monoaleta, esta posición debe permanecer durante todo el recorrido de la distancia a cubrir^{19,20}

2. Las caderas se elevan justo lo necesario para romper la superficie del agua, durante el primer batido descendente de las piernas

3. Las caderas y las piernas no están colocadas a demasiada profundidad al completar el batido descendente en la segunda patada



Para poder realizar la patada de delfin con efectividad, es esencial poseer una flexibilidad de tobillos superior a lo normal. Barthels y Adrian¹³ llegaron a la conclusión de que esta capacidad era más importante que la fuerza. Los nadadores mariposistas deben ser capaces de extender sus pies de 70 a 80 grados de la vertical.

Aunque una de las funciones principales de la patada de delfin es hacer que las caderas se eleven y se sumerjan, los nadadores deben de tener cuidado de que estos movimientos ascendentes y descendentes no sean excesivos. Cuando la patada se ejecuta correctamente, en el primer batido descendente, las caderas deben desplazarse hacia arriba y por encima de la superficie. Durante el batido hacia arriba subsiguiente, deben caer justo por debajo de la superficie. Los batidos que se ejecutan de forma exagerada hacia arriba y hacia abajo incrementan la resistencia al avance debido a la forma y al oleaje.

Además del equipo básico para este tipo de deporte (aleta y monoaleta), existen dos elementos indispensables para la practica del mismo, lo son²⁰

1 Tubo respirador (snorkel)

Está diseñado en material plástico (PVC o Acrílico), con las siguientes características

- a) Longitud máxima de 48 cm.
- b) Diámetro interior de 2.5 cm como máximo

c) Colocación lateral y/o frontal. (actualmente el snorkel lateral está cayendo en desuso, de manera que el próximo año 2001 solamente el snorkel frontal será el oficial.

d) Cuenta en el extremo con una boquilla o bien sólo protección para su detención con los labios y dientes

2 Tanque de aire comprimido con equipo auxiliar adaptado al nadador y al tipo de prueba de competencia ⁸

a) Estos tanques no difieren mucho de los conocidos para el buceo, solamente lo que varía de estos es su tamaño y forma en su extremo. El tamaño de los tanques utilizados en el Nado con Monoaleta depende del tipo de prueba que se vaya hacer en inmersión, ya que de esta depende la capacidad del tanque

b) En cuanto a su forma esta semejará a la de una cápsula, es decir con los dos extremos redondos, esto es para disminuir la superficie de resistencia del mismo tanque y no contrarrestar el efecto de avance del nadador

Se debe nadar mirando siempre el fondo de la alberca, manteniendo los brazos en extensión al frente y una mano sobre la otra y por arriba de la cabeza, el movimiento de la patada se realiza de forma rápida y constante, la pelvis es el principal ejecutor, por lo cual se requiere de un gran nivel de fuerza muscular en región lumbar y abdominal, lo mismo en los brazos, espalda alta, muslo, piernas y tobillos. El nadador mientras cubre el recorrido de la distancia asignada realiza sus ventilaciones mediante el snorkel. El nado se lleva a cabo sin subir la cabeza a la superficie o por arriba de ésta, ya que si lo hace crea un efecto de frenado^{19,20}.

En caso de que realicen pruebas de inmersión, se requiere del tanque, que se coloca al frente conservando la misma posición de los brazos

En el nado con aleta y velocidad subacuática existen tres tipos de pruebas:

1. APNEA es una prueba de inmersión, la cual consiste en nadar por debajo de la superficie del agua todo el tiempo en ausencia de ventilación y recorrer una distancia máxima de 50 metros, por esta razón es la prueba más rápida de todas

2 INMERSIÓN esta prueba se realiza auxiliado por un tanque respirador y como se mencionó varían sus dimensiones, dependiendo del tipo de prueba a realizar.

En este tipo de prueba, el cuerpo debe mantenerse sumergido, excepto al momento de dar la vuelta de campana, en la que es necesario observar una parte del cuerpo por arriba del agua. Las distancias a recorrer en esta especialidad son:

1. 100 metros
2. 400 metros
3. 800 metros

3 SUPERFICIE

En esta especialidad se tiene la misma técnica, sólo que aquí se utiliza el snorkel, las distancias a recorrer son

- 1 50 metros
- 2 100 metros
- 3 200 metros
- 4 400 metros
- 5 800 metros
- 6 1500 metros
- 7 Relevé de 4 x 100 m
- 8 Relevé de 4 x 200 m

Existen también las pruebas de gran fondo, las cuales se llevan a cabo en aguas abiertas (lagunas, ríos o mares).

Durante la realización de la prueba, sólo está permitido nadar en apnea, como máximo 15 metros, después de salir del banco o posterior a la vuelta de campana.

Los estilos en la natación con aletas y velocidad subacuática varían de acuerdo al equipo que se va a ocupar; así al usar aletas convencionales o bialetas en superficie, se parecerá al estilo de crawl de natación clásica; sólo que se diferencia en que se realiza un menor número de brazadas con respecto a la patada ya que al ser más amplia y con la propulsión generada por las aletas a través de los miembros pélvicos se vuelve más eficiente.¹²

Han pasado décadas para que el nado con aletas hiciera un camino diferente para el deporte. La característica más espectacular de la natación con monoaleta, aparte del uso de la misma y su diseño, es la gran velocidad que se alcanza, lo que aunado a la gran variedad de pruebas, ha sido un factor importante para su rápida y popular extensión en todo el mundo.

2. CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS DEL ENTRENAMIENTO

Todo esfuerzo depende considerablemente del estado de entrenamiento del organismo. Esto debe tenerse en cuenta al enjuiciar cualquier medición de esfuerzo, ya que la disminución de esta capacidad de esfuerzo puede estar condicionada, en mayor o menor medida por el entrenamiento²². Se puede lograr un aumento especial del esfuerzo a través de un entrenamiento de fuerza, elasticidad, resistencia y coordinación. En la mayoría de las formas de entrenamiento, se combinan en diferentes proporciones estas capacidades.

Todo entrenamiento consiste, en principio, en la aplicación de estímulos funcionales de sobrelímite de medida creciente. Estos provocan efectos morfológicos y funcionales sobre el organismo que conducen a un aumento de la capacidad general de esfuerzo y rendimiento^{21,23}.

Los efectos incrementadores del esfuerzo del entrenamiento dependen de:

1. Los componentes (intensidad, duración, densidad y frecuencia) de la carga de entrenamiento.
2. La eficiencia del entrenamiento (los ejercicios de fuerza, movilidad y resistencia tienen efecto diferente sobre el organismo).
3. Los factores endógenos (p. ejemplo la composición corporal, somatotipo, la edad y el sexo).
4. Los factores exógenos (p. ejemplo la temperatura ambiental y las condiciones de alimentación, entre otras)

Los estímulos funcionales de entrenamiento favorecen el desarrollo y el crecimiento del sistema óseo y muscular. En diferentes tipos de deportes y formas de movimiento, todo el sistema locomotor se acopla de manera especial; manifestándose transformaciones morfológicas, bioquímicas y fisiológicas. Lo mismo que sucede en el área psicológica donde su entrenamiento influye directamente en el rendimiento físico del atleta.

2.1 Efectos de entrenamiento en resistencia

Muchos efectos de entrenamiento comparables, especialmente los efectos de los ejercicios de tipo aeróbico, posibilitan un aumento del abastecimiento de oxígeno al organismo, a sus órganos y tejidos entrenados. La capacidad de esfuerzo del organismo y también su salud dependen en gran medida de la magnitud del abastecimiento de oxígeno.

El entrenamiento en forma constante adapta el corazón y el sistema circulatorio a una marcha rutinaria muy económica. Un corazón entrenado, realiza mucho menos trabajo en el transcurso de un día^{23,27}. Por eso en el deportista no se encuentran señales de desgaste y agotamiento prematuro del corazón, como en la persona inactiva físicamente. La falta de trabajo y entrenamiento físico conducen al desarrollo de un estado susceptible de enfermedad, siendo un producto de la civilización tal como se manifiesta.

El entrenamiento aumenta también la potencia reguladora del sistema vagal, lo cual se demuestra fundamentalmente en las funciones circulatorias²⁷, ya que provoca un predominio y mayor control parasimpático. Este estado de entrenamiento del sistema vegetativo se expresa claramente en la bradicardia y bradipnea durante el reposo.

Estos efectos biológicos del entrenamiento son una condición indispensable para cualquier aumento real del rendimiento físico²¹ y tiene gran importancia para el desarrollo físico y la salud del hombre, por tal razón el ejercicio es uno de los medios más eficaces en la medicina preventiva y de rehabilitación

Las características fisiológicas del sistema cardiovascular, que funciona satisfaciendo a las necesidades metabólicas tisulares merced a sus mecanismos de reserva y adaptación, nos muestran como el ejercicio pone a prueba dichos mecanismos y señala los límites de esta capacidad en un estado adecuado de salud.

La capacidad de esfuerzo se puede definir como la capacidad física y psíquica del individuo para alcanzar un esfuerzo máximo individual²¹ (esfuerzo límite bajo condiciones normales) influido considerablemente por las condiciones ambientales. La capacidad depende en gran medida de la condición y la voluntad de esfuerzo, a través de las cuales se pueden movilizar, en mayor o menor grado, las reservas de esfuerzo existentes. Evidentemente, las reservas de esfuerzo totales sólo pueden mobilizarse en situaciones de emergencia especiales.

2.1.1 Sexo y esfuerzo^{22,23}

La capacidad física de las mujeres, tanto en esfuerzos cortos, medios, como continuos de larga duración, es menor de forma absoluta que la de los hombres. En investigaciones de diversos autores sobre la fuerza muscular relativa de las mujeres en comparación con los hombres, oscila entre el 60 y 80%

2.1.2 Edad y esfuerzo²³

Astrand comprobó que en individuos del sexo masculino entre los 7 y los 33 años de edad se producía un consumo máximo de O₂ casi igual por kg. de peso en todos los niveles de edad²¹

Para una misma carga de trabajo puede requerirse un "esfuerzo biológico" diferente, porque el grado de acción del esfuerzo biológico está determinado por las condiciones mecánicas, individuales y múltiples factores endógenos y exógenos

2.1.3 Condiciones ambientales^{22,23}

Todas las funciones biológicas de esfuerzo resultan influidas por la temperatura ambiental, la radiación térmica, la humedad del aire, la presión atmosférica, la contaminación y la hora del día. Seguramente que para todas las magnitudes y formas de esfuerzo, existe un valor fisiológico óptimo de la temperatura del aire y de la hora del día, en dependencia de los factores constitucionales

Las temperaturas elevadas y una humedad relativa elevada por encima del 70% conducen a un esfuerzo adicional del organismo durante el esfuerzo en dependencia de la magnitud del movimiento del aire. Estas temperaturas provocan un aumento de la FC, pero también del volumen circulatorio por minuto y de la amplitud de la presión arterial, durante igual esfuerzo, como expresión del incremento en los procesos de regulación térmica ya que en estas condiciones se producen cantidades considerables de calor, aparte como la mayoría de las investigaciones se llevan a cabo a temperaturas entre los 18 a 24 grados y una humedad relativa de 30 a 70% probablemente no sean condiciones óptimas para los esfuerzos físicos continuos, sin embargo son las condiciones bajo las cuales se obtienen la mayoría de los valores en las investigaciones ergométricas.

Para cualquier actividad natatoria que requiera un gasto continuo de energía, el nadador que posea un mayor nivel VO_2 tendrá ventaja desde el punto de vista de la resistencia¹⁰, lo que no significa que serán siempre los mejores en pruebas de larga distancia. Así como ocurre con la fuerza, se debe poseer la técnica motora necesaria para nadar eficientemente y obtener los beneficios de esta ventaja fisiológica.

El agua ofrece menor resistencia a los esfuerzos propulsivos de los nadadores que la que presentan las superficies sólidas en las que se desenvuelven los atletas que trabajan sobre el suelo lo que les favorece el mejor desplazamiento y consecuentemente mayor rapidez¹⁶. Por otro lado el agua presenta una resistencia mucho mayor a los movimientos del nadador hacia adelante debido a que es 1000 veces más densa que el aire por lo que tienen que realizar un mayor esfuerzo físico para su desplazamiento.

2.2 Aspectos Antropológicos

La variabilidad humana siempre es motivo de estudio así como la influencia del medio externo. Ya desde la antigüedad se describen cuestiones acerca de la biotipología humana y fue Hipócrates el que inició describiendo a la persona según sus humores: flema, sangre, bilis negra y bilis amarilla, éstas a su vez se relacionaban con los cuatro elementos de la naturaleza: tierra, agua, fuego y viento, y así se clasificaba el temperamento de la persona según su humor predominante: sanguíneo, colérico, melancólico, y flemático.

Ya en 1680 Lázaro Riviere en su tratado de Medicina, considera que el temperamento es hereditario dejando bien establecido la interacción herencia - ambiente.

En 1826 León Rostan estableció cuatro tipos constitucionales, basados en referencias anatómicas de los diferentes aparatos: circulatorio, respiratorio, digestivo, neuromuscular y locomotor; fue el primero en utilizar la antropometría para evaluar objetivamente los errores en la constitución individual.

2.2.1 Escuelas Biotipológicas

Las escuelas que iniciaron el estudio de la biotipología humana son:

1. Francesa: (Noel Halle y Claude Sigaud 1754-1822, y 1862-1921 respectivamente), ellos basan su tipología en los cuatro sistemas orgánicos que están en relación con el medio ambiente: respiratorio, digestivo, muscular, y cerebral.

2. Italiana: G. Violá (1933) aplica la antropometría y determina dos tipos de constitución: longilíneo y brevilineo y por estadística se determina un tercer tipo: normolíneo. Su método se basa en la evaluación métrica comparativa del tronco y las extremidades, tomando como referencia el tipo normolíneo.

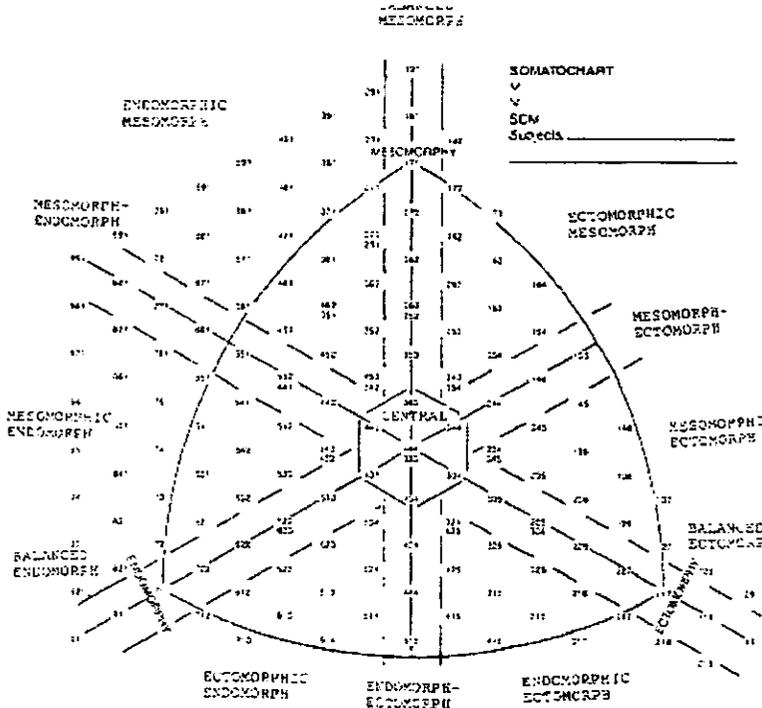
Nicola Pende (1921) denomina biotipología humana a la ciencia que se ocupa de todo aquél complejo particular de manifestaciones vitales de orden anatómico, humoral, funcional y psicológico, cuyo diagnóstico hace conocer al tipo estructural-dinámico especial de cada individuo, es decir la individualidad personal.

3. Alemana: Ernest Kretschmer (1926) se centra en la constitución desde el punto de vista de la correlación hábito corpóreo y carácter psíquico. Clasifica a los individuos en tres tipos: asténico, atlético y pícnico.

4. Americana: protagonizada por William Sheldon quien en 1940 da a conocer su técnica y describe tres componentes primarios del cuerpo presente en todos los individuos, basados en las capas embrionarias (endodermo, mesodermo y ectodermo), las que determinan la estructura morfológica del individuo la cual se denomina SOMATOTIPO, que se expresa mediante tres cifras: la primera representa a la endomorfia, la segunda a la mesomorfia y la tercera a la ectomorfia, teniendo una calificación máxima de 7 y mínima de 1 para cada uno de los componentes.

Cada componente se relaciona con determinados órganos o sistemas: la endomorfia con la grasa, tendencia a la obesidad o forma redonda; la mesomorfia con los tejidos muscular, óseo y conjuntivo, predominio muscular; la ectomorfia con la linealidad dominan los tejidos derivados del ectodermo embrionario (piel y sistema nervioso)

Para cada uno de estos componentes se hace la correspondiente representación gráfica en un plano ya determinado y que utiliza un sistema tridimensional en tres coordenadas. X, Y, Z Se denomina somatocarta, en la cual en el extremo superior se localiza la mesomorfia, en el extremo inferior izquierdo a la endomorfia, y en el extremo inferior derecho la ectomorfia.



- El somatotipo no es constante durante toda la vida, este se puede modificar en base a dieta y actividad física específica²²

Heat y Carter utilizan el diagrama de Sheldon para la representación gráfica de su somatotipo.

En los últimos años se han desarrollado nueva técnicas y métodos para determinar la biotipología humana^{24,25,26}. Numerosos investigadores han propuesto su método de determinación así como el material empleado para cada uno de ésta, por lo que existen numerosas formas de cálculo de la composición corporal.

Se han propuesto diferentes métodos para la determinación de la composición corporal, desde la disección de cadáveres, pasando por la densitometría por inmersión, dimensiones esqueléticas, hasta los que requieren un alto costo económico como la resonancia magnética nuclear, calcio corporal total.

Los nuevos métodos, en su gran mayoría tienen un gran inconveniente para la persona evaluada, aunque existe un margen de seguridad, se sabe que se expone a radiaciones a los sujetos

2.2.2 INDICE Z

PHANTOM

Con respecto al Phantom se sabe que

Es un método para valorar la proporcionalidad entre segmentos a través del **índice Z**.

Es un modelo humano, asexuado, bilateralmente simétrico, con una talla media de 170.18 cm y un peso promedio de 64.5 Kg²⁴

2.2.3 Dimensiones Esqueléticas

Las circunferencias, longitudes, anchuras y pliegues son de suma importancia ya que con ellos se obtiene las características de la composición corporal, somatotipo y proporcionalidad

Las determinaciones de indicadores de la composición corporal no están libres de error teniendo que considerar

- Gran parte de las ecuaciones están supeditadas por el valor de la densidad corporal, la cual es en si mismo un dato imperfecto^{25,26}.
- Error humano técnico en la obtención de los pliegues cutáneos, anchuras, y circunferencias sobre todo la localización incorrecta de los puntos antropométricos así como la calibración de los instrumentos empleados.
- Selección de una ecuación inadecuada para la muestra original.

2.3 Aspectos Ergométricos

La banda sin fin apareció como elemento de trabajo en laboratorio para pruebas de esfuerzo, a partir de las publicaciones de A.V. Hill desde 1924. En la década siguiente Robinson utilizó la banda sin fin para estudio ergométrico en el humano, y en 1938 publicó su trabajo, en el cual postula la adaptación física de acuerdo con la edad.

Se puede considerar que la difusión del procedimiento de la banda sin fin para investigación clínica se inició desde la época de Mitchel en 1958.

En 1959, Balke utiliza la banda sin fin en individuos de la Fuerza Aérea de EU con protocolos de esfuerzo de poco incremento, aunque en forma progresiva, continua y velocidad fija y pendiente variable

Astrand, publicó en 1960²³ sus experiencias respecto a la capacidad aeróbica tanto en hombres como en mujeres considerando sus edades. En 1963, Bruce estableció un esquema de trabajo de cargas progresivas con velocidad y pendiente variables. Este protocolo sigue siendo la base de multitud de modelos de investigación clínica. A partir de entonces numerosos investigadores han creado sus propios protocolos de trabajo

A fines de los 60's, al estudio de prueba de esfuerzo se le ha adjudicado valor diagnóstico y pronóstico de alteraciones cardiológicas postesfuerzo

2.3.1 Características del Laboratorio²³

Para la realización de una prueba de esfuerzo se debe de tomar en cuenta las características propias del sujeto y el esfuerzo a realizar²⁷. El local debe de contar con el espacio suficiente para permitir el acceso de todo el equipo requerido (ergómetro, aparatos de registro, material de emergencia.), con adecuada ventilación, temperatura estable de 20 a 23 grados centígrados, con una humedad de aproximadamente 60% y bien iluminado, con servicios complementarios como es regaderas, vestuario, sala de espera.

El instrumental varía dependiendo del evaluado, teniendo en consideración el:

- Ergómetro; este puede ser de diferentes características como lo son la banda sin fin, el cicloergómetro, ergómetro de manivela, remoergómetro, etc.
- Electrocardiógrafo (telemetría). Para la visualización de la actividad eléctrica cardíaca durante el esfuerzo.
- Esfigmomanómetro (baumanómetro) con buena calibración, preferentemente de mercurio, con un banco o tripie que permite la adecuada visualización del examinador.

En todo los casos, junto al instrumental de medida y registro, debe existir un equipo de emergencia cardiorespiratoria.

En cuanto al personal aparte del médico encargado de la prueba, es importante que se encuentre al menos otra persona (ayudante, técnico) para la recolección de los datos.

Se pueden realizar pruebas submáximas y máximas²⁷.

Por prueba máxima se entiende a aquella en la cual se va a observar que la intensidad del ejercicio va a solicitar el 85% o más de su frecuencia cardíaca máxima teórica.

La prueba submáxima, es aquella en la cual el punto final de esfuerzo está predeterminado por una frecuencia cardíaca de 70 a 80 u 85% de la frecuencia cardíaca máxima teórica.

El mejor indicador de la intensidad del esfuerzo es la frecuencia cardíaca. Además del valor de la frecuencia cardíaca máxima alcanzada, es de importancia la relación que existe entre el esfuerzo realizado y la intensidad de la carga, las cuales deben de mantener una relación lineal, excepto en la última etapa en la que ésta relación se pierde por el esfuerzo máximo, al perder esta relación la frecuencia cardíaca se puede mantener en el nivel alcanzado o bien disminuye, lo que traduce una disfunción ventricular y con ello una respuesta cronotrópica inadecuada. El incremento de ésta respuesta es menor en los sujetos altamente entrenados y es mayor en los sedentarios, obesos. Se considera anormal una elevación superior a 10 - 12 latidos por MET

Cada individuo puede alcanzar una frecuencia cardiaca llamada "máxima", o esperada para la edad, y en caso de sobrepasarla convertirse el metabolismo del miocardio de aeróbico en anaeróbico²³.

La tensión arterial es un dato esencial en toda prueba de esfuerzo; con pequeña variación, la respuesta presora es normal si va aumentando de forma gradual la TA sistólica conforme aumenta la carga, para posteriormente mantenerse en un máximo o bien, descender ligeramente en la etapa de máximo esfuerzo, en cambio la tensión arterial diastólica se mantiene constante o bien en ocasiones tiene un comportamiento inverso, es decir conforme el esfuerzo se incrementa los valores de este parámetro se ven disminuidos. En la recuperación se observará el descenso de dichas tensiones arteriales a la cifra inicial o bien cercana a ella, vigilando que el evaluado posterior a su máximo esfuerzo no suspenda de forma súbita su actividad ya que esto ocasiona hipotensión.

Las presiones arteriales sistólicas y diastólicas son determinadas mediante técnicas auscultatorias.

De lo anterior se afirma que es normal de la tensión arterial sistólica se eleve en forma proporcional a la intensidad del esfuerzo físico, como promedio aumenta de 7 a 10 mmHg por cada MET²⁷ y se considera que una elevación superior a 15 mmHg por cada MET es excesiva y patológica.

Un aumento inadecuado de la presión arterial sistólica con el incremento de esfuerzo, puede ser sinónimo de mala condición miocárdica.

En los deportistas de una disciplina de resistencia se observa un determinado volumen sanguíneo de eyección y frecuencia cardiaca, los que durante el esfuerzo se ven modificados, al producto de estas dos constantes biológicas se denomina **gasto cardiaco**.

Algunos atletas bien entrenados tienen a veces un gasto cardiaco de hasta 30 litros por minuto durante la realización de ejercicio máximo; en sujetos no entrenados se tiene un gasto cardiaco de 20 litros con la misma carga de esfuerzo²⁷. Este aumento se debe al aumento del gasto por latido y por la frecuencia cardiaca, pero el mayor aumento del gasto cardiaco en el sujeto entrenado se deberá a un aumento del volumen por latido.

La regulación del gasto cardiaco tiene una estrecha relación con el volumen por latido y la frecuencia cardiaca; el primero depende de: a) el volumen de sangre contenido en el ventrículo al comienzo de la sístole (volumen diastólico final), y b) la efectividad con la que el ventrículo se vacía durante la contracción.

Uno o ambos factores pueden estar aumentados durante el ejercicio, lo que explica el gran incremento del gasto cardiaco.

El grado de vaciamiento aumenta durante el ejercicio, Así, el aumento del gasto por latido durante el ejercicio es debido, no al mayor llenado de los ventrículos durante la diástole, sino al mejor vaciamiento ventricular.

Existen factores químicos que aumentan el flujo sanguíneo, durante el ejercicio, hacia los músculos esqueléticos. Los factores que pudieran tener importancia para este efecto son múltiples²⁷:

1. Aumento del consumo de oxígeno (con hipoxemia resultante).
2. Aumento de lactato. (Lactacidemia)
3. Liberación de potasio intracelular. (Hiperpotasemia)
4. Liberación de histamina.
5. Ruptura de ATP dando oxígeno a compuestos de adenosina.

En resumen, el incremento del flujo ocurre por dos factores.

1. Vasodilatación en músculos en actividad (por aumento del gasto cardíaco)
2. Redistribución de la sangre de las vísceras abdominales a los músculos.

De esta manera los valores de consumo máximo de oxígeno ($\text{VO}_2 \text{ max}$) durante el esfuerzo, indican de manera precisa la intensidad del esfuerzo. Por otra parte los valores máximos alcanzados del $\text{VO}_2 \text{ max}$ son la expresión más directa de la capacidad física del sujeto

El consumo máximo de oxígeno mide la capacidad del cuerpo para transportar oxígeno desde el aire ambiental hasta los tejidos que se están ejercitando, y es uno de los determinantes más importantes del rendimiento de resistencia, representa el punto máximo de aprovechamiento como fuente energética sin que exista algún aumento adicional en su valor, para mantener un esfuerzo físico de manera prolongada.

La magnitud del aumento del flujo sanguíneo a los músculos, depende de la duración e intensidad del esfuerzo físico y sobre todo del grupo de músculos involucrados en la actividad. Durante el ejercicio, el gasto cardíaco que normalmente es de 5 litros/min., puede llegar a incrementarse hasta 20 litros/min. Por lo que se dice que la prueba de esfuerzo, es un procedimiento incruento, que permite evaluar el grado adecuado de la circulación coronaria para los requerimientos aumentados de oxígeno de la fibra miocárdica durante el ejercicio físico.

Este estudio de la relación que existe entre el consumo de oxígeno y la carga de trabajo o de exigencia en el esfuerzo es de vital importancia en el campo de la medicina del deporte

Se ha determinado que el consumo miocárdico de oxígeno (MVO_2), está dado por el funcionamiento mecánico del órgano. Numerosos investigadores se han esforzado en definir los factores que controlan el MVO_2 ²⁷, dado que en presencia de condiciones estables, con la naturaleza aeróbica obligatoria del metabolismo miocárdico, el MVO_2 , sirve como medida del consumo total de energía por el corazón.

El aumento del consumo de oxígeno miocárdico (MVO_2), obliga a incrementar su aporte, lo que se logra aumentando el flujo coronario o suprimiendo rápidamente, la causa que lo aumentó

Es de interés señalar que el consumo total de oxígeno corporal (VO_2) predice sólo pobremente el MVO_2 , mostrando que puede haber desproporción entre el trabajo externo y el comportamiento cardíaco

De todos los métodos ideados para determinar el nivel crítico del MVO_2 , el más difundido en la actualidad es la prueba de esfuerzo ergométrico gradual y progresiva.

La utilización de energía por el corazón está determinada por varios factores. De estos unos son mayores y otros menores:

Factores Mayores ²⁷

Se enumeran los siguientes:

1. Tensión intramiocárdica (presión - volumen- masa ventricular).
2. Estado contráctil (inotropismo).
3. Frecuencia cardíaca (cronotropismo).

Factores Menores ²⁷

1. Trabajo externo (acortamiento frente a la carga).
2. Energía de actividad eléctrica; es en promedio del 1% del total del O_2 requerido en el corazón con trabajo normal (2.0 ml/ O_2 /min/100 g de ventrículo izquierdo).
3. Metabolismo basal o de reposo.

1. NATURALEZA DEL PROBLEMA

Todo ser humano presenta diversas características biológicas naturales, las cuales van a dar precisamente especificidad a la persona, estas características son determinadas tanto por estímulos internos: genéticos, como externos: alimentación, estilo de vida y actividad física. Estas características naturales si no se encuentran en perfecta armonía con la integridad física, social y psicológica del individuo, no lograrán un aseguramiento del éxito. Por lo anterior debemos considerar que con un entrenamiento bien dosificado a largo plazo y con la integración de todo los elementos que influyen en el individuo, se obtendrá un nivel realmente competitivo para eventos internacionales.

Durante la práctica de deportes de predominio resistencial como el atletismo, natación, ciclismo, remo entre otros, se experimentan numerosos cambios tanto anatómicos como fisiológicos, los cuales se deben considerar siempre al evaluar a atletas pertenecientes a este grupo de deportes.

Lamentablemente en nuestro país no se cuenta con la información suficiente en relación con tablas de referencia específicas de este tipo de especialidades deportivas que puedan servir para comparar a nuestra población deportiva. Esto sucede también en la natación con aletas, ya que con el argumento de ser una actividad subacuática relativamente nueva en nuestro país, y la cual ha ganado nuevos adeptos en todo el mundo, no se cuenta con tablas de comparación en cuanto a características morfofuncionales se refiere; por lo que debido a la importancia de estas variables biológicas para el más alto rendimiento en el nado con aletas, la creación de tablas de referencia, proporcionará una gran ayuda para la elección y conducción de una población deportista específica para la práctica de esta disciplina deportiva acuática.

Si bien las características de las capacidades biomotoras de fuerza, movilidad y coordinación son importantes para el desempeño de esta disciplina deportivas acuática, en este estudio sólo se demostrarán las características antropométricas y ergométricas de los nadadores con aletas de selección nacional.

Por lo que se pretende precisamente crear la base de tablas paramétricas y modelos, que sirvan de comparación a nadadores con aletas para su mejor rendimiento físico, además de ser un principio para los posteriores estudios que se intenten realizar en las diferentes instituciones de investigación deportiva.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Obtener el perfil antropométrico y ergométrico en nadadores con aletas mexicanos de elite

2.2 Objetivos Específicos

1.-Establecer las características de.

- Composición corporal.
- Somatotipo.
- Índice Z (Phantom)

2. Determinar el:

- Consumo máximo de oxígeno ($\dot{V}O_2 \text{ max}$)
- Respuesta Presora. (RP)
- Respuesta Cronotrópica. (RC)
- Consumo Miocárdico de Oxígeno ($M\dot{V}O_2$)
- Índice de Eficiencia Miocárdica (IEM)

3. TIPO DE ESTUDIO, MUESTRA DE TRABAJO Y CRITERIOS

El presente estudio es de tipo transversal y descriptivo por valoración directa

La muestra de trabajo fueron 6 representantes de la preselección y 4 de la selección Nacional Mexicana de Nado con Aletas, siendo 6 varones y 4 mujeres, cuyas mejores actuaciones han sido en las pruebas de medio fondo y fondo (800 y 1500 m respectivamente).

CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

1. Edad de 18 a 26 años de edad, para ambos sexos
2. Antigüedad en el deporte de 2 a 15 años.
3. Horas de entrenamiento de 3 hrs al día.
4. No contar con patología respiratoria, osteo-mio-articular, metabólica, neuro-endócrina, cardíaca, hemática.
5. Encontrarse en periodo de competencia.
6. No haber entrenado 24 hrs antes de la evaluación.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:

1. Practicar algún otra actividad deportiva de forma regular.
2. Toxicomanías
3. Interrogatorio incompleto o con datos poco precisos.
4. Tener secuelas de lesiones previas ocasionadas por su práctica deportiva.
5. Consumir sustancias consideradas doping.

4. MATERIAL Y MÉTODO

Los evaluados fueron sometidos a una evaluación en donde se realizaron diversas valoraciones a través de una historia clínica deportiva, pruebas de laboratorio bioquímico, electrocardiograma en reposo, antropometría y ergometría; siendo estos dos últimos los que se tomaron en cuenta para la realización de esta investigación de caracterización deportiva

Todos los datos fueron obtenidos por toma directa.

4.1 Antropometría

Las mediciones se llevaron a cabo en la Subdirección de Investigación y Medicina del Deporte (SIMD), durante el mes de junio de 1999

El sujeto a evaluarse se presentó en buen estado de higiene, con short o traje de baño, las mujeres en traje de baño de dos piezas

Para la obtención de los datos antropométricos se tomaron en cuenta las medidas corporales necesarias, para determinar composición corporal, índice de proporcionalidad y somatotipo.

Para la toma de las mediciones con el menor error posible se contó con un apuntador, un observador y el medidor (*troika*), verificando que las mediciones se hayan realizado de forma adecuada y con la técnica correcta; se tomaron 3 mediciones sucesivas, dictando dígito a dígito, promediando las tres mediciones y anotarlo o la que se haya repetido 2 veces. Todas las medidas se llevaron a cabo del lado derecho del evaluado, excepto la circunferencia abdominal 2, en PAA (posición de atención antropométrica), y se vaciaron en el formato para captura (anexo 2) y su posterior cálculo en sistema de cómputo (programa SIEM)

El peso se obtuvo en kilogramos con centésimos, la talla, circunferencias, diámetros en centímetros y pliegues en milímetros. Estos últimos se evaluaron mediante el plicómetro el cual ejerce una presión de 10 g/mm², cuantificando la doble capa de piel y tejido celular subcutáneo en diversas partes del cuerpo.

Se tomaron las mediciones en el siguiente orden

Peso:

Se tomó antes que la talla con el sujeto en el mínimo de ropa, descalzo y sin ningún accesorio personal (anillo, cadena, relojes, etc.), cuidando que el sujeto estuviera en el centro de la plataforma de la balanza, la que se calibró antes de cada pesaje.

Talla:

Se colocó a los sujetos en el piso, descalzos, talones unidos, lo bordes mediales de los pies formando un ángulo aproximadamente de 60 grados, la escápula, glúteos y parte posterior del cráneo alineado en el plano vertical y en contacto con el instrumento (antropómetro) La cabeza colocada según el plano de Frankfurt.

Circunferencia.

Es el perimetro de diversos segmentos corporales (extremidades, tronco, cuello, cabeza, etc.) La medición se realizó con un flexómetro de fibra de vidrio en un punto determinado, aplicando una tensión constante y sin hacer mucha presión

a) Circunferencia de biceps.

Es el perimetro del brazo, localizado en el punto mesobraquial, (punto medio de la distancia que existe entre el acromion y el olécranon) Registrándose en contracción y relajación.

b) Circunferencia de abdomen.

Es el mayor perímetro de la región abdominal, a nivel de la cicatriz umbilical.

c) Circunferencia de muslo

Es el perímetro del muslo a la mitad de la distancia entre el punto medio del pliegue inguinal y el borde superior de la patela

d) Circunferencia de la pierna:

Circunferencia tomada, en el sujeto con los pies separados 30 cm aproximadamente, alrededor del máximo perímetro de la pierna, en la porción más voluminosa.

Anchuras o Diámetros:

El diámetro o anchura revela la distancia entre dos salientes óseas, puntos lateral y medial de los cóndilos de ciertos huesos.

Es necesario que el vernier mantenga una presión asegurándose de comprimir el tejido blando adyacente, de tal manera que garantice la medición más certera del tejido óseo, sin provocar dolor.

Diámetro humeral:

Es la mayor distancia entre los cóndilos humerales. Se realizó la medición con el sujeto sentado y el antebrazo flexionado a 90 grados con respecto al brazo, posterior a su localización por palpación se aplicaron las ramas sobre los cóndilos.

Diámetro biestilion:

Es la distancia que existe entre las apófisis estiloides de radio y ulna. El sujeto sentado y con el antebrazo extendido y la mano flexionada se localizan las salientes óseas para su posterior cuantificación con el vernier.

Diámetro de fémur:

Es la distancia comprendida entre los cóndilos femorales (medial y lateral)

La medición se realizó con el sujeto o evaluado sentado, en un ángulo de 90 grados entre la pierna y el muslo, y después de tocar los cóndilos con los dedos, se aplicaron las ramas del vernier para hacer la medición.

Pliegues Cutáneos:

Para realizar la medición del grosor de los pliegues de la piel se debe tener un buen entrenamiento, ya que la mayor fuente de error que se comete, se debe a la presión insuficiente entre los dedos que toman el pliegue. Es fundamental la selección adecuada del sitio donde va a realizarse la medición, de acuerdo con la técnica que se va a emplear. Después de seleccionar adecuadamente los puntos antropométricos, se procedió al marcaje con lápiz dermatográfico de preferencia con punta de fieltro para no lesionar, para la posterior colocación del plicómetro y su correspondiente cuantificación.

Los pliegues se obtuvieron de la siguiente manera:

Con la mano izquierda se traccionó con los dedos índice y pulgar la capa de piel y su correspondiente tejido graso subcutáneo a 2 cm por arriba de la marca dermatográfica despegándolo del plano profundo, inmediatamente en el centro de dicho marcaje y con la mano derecha se colocó el plicómetro, sus extremos se aplicaron a la misma profundidad que los dedos para la cuantificación del pliegue, colocándose en sentido perpendicular a la línea de marcaje. Posterior a la colocación del plicómetro sobre la piel se dejó de accionar el gatillo o las ramas, permitiendo libremente el cierre de las mismas bajo su propia presión y se tomó la lectura cuando se detuvo la aguja; se retiró el plicómetro antes de soltar el pliegue.

Subescapular:

Se localizó el sitio de medición y marcaje a 1 cm por debajo del vértice del ángulo inferior de la escápula. Usando los dedos índice y pulgar de la mano izquierda, se tomó el pliegue en forma oblicua.

Tricipital

Se localiza en el punto mesobraquial, en la cara dorsal del brazo en el punto que se marcó para la circunferencia, la lectura se tomó con el brazo extendido

Para la lectura se tomó el pliegue con el brazo extendido y relajado en PAA.

Pectoral

Se encuentra en el punto medio de la distancia entre la línea axilar anterior y el pezón paralelo al pliegue axilar anterior, en mujeres se midió en el tercio proximal a dicho pliegue

Suprailaco

Se marcó el punto situado a 2 cm por encima del borde de la cresta iliaca, del punto de intersección entre la línea axilar anterior y la cresta iliaca, tomando el pliegue en forma oblicua paralelo a la cresta iliaca

Abdominal:

Punto lateral derecho a 2 cm de la cicatriz umbilical, la toma del pliegue es en forma vertical

Muslo

El sitio de la medición fue la marca realizada con anterioridad para la medición del perímetro del muslo. La toma del pliegue es paralelo al eje longitudinal del muslo. La extremidad derecha debe estar relajada con la rodilla flexionada, haciendo un ángulo de aproximadamente de 30 grados entre el muslo y la pierna, soportando la otra extremidad el peso corporal

Pierna

Se localizó en el mismo punto de medición de la circunferencia, y en la cara medial de la pierna se realizó la medición del pliegue de manera vertical

4.2 Ergometría:

Para la evaluación de la prueba de esfuerzo es necesario que el deportista se encuentre con las mejores condiciones físicas e higiénicas para obtener los mejores resultados posibles. Por lo que el deportista debe cumplir con los siguientes requisitos 24 hrs. previas a la prueba de esfuerzo

- Haber dormido adecuadamente (8 hrs)
- No haber entrenado intensamente
- No haber fumado o ingerido bebidas alcohólicas.
- Con aseo corporal (baño)
- Con electrocardiograma en reposo sin presencia de alteraciones que contraindiquen la realización de la prueba
- Haber desayunado.
- Con ropa deportiva y zapatos tenis

Un aspecto importante lo constituye la colocación de los electrodos y transmisor para un ECG. se deben de colocar los electrodos adhesivos sobre la piel, la cual deberá de estar perfectamente libre de secreciones y vello, (se recomienda quitar el estrato córneo de la piel mediante fricción con algodón alcoholado), se colocaron 3 electrodos en tórax (uno en el 5º espacio intercostal derecho línea medioclavicular, su correspondiente contralateral y un tercer electrodo en el 2º espacio intercostal derecho, línea medioclavicular), una vez colocados electrodos y cables, se fijaron mediante el uso de malla elástica (retelast).

Antes de comenzar la prueba se tuvo el ECG en reposo del sujeto, con doce derivaciones, en posición de decubito. esto con el fin de observar todo tipo de alteración en la actividad eléctrica del corazón. Se informa al evaluado el procedimiento a seguir para la realización de la prueba de esfuerzo. Indicando que la prueba a realizar es de tipo maximal, siguiendo el protocolo de Bruce

El brazaletes del baumanómetro se fijó a uno de los brazos del evaluado y permaneció ahí de forma estable durante toda la prueba

Control De La Prueba

Protocolo de Bruce:

La prueba se inició con una caminata sobre la banda sin fin (cinta rodante) sin carga para que se adapte el evaluado a este tipo de movimiento²¹, posteriormente se aplicó la carga prevista de forma automática (cuadro 1), informando que en cada etapa se incrementa la velocidad e inclinación

Se vigiló la actividad eléctrica del corazón durante toda la prueba mediante la monitorización continua a través de telemetría

La toma de la TA se hizo en los últimos 30 segundos de cada etapa de esfuerzo, dicha medición la realizó personal capacitado, ya que con el movimiento del evaluado la toma se ve dificultada.

La prueba se detuvo por fatiga muscular en todos los casos, sin presentarse algún trastorno cardiovascular agregado

Se capturaron los datos en la ficha del laboratorio de ergometría (anexo 3) para su posterior procesamiento en el programa SIEM

Cuadro 1
PROTOCOLO DE BRUCE

Estadio (3 min)	Velocidad (km/hr)	Pendiente (%)
1	2.7	10
2	4.0	12
3	5.5	14
4	6.8	16
5	8.0	18
6	8.8	20
7	9.7	22

MÉTODO DE ANÁLISIS

Todos los datos se sometieron a

Prueba estadística de T student para muestras pequeñas

Cálculo de error estándar para la obtención de rangos de confianza del 95%.

Para las determinaciones antropométricas se utilizaron las siguientes ecuaciones (anexo I)

- 1 Composición corporal. Ecuación de Jackson y Pollock
- 2 Masa grasa Ecuación de Siri
- 3 Masa muscular Ecuación de Deborah Kerr
- 4 Masa ósea Ecuación Von Döbelen
- 5 Somatotipo Heath y Carter.
- 6 Proporcionalidad índice Z.

Para la evaluación ergométrica se llevaron a cabo las determinaciones indirectas de

- Consumo máximo de oxígeno ($VO_2 \text{ max}$) $(\text{tiempo en banda} \times 3.26) + 6.14$
- Consumo miocárdico de oxígeno (MVO_2) $(\text{Doble producto} \times 0.14 \times 0.01) - 6.3$
- Índice de eficiencia miocárdica (IEM): $(MVO_2/VO_2 \text{ max}) \times 10$

4.3 Equipo y Material empleado

- Antropometría:

- Flexómetro: cinta métrica, elaborada a base de fibra de vidrio, marca Rotary, de 0.5 cm de ancho y con escala en milímetros
- Vernier: Holtain, de material metálico, de ramas rectas, y escala en milímetros
- Báscula Clínica BAME Mod. 420, el funcionamiento de dicha báscula es a través de mecanismo de poleas, con una escala de 0.1 kg y un peso máximo de 140 kg.
- Plicómetro de marca Harpenden, con escala dispuesta en milímetros y con un rango de hasta 40 mm, con una presión de 10 gr/cm² y una sensibilidad de 0.2 mm.
- Antropómetro tipo Martin: hecho a base de aleación de diferentes metales, constituido en 4 cuerpos, cuenta con dos escalas, dispuestas en centímetros y milímetros, con dos ranas rectas y dos correderas, una de ellas fija

- Ergometría:

- Banda sin Fin (marca Quinton 65) La cual cuenta con sistema computarizado y protocolo de Bruce ya programado
- Radio transmisor (marca NIHON KHODEN)
- Monitor electrocardiográfico de telemetría (marca NIHON KHODEN)
- Parches para electrodo (MEDITRACE). Se colocan en número de tres
- Estetoscopio de campana (ADEX).
- Baumanómetro de mercurio con pedestal (ADEX), con escala de 0 - 300 mmHg

5. VARIABLES ESTADÍSTICAS

ANTROPOMÉTRICAS

I. De la Composición Corporal	
- Masa grasa	kg
- Masa muscular	kg
- Masa ósea	kg
- Porcentaje de grasa	%
- Porcentaje de masa muscular	%
- Porcentaje de masa ósea	%
II. Del Somatotipo	
- Endomorfia	Unidad
- Mesomorfia	Unidad
- Ectomorfia	Unidad
- Categoría del somatotipo (según Carter) X, Y.	

ERGOMÉTRICAS

	UNIDAD
- Consumo máximo de oxígeno	mlO ₂ /kg/min
- Tiempo total	minutos
- Respuesta presora	mmHg/MET
- Respuesta cronotrópica	latidos por minuto/MET
- Consumo miocárdico de oxígeno	mlO ₂ /kg/min
- Índice de eficiencia miocárdica	

5.1 RESULTADOS

TABLA 1
VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS
VARONES
n = 6

VARIABLE	MEDIA	MIN	MAX
Peso (kg)	65.78	62.28	69.27
Talla (cm)	174.01	169.14	178.88
Edad (años)	22.80	20.85	24.81

TABLA 2
CIRCUNFERENCIAS (cm)

VARIABLE	MEDIA	MIN	MAX
Abdominal	78.10	76.45	79.74
Cintura	76.63	75.86	77.40
Muslo proximal	56.48	55.25	57.70
Pantorrilla	34.16	33.00	35.32

La circunferencia de abdomen y cintura se encuentran similares en sus dimensiones ya que es en esta zona en donde se observa un predominio de depósito de grasa.

TABLA 3
PLIEGUES (mm)

VARIABLE	MEDIA	MIN	MAX
Subescapular	11.66	9.45	13.87
Tricipital	7.66	6.21	9.12
Bicipital	4.20	3.33	5.06
Pectoral	8.51	5.50	11.53
Axilar	10.96	7.67	14.25
Abdominal	14.56	12.73	16.40
Suprailíaco	10.13	5.61	14.65
Muslo	8.16	6.58	9.75
Pantorrilla	5.96	4.89	7.03

Los nadadores presentan un mayor acúmulo de grasa subcutánea a nivel de tronco que en las extremidades inferiores, las cuales son las que ocupan en todo momento en su práctica deportiva no así las extremidades superiores, las cuales no realizan intensa actividad durante la actividad competitiva de esta disciplina acuática.

TABLA 4

MUJERES

n = 4

VARIABLE	MEDIA	MIN	MAX
Peso (kg.)	56.22	42.93	69.51
Talla (cm)	158.50	149.88	167.11
Edad (años)	20.50	18.25	22.74

TABLA 5
CIRCUNFERENCIAS (cm)

VARIABLE	MEDIA	MIN	MAX
Abdominal	73.30	62.36	84.23
Cintura	68.50	61.78	75.21
Muslo proximal	58.75	56.10	61.39
Pantorrilla	33.90	31.43	36.36

Las mujeres al igual que los hombres presentan una mayor circunferencia de abdomen que de cintura, y es que de igual manera tienen un mayor acúmulo de masa grasa en estas zonas y aún más en los miembros pélvicos.

TABLA 6
PLIEGUES (mm)

VARIABLE	MEDIA	MIN	MAX
Subescapular	12.35	8.40	16.29
Tricipital	16.52	14.54	18.50
Bicipital	7.27	4.34	10.20
Pectoral	7.65	4.80	10.49
Axilar	9.72	5.96	13.48
Abdominal	13.97	10.60	17.34
Suprailiaco	13.70	6.97	20.42
Muslo	21.47	16.11	26.83
Pantorrilla	17.67	13.60	21.74

Las nadadoras presentan una mayor cantidad de grasa subcutánea en región abdominal y miembros inferiores a diferencia de los hombres, ya que estos depósitos están influenciados por la acción hormonal de las deportistas en edad adulta.

TABLA 7

5.2 COMPOSICIÓN CORPORAL

Variable	VARONES			MUJERES		
	MEDIA	MIN	MAX	MEDIA	MIN	MAX
Masa musc (kg)	31.66	29.57	33.76	23.74	18.57	28.91
% Masa musc.	48.11	46.89	49.33	42.34	41.30	43.39
Masa grasa (kg.)	6.26	4.95	7.57	11.02	7.00	15.03
% Masa grasa	9.53	7.56	11.51	19.30	16.26	22.35
Masa ósea (kg.)	11.48	10.36	12.60	8.70	7.21	10.19
% Masa ósea	17.43	16.27	18.58	15.63	14.28	16.99

TABLA 8

5.3 SOMATOTIPO

Variable	VARONES			MUJERES		
	MEDIA	MIN	MAX	MEDIA	MIN	MAX
Endomorfia	2.9724	2.24	3.69	4.3085	3.375	5.2419
Mesomorfia	3.5941	3.16	4.02	4.0262	3.140	4.9108
Ectomorfia	3.0257	2.54	3.50	1.9601	0.8636	3.0560

TABLA 9

5.4 MEDICIONES ERGOMÉTRICAS

VARONES				MUJERES		
Variable	MEDIA	MIN	MAX	MEDIA	MIN	MAX
VO ₂ max	59.24	55.40	63.07	49.90	44.35	55.45
RP	2.85	2.01	3.68	4.04	3.72	4.36
RC	7.50	6.62	8.37	8.55	7.46	9.65
MVO ₂	41.54	36.83	46.24	39.00	30.79	47.21
IEM	7.07	5.92	8.22	7.94	5.63	10.25

La población estudiada, si bien realizó la prueba de esfuerzo en un medio en el que no desarrolla su actividad deportiva, presenta disminuido el consumo de oxígeno para el tipo de especialidad deportiva a la que pertenece. Durante la prueba se presentó un aumento progresivo adecuado de la frecuencia cardiaca, sin embargo su respuesta de tensión arterial se encontró con poca modificación, sin que llegue a considerarse como patológica ya que la mayor parte de la población deportista presenta respuesta presora plana ante el esfuerzo físico. Presenta un adecuado consumo de oxígeno miocárdico, y como consecuencia de esto su eficiencia se encuentra dentro de parámetros adecuados para el nivel de rendimiento que presentan

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Dado que no existen en nuestro país referencias de este tipo de variables en esta disciplina deportiva que sirvan de comparación, se tiene que tomar en cuenta información de publicaciones extranjeras acerca de estudios realizados en nadadores especialistas en el estilo de mariposa, el cual es el estilo más parecido a la natación con monoaleta²⁰ Tomándose esta comparación sólo como marco de referencia y no como juicio concluyente

A partir de la década de los 80's la técnica y tecnología en las aletas se ha vuelto más depurada, esto sumado a un rendimiento óptimo da como resultado el desempeño de la forma más exitosa. Esta característica se puede buscar no sólo en el aspecto físico sino además la conjunción de una preparación integral.

Para el diseño muestral se tomó como criterio principal la maximización de tiempo y recursos, es decir se investigaron todos los sujetos en el tiempo de trabajo de campo que se encontraron presentes en el estudio y que cumplieran con los criterios de inclusión.

La muestra de la población son adultos jóvenes, los cuales difícilmente modifican la talla alcanzada que se encuentra dentro de la talla media de la población mexicana. La relación que presentan tanto hombres como mujeres en peso y talla, es decir el índice de masa corporal se encuentran dentro del rango normal (19-24.9).

Comparando los valores de peso, talla y edad, de los nadadores de nuestro país con nadadores mariposistas europeos de elite, en un estudio hecho por A. Burzdukas y cols^{28,31}, se tiene que los nadadores con monoaleta no tienen diferencias significativas en cuanto al peso para la talla con los nadadores mariposistas, sin embargo las mujeres si presentan diferencias estadísticamente significativas a las nadadoras de elite, por lo que no deben de compararse con otro grupo de nadadores. Lo mismo ocurre en un estudio hecho por T S Timatova³² a nadadores que presentaron edad, peso y talla de 19.11 años, 78.0 k y 183.04 cm respectivamente

TABLA 10

NADADORES CON MONOALETA MEXICANOS				NADADORES MARIPOSISTAS DE ELITE.		
	MEDIA	MIN.	MAX.	MEDIA	MIN.	MAX.
Peso	65.78	62.28	69.27	73.87	69.17	78.57
Talla	174.01	169.14	178.88	183.77	179.67	187.87
Edad	22.83	20.85	24.81	17.51	16.90	18.12

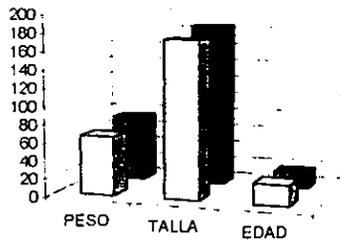
TABLA 11

NADADORAS CON MONOALETA MEXICANAS				NADADORAS MARIPOSISTAS DE ELITE.		
	MEDIA	MIN.	MAX.	MEDIA	MIN.	MAX.
Peso	56.22	42.93	69.51	59.11	53.71	64.51
Talla	158.50	149.88	167.11	169.77	164.37	175.17
Edad	20.50	18.25	22.74	16.37	15.71	17.03

Se puede observar mejor las semejanzas y diferencias que existen entre cada uno de los parámetros de las dos poblaciones graficándolos.

GRÁFICO 1

NADADORES

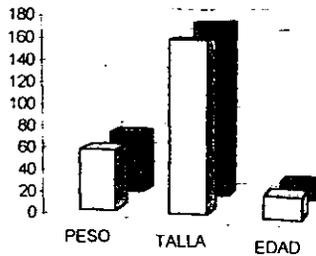


	PESO	TALLA	EDAD
□ N. MONOALETA	65.78	174.01	22.83
■ MARIPOSISTAS	73.87	183.77	17.51

Se debe de tomar en cuenta que los mariposistas no están en su plenitud de rendimiento físico. Ya que se encuentran aún con potencial biológico de crecimiento y desarrollo, por lo que sus parámetros de peso y talla se modificarán en el transcurso del tiempo, constituyendo de esta manera una referencia relativa de comparación para nuestros nadadores

GRÁFICO 2

NADADORAS



	PESO	TALLA	EDAD
□ N. MONOALETA	56.22	158.5	20.5
■ MARIPOSISTAS	59.11	169.77	16.37

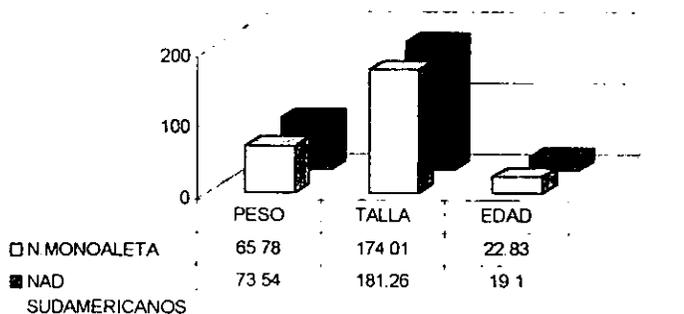
En otro estudio realizado por J. Mazza¹⁷ en nadadores de ambos sexos sudamericanos sin especialidad en estilo se observó lo siguiente:

TABLA 12

	NADADORES CON MONOALETA MEXICANOS			NADADORES SUDAMERICANOS		
	MEDIA	MIN.	MAX.	MEDIA	MIN.	MAX.
Peso	65.78	62.28	69.27	73.54	66.44	80.64
Talla	174.01	169.14	178.88	181.26	174.98	187.54
Edad	22.83	20.85	24.81	19.10	16.26	21.94

GRÁFICO 3

VARONES



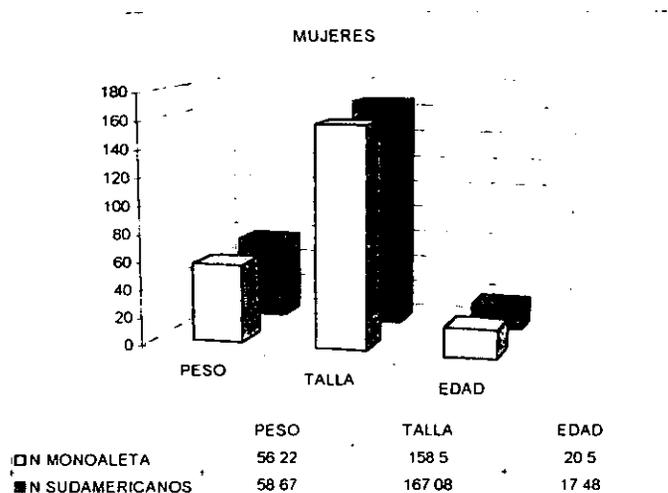
En esta ocasión se compara con una población mestiza semejante a la nuestra y en donde no existe una diferencia estadísticamente significativa en peso y talla por lo que hay una similitud estructural para su óptimo desempeño deportivo.

TABLA 13

NADADORAS CON MONOALETA MEXICANAS				NADADORAS SUDAMERICANAS		
	MEDIA	MIN.	MAX.	MEDIA	MIN.	MAX.
Peso	56.22	42.93	69.51	58.67	51.52	65.82
Talla	158.50	149.88	167.11	167.08	161.27	172.89
Edad	20.50	18.25	22.74	17.48	14.06	20.9

Como se ve las nadadoras sudamericanas se encuentran aún en etapa de crecimiento y desarrollo sin embargo la media muestra una talla casi 10 cm más alta que la población mexicana y el peso un aumento de sólo 1.5 k por lo que también se podría inferir que existe un aumento de grasa corporal en nuestras nadadoras, y los valores de peso y talla son altamente modificables e influyen de forma importante para un mejor desempeño atlético.

GRÁFICO 4



6.1 Composición Corporal

Como se ha descrito, la natación con aletas requiere de una gran capacidad de fuerza, por lo que es importante tomar en consideración la composición corporal, hueso, músculo, grasa y viscera. La masa visceral en este caso no se cuantificó ya que si bien es de importancia para la determinación de los componentes tisulares no es de relevancia para el desempeño óptimo del deporte de natación con monoaleta. Por tal razón se analizaron los componentes muscular y graso, que son los tejidos modificables por la dieta y el entrenamiento.

Así se obtuvieron los siguientes datos en los que se observan la masa expresada en porcentaje de los diferentes componentes: músculo, hueso y grasa en los nadadores con aleta mexicanos.

TABLA 14
COMPOSICIÓN CORPORAL
HOMBRES

(%) COMPONENTE	MEDIA	RANGO
Músculo	48.11	46.89-49.33
Hueso	17.43	16.27-18.58
Grasa	9.53	7.56-11.51

MUJERES

(%) COMPONENTE	MEDIA	RANGO
Músculo	42.34	41.30- 43.39
Hueso	15.63	14.28- 16.99
Grasa	19.30	16.26- 22.35

En un estudio en cuanto al porcentaje de masa grasa, realizados en nadadoras manposistas colegiales estadounidenses de 18 a 19 años de edad, por L.J. D'Acquisto y cols.²⁹ presentaron una media de 21.4 %. En cambio Russo³⁶ encontró un 19.86% también en competidores del sexo femenino.

Por lo anterior se puede decir que el porcentaje de masa grasa en la población femenil de natación con monoaleta se encuentra en cantidad semejante a la población comparada. Sin embargo considero que estos porcentajes son elevados y si se pudiera modificar la masa grasa por masa muscular elevaría el nivel competitivo de nuestras nadadoras.

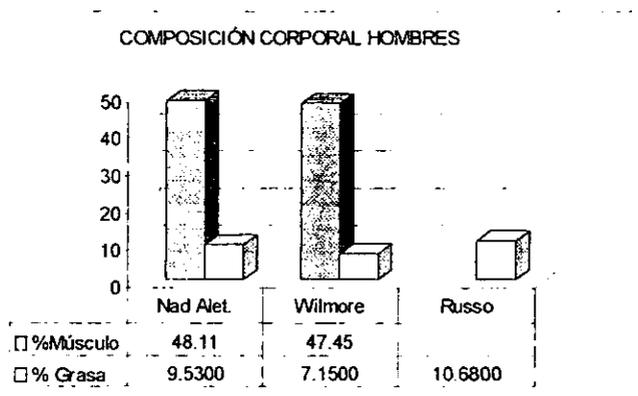
Los valores establecidos a nivel internacional según Wilmore, de masa grasa y masa muscular para nadadoras son de 15 a 18 % y de 39.7 a 44.7 % respectivamente.^{33,34}

En los hombres el porcentaje de masa grasa, según el último autor mencionado, va de 5.8% a 8.5%, y la masa muscular de 44.8% a 50.1%^{33,34}. En cambio Russo obtuvo 10.68% en cuanto a masa grasa sin reportar la masa muscular.³⁶

La masa muscular es de gran importancia para el mejor desempeño en este tipo de actividad acuática, pero también tiene gran influencia la técnica y táctica. Estas dos acciones son difíciles de evaluar

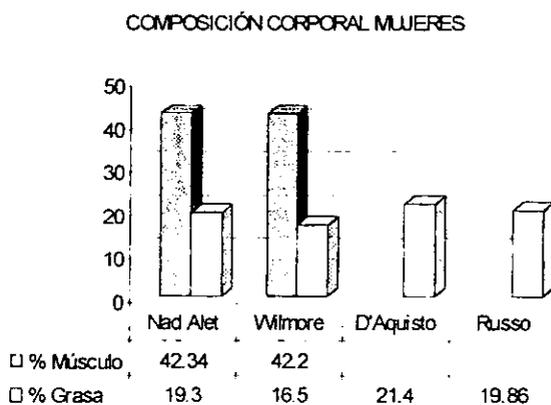
De esta forma obtenemos un gráfico en el cual se observa con mejor detalle las diferencias existentes entre los diversos autores con respecto a la composición corporal.

Gráfico 5



Existe una gran similitud en cuanto a la masa muscular entre los nadadores mexicanos con los estadounidenses reportados por Wilmore, sólo que los primeros tienen una mayor tendencia al componente graso, pero aún se encuentran por debajo de las cifras encontradas por Russo en sus nadadores, lo que nos indica que están dentro de los parámetros internacionalmente aceptados

Gráfico 6



En las mujeres se presenta una situación parecida ya que, sus componentes tisulares se encuentran dentro de los rangos internacionales

6.2 Somatotipo

Después de obtener los resultados antropométricos se calculó el somatotipo señalado como se puede observar en la siguiente somatocarta.

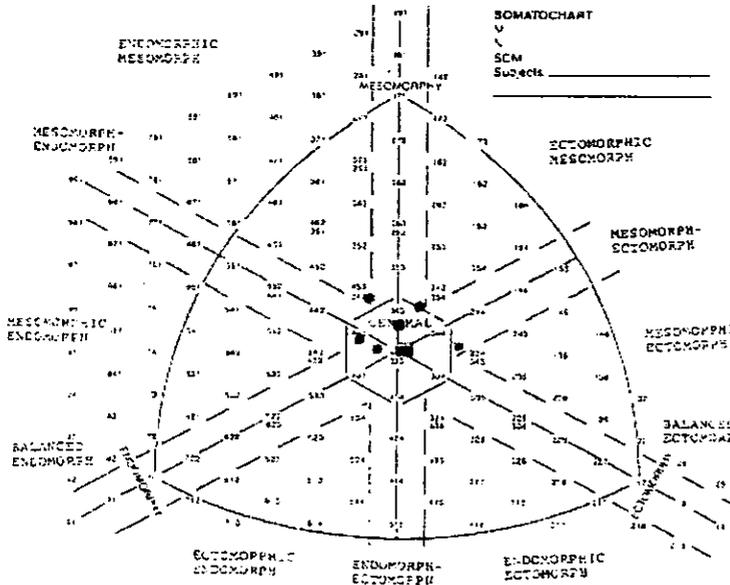
TABLA 15
NADADORES CON ALETAS

COMPONENTE	MEDIA	RANGO
Endomorfia	2 970	2.24- 3.69
Mesomorfia	3 590	3.16- 4.02
Ectomorfia	3 025	2.54- 3.50

SOMATOCARTA HOMBRES

n=6

MESOMORPH



Como se puede observar los valores del somatotipo en la población masculina son relativamente homogéneos, con un mayor predominio por el componente muscular

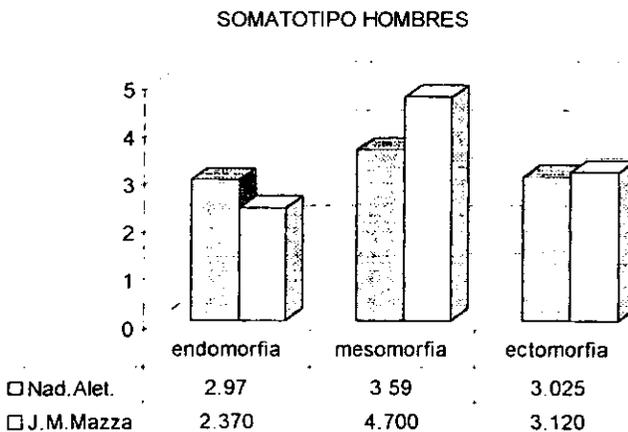
La siguiente tabla muestra los valores comparativos en el estudio hecho por J. M. Mazza³² en nadadores sudamericanos de elite, y se observa que los nadadores mexicanos se encuentran con menor tendencia mesomórfica que se puede deber a que los nadadores con monoaleta no requieren de la fuerza muscular de las extremidades superiores para su desplazamiento

TABLA 16
COMPARACIÓN DE COMPONENTES DEL SOMATOTIPO

HOMBRES

COMPONENTE	MEDIA MEX.	MEDIA J.M.MAZZA
Endomorfia	2.970	2.37
Mesomorfia	3.590	4.70
Ectomorfia	3.025	3.12

Gráfico 7



Se hace más evidente el déficit muscular y la tendencia a la endomorfia de los nadadores mexicanos con respecto a los sudamericanos si los valores son representados gráficamente.

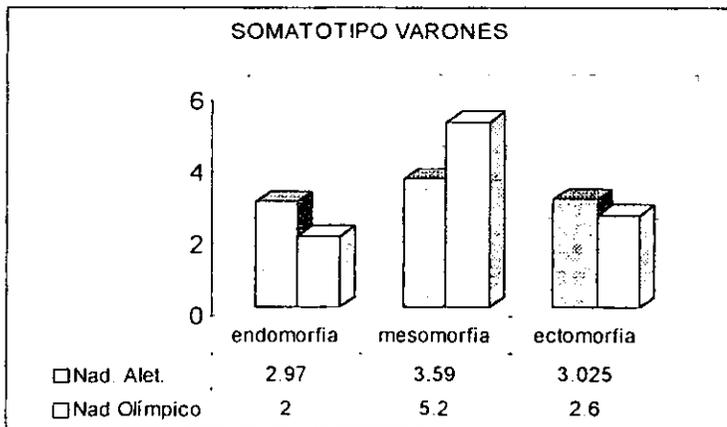
En un estudio hecho por Carter^{37,38} en la determinación del somatotipo en nadadores olímpicos que participaron en los juegos olímpicos de México 1968 y Montreal 1976, comparado en nadadores con aleta se observa que los primeros tienen un gran predominio por el componente muscular y una menor endomorfia con respecto a los nadadores con aleta, demostrando de esta forma que la masa muscular es determinante para alcanzar un máximo rendimiento

TABLA 17

HOMBRES

COMPONENTE	MEDIA MEX.	MEDIA CARTER	
		MEX.	MONTREAL
Endomorfia	2.970	2.0	2.1
Mesomorfia	3.590	5.2	5.1
Ectomorfia	3.025	2.6	2.8

Gráfico 8



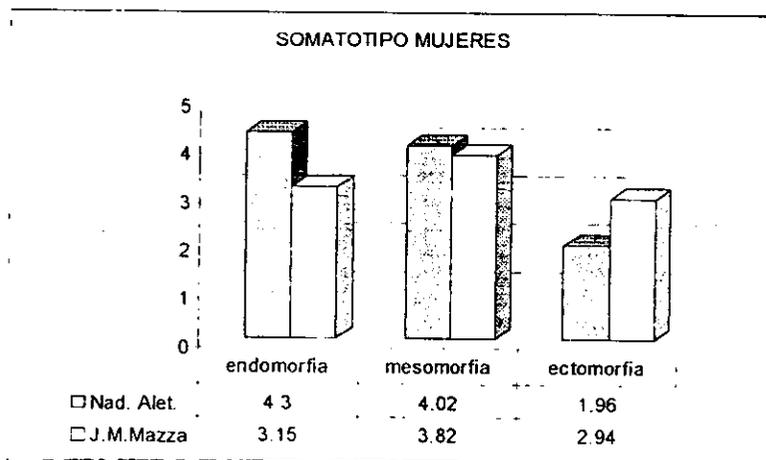
Cabe destacar que como la muestra de mujeres fue muy pequeña no se puede establecer una característica somatotipológica absoluta que nos permita utilizarla como parámetro fiel de comparación

Este predominio endomórfico se debe a una mayor distribución de grasa en miembros inferiores. Comparándolo con el estudio de J.C. Mazza en el mismo sexo, la mesomorfia es semejante, sin embargo la población mexicana presenta una mayor endomorfia y menor linealidad, como se observa en el gráfico 9.

TABLA 19
COMPARACIÓN DE COMPONENTES DEL SOMATOTIPO
MUJERES

COMPONENTE	MEDIA MEX.	MEDIA J.M.MAZZA
Endomorfia	4.30	3.15
Mesomorfia	4.02	3.82
Ectomorfia	1.96	2.94

Gráfico 9



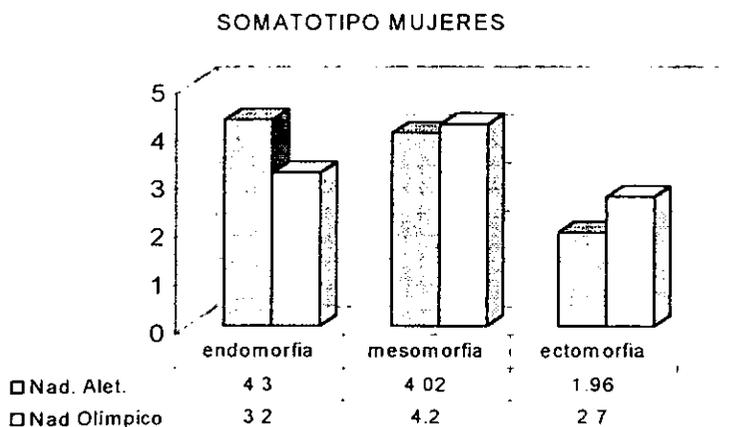
En el mismo estudio de Carter se observa el somatotipo en nadadoras olímpicas con un componente muscular semejante al de las nadadoras con aleta pero con una menor endomorfía, en el caso de las nadadoras de 1968 ya que en las nadadoras de 1976 la mesomorfía es menor, muy probablemente se debe a la edad de las deportistas ya que aún se encuentran en etapa de crecimiento y desarrollo, (promedio 16.6 años), predominando en las nadadoras mexicanas el peso sobre la talla con respecto a las nadadoras internacionales

TABLA 21

MUJERES

COMPONENTE	MEDIA MEX.	MEDIA CARTER	
		MEX.	MONTREAL
Endomorfía	4.30	3.2	3.2
Mesomorfía	4.02	4.2	3.8
Ectomorfía	1.96	2.7	3.0

Gráfico 10



6.3 Índice Z Phantom

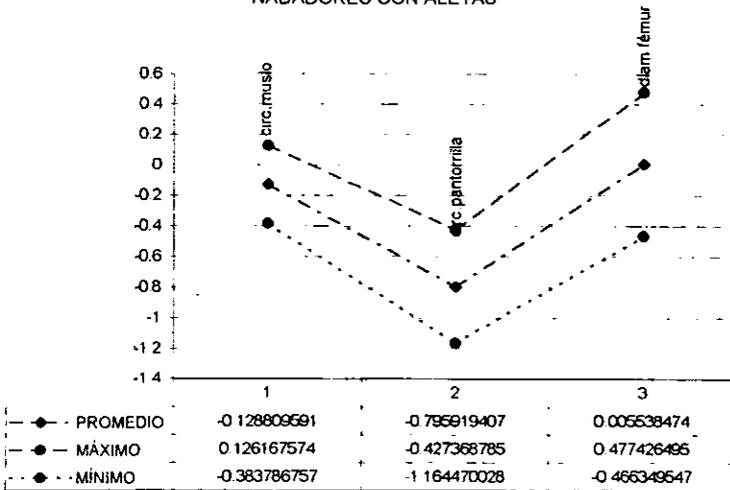
Al no existir información de parámetros que sirvan de comparación en los nadadores con monoleta, se obtuvo el índice Z para cada una de las variables de importancia en el desempeño deportivo de estos nadadores, siendo de gran significancia el segmento inferior, ya que es el responsable de toda la actividad motora del deporte en cuestión.

Con respecto a los resultados del Phantom, a continuación se presentan los gráficos del índice Z de circunferencias, diámetro de cóndilos femorales, pliegues y somatotipo.

GRÁFICO 11

n=6

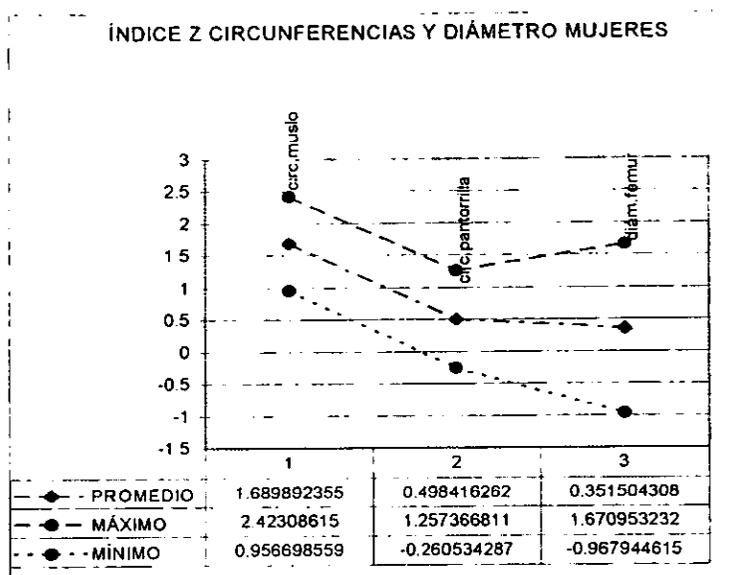
ÍNDICE Z CIRCUNFERENCIAS Y DIÁMETRO VARONES
NADADORES CON ALETAS



Las dimensiones de pantorrilla presentan un déficit con respecto al valor del Phantom ya que este segmento si bien es el que realiza la última fase del movimiento técnico del nado, no por esto es menos importante

Las nadadoras con aletas muestran los siguientes valores para las mismas variables antropométricas:

GRÁFICO 12

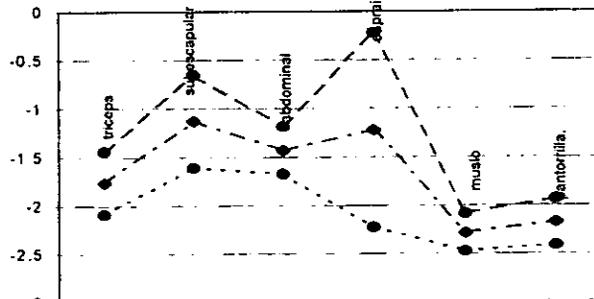


Esta población presenta mayores dimensiones en circunferencia de muslo y pierna, debido a que la mujer presenta mayor depósito de grasa subcutánea en estas zonas, por lo que los valores del Phantom tienden en su mayoría a ser positivos

El tener circunferencias mayores no implica mayor masa muscular para su desplazamiento en el medio acuático.

GRÁFICO 13

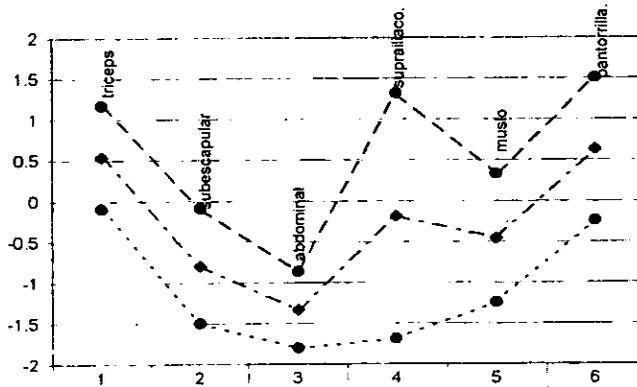
INDICE Z PLEGUES VARONES



—●— PROMEDIO	-1.76518	-1.13054	-1.43035	-1.22301	-2.28049	-2.17315
—●— MAXIMO	-1.44241	-0.65256	-1.18365	-0.21982	-2.08679	-1.93502
—●— MINIMO	-2.08794	-1.60852	-1.67705	-2.2262	-2.47419	-2.41129

GRÁFICO 14

INDICE Z PLEGUES MUJERES



—●— PROMEDIO	0.5379117	-0.795072	-1.3345454	-0.1867188	-0.4570173	0.6294632
—●— MAXIMO	1.1701677	0.08872291	-0.8667223	1.3182074	0.3270713	1.5044676
—●— MINIMO	-0.0943443	-1.5014212	-1.8023685	-1.691645	-1.2411059	-0.2455412

Cuando se analizaron las desviaciones de máximo y mínimo se observó que los pliegues de triceps, subescapular, abdominal, muslo y pantorrilla presentaron un mismo comportamiento, sin embargo el pliegue suprailiaco aumentó el rango de desviación tanto en hombres como en mujeres

Con respecto al somatotipo los nadadores con aleta presentan un déficit de 2.410 puntos en el componente mesomórfico con respecto al modelo estructural del *phantom* el cual solicita un valor de 6, no por esto se quiere decir que los nadadores no tienen adecuadamente desarrollada la masa muscular ya que como se pudo observar su somatotipo es predominantemente mesomórfico sólo que comparándolo con un índice de proporcionalidad ideal se encuentra disminuido. Por esta última razón se debe de tomar en consideración, ya que la masa muscular representa un factor determinante para lograr un alto rendimiento

GRAFICO 15

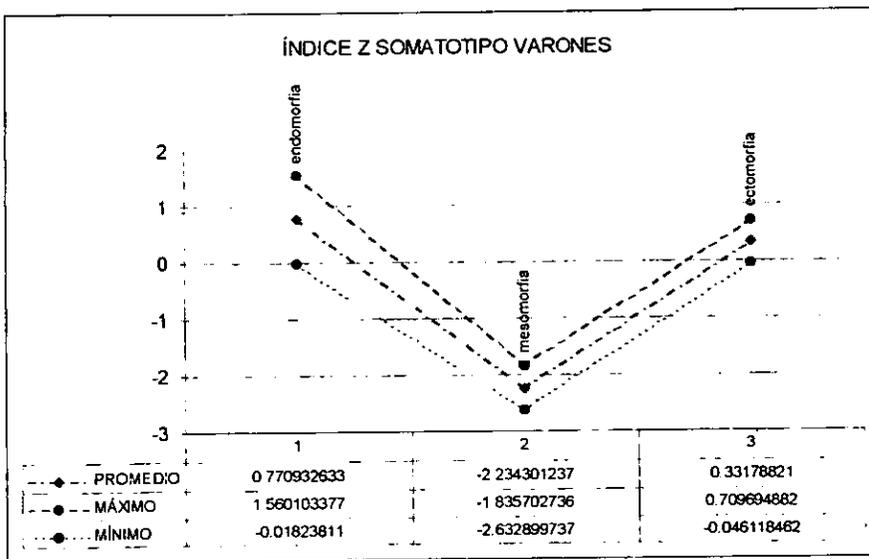
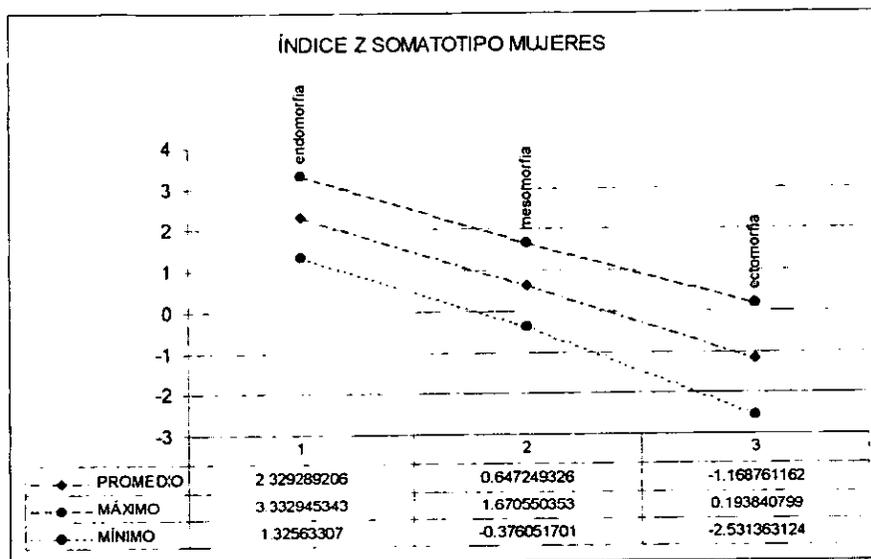


GRÁFICO 16



Las mujeres al contrario de los varones, presentan el componente mesomórfico en valores cercanos al valor ideal, sin embargo su endomorfa se encuentra alejada (positividad) de la línea central (0). Esta característica pudiera ser determinante en el mejor desempeño deportivo ya que les confiere ciertas características de flotabilidad, reflejándose en mejores logros en comparación con los varones; no perdiendo de vista que tal vez se encuentra sobrevalorado por circunferencias, pero proporcionalmente con un valor adecuado según el modelo del Phantom para su talla y peso.

Aunque sabemos que por determinación genética el sexo femenino tiene mayor porcentaje de masa grasa que el masculino, la cantidad que ellas presentan (19.3%) es semejante a la población sedentaria cuyos rangos van del 18 a 25%.

6.4 Ergometría

En cuanto a los valores de ergometría y rendimiento físico en la siguiente tabla se muestran los diferentes indicadores fisiológicos determinantes de la capacidad aeróbica o de resistencia.

TABLA 22

NADADORES CON ALETAS

VARIABLES	MEDIA	RANGO
VO ₂ MAX (mlO ₂ /kg/min)	59.24	55.40- 63.07
R.P. (mmHg/Met)	2.85	2.01- 3.68
R.C. (Lpm/Met)	7.50	6.62 -8.37
MVO ₂ (mlO ₂ /kg/min)	41.54	36.83- 46.24
IEM	7.07	5.92- 8.22

NADADORAS CON ALETAS

VARIABLES	MEDIA	RANGO
VO ₂ MAX (mlO ₂ /kg/min)	49.90	44.35- 55.45
R.P. (mmHg/Met)	4.04	3.72- 4.36
R.P. (Lpm/Met)	8.55	7.46- 9.65
MVO ₂ (mlO ₂ /kg/min)	39.00	30.79- 47.21
IEM	7.94	5.63- 10.25

En un estudio hecho por Takahashi y cols³⁰ en nadadores de 18 años de edad, determinó el VO₂ max. reportando 51.66 ± 0.89 mlO₂/kg./min, sin embargo actualmente los valores internacionales para esta disciplina son: 65-70 y 60-65 ml/k/min en hombres y mujeres respectivamente por lo que los nadadores con monoaleta mexicanos se encuentra también por debajo de estos parámetros, ya que la comparación con nadadores de otro estilo no es la más afortunada

Recordemos que los monoaletistas únicamente utilizan los músculos de espalda y abdomen bajos, así como los de miembros pélvicos a diferencia de los nadadores tradicionales que requieren para su ejecución casi todos los músculos del cuerpo teniendo en esta forma mayor consumo de oxígeno Otro factor a tomar en consideración es que la prueba de esfuerzo que se llevó a cabo para hacer la determinación de la resistencia aeróbica no fue la idónea, ya que para hacer estas evaluaciones se debe someter al deportista a condiciones que más se asemejen a su actividad deportiva y esto se conseguirá únicamente en una piscina ergométrica, sin embargo nos da una idea muy aproximada del nivel de rendimiento con el que cuentan.

Como la mayoría de los nadadores con monoaleta son especialistas en pruebas de medio fondo y fondo, presentan un músculo cardíaco eficiente para el mejor aprovechamiento de la fuente energética disponible a través del metabolismo aeróbico, por lo que cuentan con la adaptación fisiológica para realizar esfuerzos por periodos de tiempo prolongados. Esto se corrobora con el consumo miocárdico de oxígeno (MVO_2) y a través del índice de eficiencia miocárdica ya que se encuentra en niveles bajos lo que indica que no requiere realizar un gran esfuerzo para cubrir las demandas energéticas del organismo mientras se ejercita. Por lo anterior se considera que el nivel de rendimiento se encuentra dentro de los parámetros adecuados para el tipo de disciplina que practican.

7. COMENTARIO

- En virtud de que en este momento es el primer estudio realizado en nadadores con aletas mexicanos y no se cuenta con parámetros de referencia tanto antropométricos como ergométricos y a pesar de que el objetivo del estudio es descriptivo, nos vemos en la necesidad de tomar sólo como marco de referencia la población deportiva con una actividad lo más parecida posible en cuanto a gesto motor y medio de entrenamiento se refiere. Por lo que nos obligará a realizar una investigación en gran escala sin variables que puedan interferir para una mejor representatividad de la población
- Los nadadores con monoaleta presentan talla y peso inferiores que los de países europeos y sudamericanos referidos. Esta diferencia se acentúa en las mujeres cuando se analiza la talla, debiendo recordar que los grupos que se utilizaron para comparación todavía se encuentran en etapa de desarrollo, por lo que la diferencia sería mayor; aunque el principal factor que contribuye a esta discrepancia radica en las características raciales de cada una de las poblaciones
- A falta de publicaciones que describan las características generales de este tipo de actividad y de los competidores, se ha observado que los campeones mundiales presentan tallas de 185 y 175 cm o mayores en hombres y mujeres respectivamente, por lo que los nadadores con monoaleta estudiados tienen este factor en contra para alcanzar el nivel requerido para dichos campeonatos.
- Los responsables del equipo evaluado tienen que implementar un programa de entrenamiento tanto para el desarrollo de la masa muscular como para la modificación de la masa grasa, esto último principalmente en mujeres, con la finalidad de mejorar el nivel de rendimiento.
- Como se pudo observar el VO_2 max fue similar al de los grupos comparados, sin embargo se encuentran debajo de los ideales propuestos por P.O Astrand, por lo que se necesita implementar un programa de actividad aeróbica que les mejore la resistencia. De igual manera sería idónea la valoración de esta capacidad en una piscina ergométrica con el fin de obtener resultados específicos que reflejen su desempeño real en el medio donde participan
- En los últimos 5 años, las competencias internacionales han sido dominadas por los atletas Chinos¹⁸, ellos son los actuales exponentes supremos de la natación con aletas. Lamentablemente debido al régimen socio-político que prevalece en este país, no podemos contar con información científica de los deportistas y todo lo referente a su actividad física. Por esta razón contamos con muy poca información al respecto, sin embargo en el próximo campeonato mundial que se llevará a cabo en el año 2001 y con sede tentativa en la ciudad de México, probablemente se publicará gran literatura referente a esta disciplina.
- Debido a los avances tecnológicos, evolución de los métodos de entrenamiento y a que el potencial biológico de la población se expresa con más facilidad por mejoras en la nutrición y control de enfermedades que pudieran interferir con su crecimiento y desarrollo, es necesario estar en continua investigación a fin de obtener de la población adecuada el perfil ideal que sirva de referencia para la detección de talentos deportivos, y en base a éste diseñarle programas de trabajo que le ayuden a obtener la forma física necesaria para cumplir sus metas.

8. ANEXOS

ANEXO 1

BASE DE CÁLCULO.

Composición Corporal^{24,25,26}

Para el cálculo de la masa grasa expresada en kilogramos se utilizó la ecuación que toma en cuenta la densidad corporal:

- Jackson y Pollock.

Sexo masculino

$$D = 1.11200000 - 0.00043499(X1) + 0.00000055(X1)^2 - 0.00028826(X4).$$

Sexo femenino

$$D = 1.0970 - 0.00046971(X1) + 0.00000056(X1)^2 - 0.00012828(X4).$$

Donde X1= suma de 7 pliegues pectoral, axilar, tríceps, subescapular, abdominal, suprailíaco, muslo

Para calcular el porcentaje de grasa:

- Ecuación de Siri.: Tanto para hombres como para mujeres.

$$\% \text{ Grasa} = (4.95/DC) - 4.50 \times 100$$

Para el cálculo de la masa muscular:

- Ecuación de Deborah Kerr

$$\text{Masa Muscular (kg)} = \frac{(ZMU \times 5.4) + 24.5}{(170.18/\text{Talla})^3}$$

Donde ZMU= [SMU x (170.18/Talla)- 207.21]/ 13.74.

Y SMU= CBT+CA+CMM+CPP+CTS.

Para el cálculo de la masa ósea:

Ecuación de Von Döblen.

$$MO = (H^2 \times R \times C \times 400)^{0.712} \times 3.02$$

Donde: H talla (m).

R: rodilla (m)

C: muñeca (m)

Somatotipo:

Se determinó con las ecuaciones de Heath y Carter.

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

Donde X = pliegue de tríceps + pliegue subescapular + pliegue suprailiaco.

$$\text{Mesomorfia} = 0.858 x (X_1) + 0.601 (X_2) + 0.188 (X_3) + 0.161 (X_4) - 0.131 (X_5) + 4.5.$$

Donde

X1 = diámetro humeral (cm)

X2 = diámetro femoral (cm)

X3 = Circunferencia del brazo corregida

= C. Brazo relajado (cm) - pliegue tríceps (mm/10).

X4 = Circunferencia pierna corregida

= C. Pierna (cm) - pliegue pierna medial (mm/10).

X5 = Talla del sujeto (cm).

$$\text{Ectomorfia} = \text{IP} \times 0.732 - 28.58$$

$$\text{Índice Ponderal} = \text{talla (cm)} / (\text{peso, kg})^{0.333}$$

Si IP > 40.75 entonces ECTO = (IP x 0.732) - 28.58.

Si IP es > 38.25 o < 40.75, entonces ECTO = (IP x 0.463) - 17.63.

Si IP es < 38.25 ECTO se asigna el valor mínimo, de 0.1.

Proporcionalidad:

Se realizó con las medidas de los evaluados en este estudio, para la creación del Phantom. (Índice Z):

$$Z = 1/s [l (170.18/E)^d - p]$$

de.

Z = es el valor de la proporcionalidad que le corresponde a la variable estudiada

l = es el valor de la variable estudiada

s = es la Desv. Est. del modelo de referencia del Phantom para la variable estudiada.

E = talla del sujeto (en cm).

d = exponente dimensional que equivale a:

1 - alturas, longitudes, diámetros, circunferencias y pliegues cutáneos

2 - valores de áreas.

3 - peso y volumen.

p = es el valor de referencia del modelo del Phantom para la variable estudiada.

ANEXO 2

CÉDULA DE REGISTRO ANTROPOMÉTRICO

SUBDIRECCION DE INVESTIGACION Y MEDICINA DEL DEPORTE
 ANTROPOMETRÍA
 FORMATO DE SEGUIMIENTO EN MAYORES DE 18 AÑOS

NOMBRE _____ FOLIO _____ FECHA _____
 EDAD _____ SEXO _____ FECHA DE NACIMIENTO _____
 DEPORTE _____ POS/PRUEBA _____ FRECUENCIA _____ MES/SEM _____
 TIEMPO DEPORTE _____ OTROS DEPORTES _____
 TIEMPO DE INTERRUPCION O CAMBIO DE DEPORTE _____
 % GRASA ACTUAL _____ % IDEAL _____ % MUSCULO ACTUAL _____ % IDEAL _____

TODAS LAS MEDIDAS SE REGISTRAN EN MILIMETROS.

PESO _____ TALLA _____

PESO IDEAL:
 EXC. GRASA:
 DEFICIT MUSC.:
 SOBREPESO:

I) ANCHURAS O DIAMETROS.

Humeral _____ IZQ _____
 Bistilion _____ IZQ _____
 Femoral _____ IZQ _____

II) CIRCUNFERENCIAS O PERIMETROS.

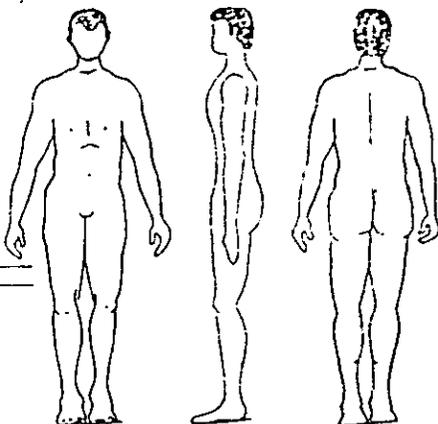
Tórax Reposo _____
 Tórax ins. máx. _____
 Tórax exp. máx. _____
 Elasticidad Torácica _____
 Abdomen 2 _____
 Brazo Der. C. _____ R. _____
 Brazo Izq. C. _____ R. _____
 Muslo Der. C. _____ R. _____
 Muslo Izq. C. _____ R. _____
 Pantorrilla Der. C. _____ R. _____
 Pantorrilla Izq. C. _____ R. _____

M.P.O.

III) PLIEGUES

M.T.D. _____ M.T.I. _____
 Pectoral _____

Axilar _____
 Biceps _____
 Abdominal _____
 Suprailíaco _____
 Muslo _____
 Pantorrilla _____
 Subescapular _____
 Tríceps _____



ENDOMORFIA:
 MESOMORFIA:
 ECTOMORFIA:

OBS _____
 MISTO _____
 REGISTRO _____

ANEXO 3

CÉDULA DE REGISTRO ERGOMÉTRICO

DIRECCIÓN GENERAL DE ACTIVIDADES DEPORTIVAS Y RECREATIVAS
 SUPLENENCIA DE INVESTIGACIÓN Y MEDICINA DEL DEPORTE
 LABORATORIO DE ERGOMETRIA

PROTOCOLO PARA ERGOMETRIAS (BRUCE/BRUCE-MOD)

NOMBRE _____ SEXO _____ EDAD _____ TALLA _____ mm PESO _____ Kg
 FECHA DE INSCRIPCIÓN _____ DEPORTE _____ POSICIÓN _____ CATEGORÍA _____
 PERIODO DE ENTRENAMIENTO _____ ANTIGÜEDAD _____ FRECUENCIA X SEMANA _____ HORAS POR SESIÓN _____
 DIRECTOR _____ (FC) REFUSO _____ DV Y TX _____
 REGISTRO _____ TOMA DE TA _____

DESARROLLO DEL PROTOCOLO

ETAPA REFUSO	VELOCIDAD	INCLINACIÓN	DURACIÓN	FC	TA	RECUPERACIÓN		
						TIEMPO	FC	TA
I	1.70 m/s	0 %	3 min			1		
II	1.70 m/s	5 %	3 min			3		
III	1.70 m/s	10 %	3 min			5		
	2.40 m/s	12 %	3 min			10		
IV	3.40 m/s	14 %	3 min					
V	4.70 m/s	15 %	3 min					
VI	5.0 m/s	18 %	3 min					
VII	5.5 m/s	22 %	3 min					
VIII	6.5 m/s	22 %	3 min					

TIEMPO TOTAL _____ MIN _____ SEG VOZ REAL _____ m/Kg/min VOZ IDEAL _____ m/Kg/min RFA (%) _____

NIQS _____ VOZ _____ L/min FCMT _____ FC MAX _____ FCM (%) _____

CAUSAS DE LA SUSPENSIÓN FATIGA () ALTERACIONES TA () ANOMALIAS ECO () HAUSEAS () OTROS _____

FC LÍMITE () ECG NEGATIVO () POSITIVO () DUDOSO () ¿POR QUÉ? _____

RESPUESTA ESPECORA _____ (normal 7-10 mmHg/mm) NORMAL () PLANA () HIPERTENSIVA ()

RESPUESTA CRONOTRÓFICA: _____ NORMAL () ANORMAL () MVOZ _____ IFM _____

9. GLOSARIO

A

Aeróbico: proceso que requiere oxígeno, por medio del cual los organismos generan energía a partir de moléculas orgánicas ingeridas. La forma aeróbica de disponer energía consiste en la degradación de glucógeno o bien glucosa (glucólisis aeróbica), de las grasas (lipólisis) y de las proteínas (gluconeogénesis) con participación del oxígeno, obteniéndose como productos finales dióxido de carbono, agua y ATP_s.

Anaeróbico: conjunto de reacciones que permiten reconstituir el ATP por degradación de glucógeno o glucosa en ácido láctico sin utilización de oxígeno y con una ganancia de dos moléculas de ATP.

Anchura: distancia entre dos puntos opuestos de un cuerpo u objeto. Para nuestro estudio se utilizó para medir bilateralmente anchuras de codo, muñeca y rodilla.

A. Femoral: distancia en sentido perpendicular al eje mayor del fémur a nivel de sus cóndilos (medial y lateral), se conoce también como dimensión de la rodilla.

A. Humeral: eje de mayor distancia de los cóndilos humerales en sentido perpendicular al eje mayor del húmero, también conocido como dimensión del codo.

A. Biestilión: distancia en sentido perpendicular al eje mayor de antebrazo a nivel de apófisis estiloides de radio y ulna, también se le conoce como muñeca.

Antropometría: técnica mediante la cual se llevan a cabo mediciones de segmentos corporales, con la finalidad de clasificación e identificación personal.

Antropómetro: instrumento constituido de varios segmentos rectos y curvos que cuentan con escala dispuesta en milímetros y centímetros. Sirve para la cuantificación de longitudes, anchuras, diámetros.

Apnea: ausencia de ventilación.

B

Biotipo: características físicas y psíquicas que se expresan en individuos determinado por factores genéticos y ambientales y que sirven para clasificar a los diferentes grupos poblacionales.

Bradicardia: disminución de la frecuencia cardiaca, por debajo de 60 pulsaciones por minuto.

Bradipnea: disminución de la frecuencia ventilatoria, debajo de 14-16 por minuto.

C

Capacidad biomotora: condición previa o requisito motriz básico a partir de la cual el hombre o el atleta desarrollan sus habilidades técnicas.

Circunferencia: dimensión que determina el perímetro en diferentes partes del cuerpo. En los segmentos de las extremidades torácicas y pélvicas se registra en contracción y relajación.

Composición corporal. forma como están distribuidos hueso, músculo, grasa y vísceras en el ser humano.

Consumo de oxígeno (VO_2): capacidad del organismo para captar el oxígeno del ambiente y llevarlo hasta la célula para obtención y ganancia de energía. Constituye un parámetro de medición de rendimiento físico aeróbico. Es el producto de la diferencia arteriovenosa de oxígeno.

Consumo de Oxígeno Miocárdico (MVO_2): es el producto del flujo sanguíneo coronario y de la diferencia arteriovenosa de oxígeno del corazón. Se determina a través del doble producto multiplicado por las constantes $(0.14 \times 0.01) - 6.3$

Cronotropismo: tiempo en el cual el corazón realiza un número determinado de contracciones, es decir la frecuencia cardiaca.

D

Diagrama de Sheldon: representación gráfica tridimensional del somatotipo en el que a partir de un punto central se consideran tres ejes, para cada uno de los componentes que forman entre sí tres ángulos. El vertical corresponde a la mesomorfia, el que va del centro a la izquierda a la endomorfia y el que va del centro a la derecha a la ectomorfia, los tres tienen la misma longitud, y están divididos en partes iguales.

Diámetro: distancia de mayor longitud tomada entre dos puntos opuestos. Se aplica solamente a segmentos corporales cilíndricos

Doble producto: es el resultado de multiplicar la frecuencia cardiaca y la tensión arterial, ya sea sistólica o diastólica, en reposo o en esfuerzo.

Duración: es el tiempo durante el cual el estímulo del movimiento tiene un efecto motriz sobre la musculatura y forma parte de uno de los componentes de la carga de entrenamiento

E

Ectomorfia: componente del biotipo, en el cual existe un predominio relativo de las formas lineales y frágiles, así como una mayor superficie corporal en relación con la masa corporal. Deriva del ectodermo (capa embrionaria).

Electrocardiógrafo: instrumento dotado de electrodos que registran la actividad eléctrica del corazón y lo traduce en forma de gráfico.

Endógeno: factores propios del ser humano.

Endomorfia: componente del biotipo en el cual existe una predominancia en las formas redondas y consecuentemente acumulo de grasa. Deriva del endodermo.

Ergometría: conjunto de métodos para la medición de la capacidad de trabajo físico.

Ergómetro: instrumento mecánico o electrónico para cuantificar el trabajo físico cicloergómetro, banda sin fin, remoergómetro, ergómetro de manivela, piscina ergométrica, etc.

Esfigmomanómetro: (baumanómetro), instrumento que consta de un manguito inflable que se coloca generalmente alrededor del brazo, para el registro de la tensión arterial periférica, la cual se cuantifica en milímetros de mercurio (mmHg)

Exógeno: factores generados en el ambiente que rodea al ser humano.

F

Frecuencia: número de veces que se aplica un estímulo. Está relacionado con la cantidad de estímulos que se aplican dentro de la sesión de entrenamiento, el microciclo, el mesociclo y el macrociclo.

Frecuencia cardíaca: se refiere a la frecuencia con que es estimulado el músculo cardíaco por el nodo sinusal, para expulsar el volumen sanguíneo ventricular en una unidad de tiempo.

Fuerza: queda englobada dentro de las capacidades de la condición motriz. En el sentido físico es el producto de la masa por la aceleración; expresado en la fórmula y las magnitudes correspondientes. En el sentido biológico/teoría del entrenamiento, es la capacidad de superar o contrarrestar resistencias mediante la actividad muscular.

G

Gasto cardíaco: es el producto de la frecuencia cardíaca por el volumen expulsado en cada minuto

H

Hiperpotasemia: aumento de los niveles considerados normales de potasio en plasma que son 3.3-4.9 mmol/l

Hipoxemia: disminución de la presión parcial de oxígeno (PaO_2) de los valores considerados normales (60 mmHg) en sangre arterial.

I

Inmersión: es la sumersión de un objeto en un líquido. En este caso se refiere a las actividades subacuáticas que se llevan a cabo con ayuda de tanque de oxígeno.

Inotropismo: se refiere a la fuerza de contracción por parte del corazón.

Intensidad: grado de exigencia de la carga de entrenamiento, (trabajo por unidad de tiempo). Se mide por la velocidad de translación, frecuencia del ejercicio, ritmo, número de elementos, uniones y/o combinaciones integradas por unidad de tiempo en la sesión de entrenamiento.

L

Lactacidemia: niveles elevados de los considerados como normales de lactato en plasma (0.3-1.3 mmol/l).

Longitud: distancia comprendida entre dos puntos antropométricos, paralela al eje mayor del segmento corporal medido: tronco o extremidades.

L. Miembro Pélvico: distancia que va desde el borde superior del trocánter mayor a la base de apoyo estando el sujeto de pie en posición de atención antropométrica. Esta medición se hace de forma simétrica, para su comparación.

M

Masa: cantidad de materia contenida en el cuerpo humano, expresada en kilogramos o granos y se puede dividir en: masa grasa, muscular, ósea y visceral

Metabolismo basal: conjunto de procesos bioquímicos que tienen lugar en el organismo para el mantenimiento de las funciones vitales y estructurales en reposo

MET (Metabolic Equivalent Time): unidad del gasto energético en situación basal, y equivale a 3.5 mlO₂/kg/min.

Mesomorfia: componente del biotipo que se refiere al predominio relativo de los tejidos que se derivan del mesodermo embrionario; huesos, músculos y tejido conjuntivo. Los mesomorfos tienden a presentar un gran desarrollo músculo-esquelético

Movilidad: capacidad y cualidad que el deportista tiene para poder ejecutar movimientos de gran amplitud articular por sí mismos bajo la influencia de fuerzas externas. Involucra la flexibilidad de las articulaciones así como a la elasticidad de los músculos, ligamentos, tendones, entre otros tejidos blandos

P

Parasimpático: parte del sistema nervioso vegetativo, que inerva a las vísceras; provoca enlentecimiento del ritmo cardíaco, dilatación de los vasos sanguíneos, aceleración de los movimientos del tubo digestivo entre otras funciones.

Peso: medición de la estructura volumétrica, expresada en unidades de masa (Kg.).

Phantom: método para valorar la proporcionalidad entre segmentos a través del índice Z. Es un modelo conceptual asexuado, simétrico, con una talla media de 170.18 y un peso promedio de 64.5 Kg.

Plano de Frankfort: colocación de la cabeza en la que se traza una línea imaginaria perpendicular al eje longitudinal del cuerpo, de la comisura del ojo al trago de pabellón auricular.

Plicómetro: instrumento que consta de dos ramas metálicas, las cuales hacen la función de pinza, los extremos se encuentran aplanados para la mejor sujeción de los pliegues cutáneos y de esta forma cuantificar el espesor de la capa de tejido celular subcutáneo. Debe tener una presión de 10 gr/cm².

Pliegue: medida que se obtiene de la doble capa de piel y tejido celular subcutáneo: se toma como parámetro de la cantidad y distribución de la masa grasa de depósito en los individuos. Los pliegues utilizados tienen la siguiente localización:

P. subescapular: 1 cm por debajo del vértice del ángulo inferior de la escápula, en forma oblicua.

P. tricipital: punto mesobraquial dorsal

P. pectoral: punto medio de una línea imaginaria que va del surco deltopectoral al pezón, en el caso de varones, en el caso de mujeres en donde se une el tercio medio y el distal

P. axilar: cuarto espacio intercostal y línea media axilar derecha.

P. abdominal: 2 cm. a la derecha de la cicatriz umbilical perpendicular al eje longitudinal del cuerpo

P. suprailíaco: 2 cm. por arriba de la cresta iliaca antero-superior en la intersección con la línea axilar anterior.

P. del muslo: punto medio entre el pliegue inguinal y el borde superior de la patela. Se obtiene con el sujeto de pie y la pierna derecha relajada.

P. de pierna: punto con mayor volumen. Se obtiene en la cara medial con la pierna ligeramente flexionada.

Posición de Atención Antropométrica: (PAA). Actitud que debe guardar el sujeto al que se está midiendo erecto con la cabeza y vista dirigida hacia al frente; las extremidades superiores relajadas y extendidas colgando a ambos lados del cuerpo; palmas de las manos mirando a los muslos y los dedos extendidos en forma natural. El peso del cuerpo apoyado por igual en ambas piernas, los pies con talones ligeramente separados y las puntas formando un ángulo de 60 grados aproximadamente.

Propulsión: acción de empujar hacia delante aplicando una fuerza. Se basa en el principio de la acción y la reacción.

R

Resistencia: fuerza opuesta por algún elemento al avance de un cuerpo. La resistencia a este avance es proporcional al cuadrado de la velocidad; es decir si la velocidad aumenta al doble, la resistencia lo hace 4 veces más.

R. aeróbica: esfuerzo físico de regular intensidad mantenido por un periodo relativamente prolongado de tiempo y mediante el cual se dispone de suficiente oxígeno para la oxidación de glucógeno y ácidos grasos.

Respuesta cronotrópica. adaptación de la frecuencia cardíaca a la intensidad de esfuerzo, es decir a mayor intensidad mayor es la frecuencia de contracción cardíaca. La respuesta cronotrópica normal es un incremento de 8 - 10 latidos por minuto por cada MET durante una prueba de esfuerzo, si sobrepasa esta cifra es una respuesta acelerada, lo que refleja incapacidad del corazón para cubrir las necesidades que se le están solicitando para el esfuerzo.

Respuesta presora: reacción adrenérgica con aumento del inotropismo y aumento del gasto cardíaco, lo que aumenta la presión sistólica.

Respuesta presora normal: aumento de la presión sistólica de 50 a 70 mmHg y la diastólica de 5 - 15 mmHg durante todo el esfuerzo.

Respuesta presora plana: aumento de la presión sistólica entre 20 y 50 mmHg y la diastólica entre 5 y 10 mmHg por arriba de las cifras basales.

Respuesta presora hipertensiva: incremento de la presión sistólica desde las primeras etapas de la prueba de esfuerzo más de 70 a 90 mmHg y la diastólica de 15 a 25 mmHg.

Respuesta presora hipotensiva: disminución de 10 - 20 mmHg de la presión sistólica en relación con las cifras tomadas en la etapa de esfuerzo precedente, lo que constituye una indicación para suspender la prueba de inmediato.

S

Sistema vagal: (ver parasimpático).

Somatotipo: cuantificación de los componentes primarios derivados del endodermo, mesodermo y ectodermo, que determinan la estructura morfológica del individuo, expresan en cada una de ellas la fuerza con que se presenta cada componente.

T

Talla: distancia entre el vértex, punto más elevado en la línea mediosagital con la cabeza orientada en el plano de Frankfurt, y la superficie donde se halla de pie el sujeto.

Telemetría. técnica de medición a distancia de distintos parámetros internos como lo son la frecuencia cardíaca, la frecuencia de ventilación y otros que puedan traducirse como señales eléctricas.

Tensión arterial: resistencia que ofrecen las paredes arteriales al paso de la sangre, se divide en. Tensión arterial sistólica y diastólica. Sus valores normales en reposo son 120-140 mmHg y 70-89 mmHg respectivamente.

V

Vernier: instrumento constituido por dos ramas rectas, una de ellas deslizable, con escala en milímetros y centímetros, que sirve para medir anchuras y profundidades.

10. MEDICIONES OBTENIDAS

ANTROPOMETRÍA

	HOMBRES	EDAD	Talla cm	PESO	MPD (cm)	MPI (cm)	Fémur cm	C. Abdom (cm)	Cintura (cm)	Cadera (cm)
1		24	165.2	60	88.6	87.8	9.7	76	75.2	92.6
2		20	174	65	91	91.8	9.4	77	76.5	95.2
3		22	172.6	65.1	90.5	89.6	9.6	79.5	77	94.5
4		22	171.2	65.3	88.8	88.5	9.5	79.7	76	92.3
5		22	181.4	73.2	91.9	92.2	10	80.4	77.7	97.9
6		27	179.7	66.1	91.8	91.9	10.2	76	77.4	96.9
desv Estand	2.401388487	5.907424707	4.23953614	1.44037032	1.91833261	0.307679487	1.991983936	0.930949336	2.24944438	
error estand	1.980405301	4.871804486	3.49631052	1.18786154	1.5820331	0.253740738	1.64277274	0.767746248	1.85509824	
promedio	22.83333333	174.0166667	65.78333333	90.43333333	90.3	9.733333333	78.1	76.63333333	94.9	
interv max	24.81373863	178.8884712	69.2796439	91.6211949	91.8820331	9.987074071	79.74277274	77.40107958	96.7560982	
interv m:n	20.85292903	169.1448622	62.2870228	89.2454718	88.7179669	9.478692595	76.45722726	75.86558709	93.0449018	

MUJERES

1		20	158.2	63.5	86	85.8	9.7	77.5	71	96.5
2		22	151	44	86.7	86.1	8.5	61.4	64	89.1
3		18	156.3	49.5	80.7	80.4	8.4	71.2	63.6	88
4		22	168.5	67.9	95.5	94.8	9.5	83.1	75.4	103
desv Estand	1.914854216	7.329847656	11.3123458	6.1326313	5.9567189	0.670198975	9.304120651	5.718974267	7.00404645	
error estand.	2.249953703	8.612570996	13.2920063	7.20584178	6.9991447	0.787483796	10.93234212	6.719794764	8.22975458	
promedio	20.5	158.5	56.225	87.225	86.775	9.025	73.3	68.5	94.15	
interv max	22.7498537	167.112571	69.5170063	94.4308418	93.7741447	9.812483796	84.23234212	75.21978476	102.379755	
interv m:n	18.2500463	149.887429	42.9329937	80.0191582	79.7758553	8.237516204	62.36765788	61.78020524	85.9202454	

MPD miembro pélvico derecho
 MPI miembro pélvico izquierdo
 C Abdom circunferencia abdominal

ANTROPOMETRÍA

HOMBRES

	MPDC (cm)	MPDR (cm)	Pant D C	Pant D R	P Subesc. (mm)	P Triceps (mm)	P biceps (mm)	P Pect.(mm)	P axilar(mm)	P Abd (mm)
1	54.3	54	33.5	32.6	15.8	7.4	3.6	5.1	14.2	13
2	57.2	57	34	32.8	12.4	9.4	5.4	14	15.2	16
3	57.9	57.4	35.5	34.9	8.8	6	3	8	7.2	14.2
4	56.8	56.4	34.5	34.3	12.4	9.2	5.6	12	14	18.2
5	58.5	58.3	36.6	36.4	12	8.8	3.8	6.2	9.2	14
6	55.9	55.8	35	34	8.6	5.2	3.8	5.8	6	12
SD	1.5042163	1.486494758	1.111305539	1.40665087	2.679303392	1.764841825	1.050714043	3.667549271	3.988817703	2.225009363
E SD	1.24051479	1.22589998	0.916484522	1.16005338	2.209599433	1.455450513	0.866515215	3.01635075	3.289545097	1.834946891
PROM	56.7666667	56.48333333	34.85	34.1666667	11.66666667	7.666666667	4.2	8.516666667	10.95666667	14.56666667
MAX	58.0071815	57.70923331	35.76648452	35.32872	13.8762861	9.12211718	5.066515215	11.53301742	14.25621176	16.40161356
MIN	55.5261519	55.25743335	33.93351548	33.0066133	9.457067233	6.211216154	3.333484785	5.500315917	7.67712157	12.73171978

MUJERES

1	60.5	60.1	36.3	35.9	14.2	16.6	10.4	11	12.4	18
2	58.9	58.7	32.3	31.5	9	18.8	4.4	7.2	5.6	13.2
3	55.8	55.6	33.5	32.8	10.1	14.8	6.6	7.2	8.8	11.2
4	61	60.6	35.9	35.4	16.1	15.9	7.7	5.2	12.1	13.5
SD	2.3444971	2.24870333	1.918332609	2.0992062	3.355095627	1.687947472	2.494493937	2.424183711	3.197264456	2.870975444
E SD	2.7547841	2.642226413	2.254040816	2.46656728	3.942237362	1.983338279	2.931030376	2.848415861	3.756785736	3.373396147
PROM	59.05	58.75	34.5	33.9	12.35	16.525	7.275	7.65	9.725	13.975
MAX	61.8047841	61.39222841	36.75404082	36.3665673	16.29223736	18.50833828	10.20603038	10.49841586	13.48178574	17.34839615
MIN	56.2952159	56.10777359	32.24595918	31.4334327	8.407762638	14.54166172	4.343969624	4.801584139	5.968214264	10.60160385

MPDC	muslo proximal derecho contraído	P biceps	pliegue de biceps
MPDR	muslo proximal derecho relajado	P pectl	pliegue pectoral
Pant D C	pantorrilla derecha contraída	P ax'lar	pliegue axilar
Pant D.R	pantorrilla derecha relajada	P abd	pliegue abdominal
P subesc	pliegue subescapular		
P triceps	pliegue de triceps		

**ANTROPOMETRÍA
HOMBRES**

	P supra(mm)	P muslo(mm)	P pant (mm)	Suma 7 pliegues	Dens corp.	Ind. Ponderal	Suma 3 pliegues	Endomorfia	Mesomorfia	Ectomorfia
1	8.4	8.6	5.4	72.5	1.076435923	42.25673659	31.6	3.232115494	3.91864	2.351199184
2	6.8	8.2	6.4	82.0000	1.07426382	43.3360	28.60	2.9082	2.7086	3.1420
3	7	5.4	5.4	56.6000	1.082799804	42.9653	21.80	2.1363	3.6454	2.8706
4	20.2	11	8.4	97.0000	1.0686392	42.5733	41.80	4.2611	3.8750	2.5837
5	12.6	9	5.4	71.8000	1.07726138	43.4265	33.40	3.4217	4.1346	3.2082
6	5.8	6.8	4.8	50.2000	1.083766504	44.5062	19.60	1.8751	3.2825	3.9886
SD	5.47965936	1.920069443	1.298717316	16.95339691	0.006603082	0.788972775	8.111884286	0.876057268	0.521570586	0.577528071
ESD	4.51902993	1.583465451	1.071041471	13.98132875	0.004620815	0.650659347	6.669804139	0.722477211	0.430134965	0.476282642
PROM	10.1333333	8.166666667	5.966666667	71.68333333	1.077194438	43.17720354	29.46666667	2.972422593	3.59412	3.025712995
MAX	14.6523633	9.750132117	7.037708137	85.66466009	1.081815254	43.82786289	36.15647081	3.694899804	4.024254965	3.501985637
MIN	5.61430341	6.583201216	4.896625196	57.70200658	1.072573623	42.5265442	22.77686253	2.249945382	3.163985035	2.549430363

MUJERES

1	18.8	26	19.8	117	1.04714417	39.70844028	49.6	4.97668471	5.06434	0.7550
2	6.8	24.8	12.6	85.4	1.058148776	42.82596976	34.6	3.54618163	3.4633	2.7686
3	11.2	17.8	20	81.1	1.060280717	42.62412206	36.1	3.696591433	3.47826	2.6209
4	18	17.3	18.3	98.1	1.053488511	41.36064192	50	5.0118	4.09925	1.6960
SD	5.72596426	4.563167759	3.46734769	16.10734822	0.005818921	1.435684237	8.366749668	0.794355214	0.752809313	0.933146954
ESD	6.728008	5.361722117	4.074133635	18.92613416	0.006837233	1.686928979	9.830900859	0.933367377	0.884550943	1.086447671
PROM	13.7	21.475	17.675	95.4	1.054765543	41.6297935	42.575	4.308564444	4.0262675	1.960116236
MAX	20.428008	28.83672212	21.74913354	114.3261342	1.061602776	43.31672248	52.40593086	5.24193182	4.910836443	3.056663907
MIN	6.971992	16.11327788	13.60086646	76.47386664	1.04792831	39.94286452	32.74406914	3.375197067	3.141736557	0.863666565

P supra pliegue suprailíaco
P muslo pliegue muslo
P pant. pliegue pantorrilla
Dens. Corp. densidad corporal

**ANTROPOMETRÍA
HOMBRES**

	Húmero cm	C. brazo relaj.	Brazo correg	C. Antebraz(cm)	Muslo correg	Pierna correg	C. Tórax cm	Tórax correg	B corregSMU	Muslo correg.SMU
1	6.2	26	25.26	25	53.14	32.06	92.1	87.136272	23.675216	51.298224
2	6.5	25.4	24.4600	25.4	56.1800	32.1600	92	88.1044	22.4469	54.4239
3	6.4	27	26.4000	25.5	56.8600	34.3600	91	88.2354	25.1150	55.7035
4	6.5	28.2	27.2800	24.7	55.3000	33.4600	92	88.1044	25.3097	52.9442
5	7.2	29.8	28.9200	26.6	57.4000	35.8600	94.8	91.0301	27.0354	55.4726
6	7	26	25.4800	24.2	55.1200	33.5200	94.3	91.5982	24.3664	53.6637
SD	0.382970843	1.662127151	1.61086312	0.821380951	1.517190386	1.424850869	1.496662955	1.818074552	1.563682967	1.657517114
ESD	0.315832899	1.370742568	1.328466555	0.677386103	1.251214411	1.175062773	1.234285608	1.499351104	1.28955646	1.366940708
PROM	6.633333333	27.06666667	26.3	25.23333333	55.66666667	33.57	92.7	89.0348	24.65810667	53.91769333
MAX	6.949166232	28.43740923	27.6284655	25.91071944	56.91788108	34.74506277	83.93428561	90.5341511	25.94766313	56.28463404
MIN	6.317500434	25.6659241	24.9715345	24.55594723	54.41545226	32.39493723	91.46571439	87.5354489	23.36855021	52.55075263

MUJERES

1	6.1	27	25.34	24	57.5000	33.92	89	84.5389	21.7849	51.9318
2	5.7	22.5	20.62	22.1	56.2200	30.24	76	73.1726	16.5938	50.9088
3	5.9	24.8	23.32	21.9	53.8200	30.8	81.2	78.0270	20.1504	50.0080
4	6.3	29	27.41	24.9	58.8700	33.57	88.9	83.8420	24.0049	55.1650
SD	0.25919889	2.802825955	2.89778507	1.463728117	2.147531529	1.881371397	6.341595488	5.348699187	3.122203281	2.249513248
ESD	0.303383695	3.293320497	3.40489746	1.719880537	2.523349546	2.210811391	7.451374698	6.284721545	3.669588855	2.643178067
PROM	6	25.825	24.1725	23.225	56.6025	32.1325	83.775	79.895124	20.633506	52.003414
MAX	6.303383695	29.1183205	27.5773975	24.94488054	59.12584955	34.34311139	91.2263747	85.17984555	24.30209486	54.64659207
MIN	5.696816305	22.5316795	20.7676025	21.50511946	54.07915045	29.92188861	76.3236253	73.61040245	16.96491714	49.36023593

C. brazo relaj. circunferencia brazo relajado
 Brazo correg. brazo corregido
 C. antebrazo circunferencia antebrazo
 C. tórax circunferencia de tórax
 B. correg SMU brazo corregido

ANTROPOMETRÍA
HOMBRES

	Pant cor SMU	SMU	ZMU	Musc kg	%Musc.	Grasa kg	Grasa %	A. biestilón cm	M.ósea kg	M. Ósea %
1	30.900536	218.013248	1.26457919	28.65809665	47.7635	5.9105	9.8509	5.30	10.3100	17.1833
2	30.7894	221.1646	0.6622	30.0065	46.1684	7.0074	10.7807	5.40	11	16.9231
3	33.2036	227.7575	1.2630	32.6756	50.1930	4.6535	7.1482	5.50	11.18	17.1736
4	31.6611	222.7194	1.0322	30.6179	46.8881	8.6235	13.2059	4.90	10.1	15.4671
5	34.7035	234.8416	0.9539	35.9107	49.0583	6.9529	9.4865	6.10	13.3	18.1694
6	32.4920	226.3203	0.5182	32.1408	48.6245	4.4554	6.7404	5.90	13	19.6672
SD	1.501347253	5.913011956	0.307555116	2.536827972	1.475503844	1.586435389	2.393099783	0.430890551	1.35768062	1.399162889
ESD	1.23814871	4.876412245	0.25363817	2.091276436	1.216835864	1.308320195	1.973566975	0.355351887	1.119668022	1.153678107
PROM	32.29217867	225.136112	0.948025819	31.66877182	48.1159737	6.267209707	9.537439268	5.516666667	11.48166667	17.43060571
MAX	33.53032738	230.0125242	1.20266399	33.76004826	49.33280957	7.575529901	11.51100894	5.872018554	12.60133469	18.58448382
MIN	31.05402996	220.2596998	0.695387649	29.57749538	46.89913784	4.958889512	7.563869593	5.16131478	10.36199864	16.2767276

MUJERES

1	29.6796	211.9353	1.5120	28.2405	41.3236	14.4236	22.7143	4.80	9.03	14.2205
2	27.5416	190.3168	0.5299	19.1137	43.4402	7.8312	17.7981	4.50	7.35	16.7045
3	26.5168	196.6022	0.4986	21.0670	42.5585	8.3445	16.8575	4.90	8.1353	16.4349
4	29.6509	217.5628	0.9114	28.5585	42.0597	13.4900	19.8675	5.20	10.31	15.1841
SD	1.578429284	12.76497898	0.471604803	4.397676703	0.88882376	3.416255994	2.594897517	0.288675135	1.270462654	1.152973945
ESD	1.854654409	14.9986503	0.554135643	5.167270126	1.044367918	4.014100793	3.049004583	0.339193283	1.492793619	1.354744386
PROM	28.347222	204.104266	0.862962811	23.7449201	42.34575642	11.02230512	19.30934344	4.85	8.706325	15.63601541
MAX	30.20187641	219.1031163	1.417098454	28.91219023	43.39012434	15.03640591	22.35834802	5.189193283	10.19911862	16.9907598
MIN	26.49256759	189.1054157	0.308827168	18.57764998	41.3013885	7.008204327	16.26033686	4.510606717	7.213531381	14.28127103

Pant. cor. SMU

pantorrilla corregida

A. biestilón

anchura biestilón

M. ósea

masa ósea

ANTROPOMETRÍA

HOMBRES

	Z peso	Z musc kg	Z grasa kg	Z grasa %	Z C Muslo	Z C.pant	Z Femur	Z P triceps
1	0.1176	1.9327	-1.7442	-1.5406	-0.0444	-0.7249	0.9842	-1.7398
2	-0.4381	0.8448	-1.7151	-1.6719	-0.0165	-1.3783	-0.6799	-1.3884
3	-0.2535	1.9299	-2.3599	-2.2939	0.1790	-0.3649	-0.1138	-2.1217
4	-0.0512	1.5130	-1.1261	-1.1171	0.0563	-0.5019	-0.1596	-1.3993
5	-0.4814	1.3715	-1.9669	-2.1033	-0.2600	-0.4789	-0.2886	-1.5983
6	-0.9812	0.5848	-2.5679	-2.5106	-0.6873	-1.3266	0.2909	-2.3435
SD	0.384893966	0.555450711	0.513484331	0.521361897	0.309178747	0.446894996	0.572199267	0.3913807
ESD	0.317418883	0.458075625	0.423466298	0.429962861	0.254977165	0.368550622	0.471888021	0.32276844
PROM	-0.347970207	1.362789105	-1.91317421	-1.872894482	-0.128806991	-0.795919407	0.005538474	-1.7651757
MAX	-0.030551324	1.820864731	-1.48970791	-1.44293162	0.126167574	-0.427368785	0.477426495	-1.44240726
MIN	-0.66538909	0.90471348	-2.33684051	-2.302857343	-0.383786757	-1.164470028	-0.46634855	-2.08794413

MUJERES

1	1.6821	2.3795	1.7922	1.8260	2.0395	1.4646	1.9053	0.5497
2	-0.1853	0.6068	-0.2830	1.2881	2.3871	0.1092	0.1243	1.2948
3	-0.0799	0.5494	-0.4182	0.5729	1.0695	0.2012	-0.7793	0.1598
4	0.6246	1.2947	0.5439	0.3246	1.2435	0.2187	0.1557	0.1473
SD	0.856904523	0.851727737	1.015642905	0.684073489	0.623994719	0.645915361	1.122936254	0.53809021
ESD	1.010387815	1.000780091	1.193380414	0.80378635	0.733193795	0.758960549	1.319448924	0.63225569
PROM	0.510372972	1.207357584	0.408728111	1.002893286	1.689892355	0.498416262	0.351504308	0.53791173
MAX	1.520760787	2.208137676	1.602108524	1.806679635	2.42308615	1.257366811	1.870953232	1.17016772
MIN	-0.500014843	0.206577493	-0.7846523	0.199106936	0.956698559	-0.260534287	-0.96794462	-0.09434426

Z Índice Z
 Z C muslo índice Z de muslo
 Z C.pant. índice Z de pantorrilla
 Z P triceps índice Z de pliegue de tríceps

ANTROPOMETRÍA

HOMBRES

	Z.P.subesc	Z.P.abdom.	Z.P.supra.	Z.P.muslo	Z.P.pant.	Z.endo.	Z.meso.	Z.ecto.
1	-0.1822	-1.5435	-1.5093	-2.1778	-2.2349	1.2146	-1.7687	-0.1695
2	-1.0004	-1.2534	-1.9573	-2.2785	-2.0858	0.6929	-3.0188	0.4505
3	-1.6811	-1.4652	-1.9012	-2.6021	-2.2860	-0.1007	-2.1673	0.2194
4	-0.9613	-0.9394	1.0469	-1.9285	-1.6381	2.1889	-1.9352	-0.0302
5	-1.1720	-1.5766	-0.8007	-2.2277	-2.3413	1.0861	-1.9109	0.3903
6	-1.7861	-1.8041	-2.2184	-2.4682	-2.4527	-0.4562	-2.6048	1.1302
SD	0.579584604	0.299142705	1.21644625	0.23487755	0.288756109	0.956928129	0.483300281	0.458239902
E SD	0.477978648	0.246700524	1.0031932	0.19370158	0.238134784	0.789170744	0.398598501	0.377906672
PROM.	-1.13054002	-1.43034628	-1.22301154	-2.280491	-2.173153936	0.770932633	-2.234301237	0.33178821
MAX	-0.65256137	-1.18364576	-0.21981835	-2.0867894	-1.935019152	1.560103377	-1.835702736	0.705694882
MIN	-1.60851867	-1.6770468	-2.22620474	-2.4741926	-2.41128872	-0.01823811	-2.632899737	-0.046118462

MUJERES

1	-0.3796	-0.7760	1.0791	0.1163	1.1348	3.236041164	1.929371489	-2.595454048
2	-1.3919	-1.3526	-1.7307	0.1141	-0.3853	1.581240429	0.174099895	-0.086653955
3	-1.2235	-1.6974	-0.7171	-0.9147	1.2368	1.61966879	0.042206761	-0.37652297
4	-0.1853	-1.5123	0.6218	-1.1438	0.5316	2.880206441	0.44331916	-1.616413636
SD	0.601148204	0.398147315	1.28078827	0.66730945	0.74468461	0.854175435	0.870894491	1.159661244
E SD	0.70634914	0.467823095	1.50492622	0.78408861	0.875004416	1.003656136	1.023301027	1.362601961
PROM	-0.78507201	-1.33454542	-0.18671883	-0.4570173	0.629463176	2.329289206	0.647249326	-1.168781182
MAX	-0.08872287	-0.86672233	1.31820739	0.3270713	1.504467593	3.332945343	1.670550353	0.193840799
MIN	-1.50142115	-1.80236852	-1.69164505	-1.2411059	-0.24554124	1.32563307	-0.376051701	-2.531363124

Z.P.subesc.
Z.P.abdom.
Z.P.suprailiaco
Z.P.muslo
Z.P.pant.

índice Z pliegue subescapular
índice Z pliegue abdominal
índice Z pliegue suprailiaco
índice Z pliegue muslo
índice Z pliegue pantorrilla

Z.endo.
Z.meso.
Z.ecto.

Índice Z endomorfia
Índice Z mesomorfia
Índice Z ectomorfia

ERGOMETRÍA

NOMBRE	Protocolo	VO ₂ max.	Resp. Pres.	Resp. Crono.	MVO ₂	IEM
HOMBRES						
	Bruce					
1	"	56.51	2.48	7.93	36.03	6.37
2	"	66.15	1.07	7.63	38.94	5.97
3	"	64.87	2.7	7.39	38.27	5.9
4	"	56.4	3.72	8.44	46.63	8.26
5	"	54.23	3.55	8.13	50.58	9.32
6	"	58.3	3.6	5.48	38.8	6.65
desv. Estand.		4.650314685	1.01362057	1.05591666	5.70877015	1.394523814
error estand.		3.835076208	0.83592454	0.87080577	4.70797571	1.1500523
promedio		59.24333333	2.85333333	7.5	41.5416667	7.078333333
interv. max		63.07840954	3.68925787	8.37080577	46.2496424	8.228385633
interv. min		55.40825713	2.0174088	6.62919423	36.833691	5.928281033
MUJERES						
1	Bruce	47.38	4.06	7.9	45.24	9.54
2	"	56.94	3.69	7.81	28.98	5.08
3	"	48.3	4.35	8.7	41.06	8.5
4	"	46.99	4.09	9.82	40.74	8.66
desv. Estand.		4.723701762	0.27158485	0.93189323	6.99068666	1.963967074
error estand.		5.55034957	0.3191122	1.09497455	8.21405683	2.307661312
promedio		49.9025	4.0475	8.5575	39.005	7.945
interv. max		55.45284957	4.3666122	9.65247455	47.2190568	10.25266131
interv. min.		44.35215043	3.7283878	7.46252545	30.7909432	5.637338688

BIBLIOGRAFÍA

1. Maglischo, E. W. *Nadar más Rápido*. Edit. Hispano Europea. Barcelona 1990 pp. 58-65,203-215
2. Mackenzie, M.M. *Natación*. 3ª. Edición. EDAMEX 1990. pp. 101-108,125-126.
3. Counsilman, J. E. *La natación: Ciencia y Técnica*. Edit. Hispano Europea. Barcelona 1971. pp. 96-105,254-269,298-299.
4. Sandino A.A. *Natación Deportiva*. La Habana, Cuba 1966. pp. 26-35.
5. Armbruster, D.A. *Swimming and Diving*. Edit. Mosby 1973. pp. 85-87,98-101.
6. Bailey, D. *Natación*. Austin, Texas 1991. pp. 35-38,58-59.
7. Maclaren. D. *Biomechanics and Medicine in Swimming*. E. And FN Spon. London 1992. pp. 23-28,141-151.
8. Jay, M. *Swimming and Scuba diving*. N.Y., N.Y. 1990. pp. 24-32.
9. Navarro V.F. *Hacia el Dominio de la Natación*. Edit. Gymnos. Madrid 1990. pp. 23-25
10. Noble, J. *Swimming*. Edit Bockwrigh. N.Y. 1991. pp. 19-26,59-63.
11. Reischle, K. *Biomecánica de la Natación*. Edit. Gymnos. Madrid 1993. pp. 116-128,186-188.
12. Ryan, F. *Butterfly Swimming*. Edit. Viking. N.Y., N.Y. 1974. pp. 29-35,59-68
13. Counsilman, J E. *Buceo Acuático: Libre y con Equipo*. Edit. Colmenares. México 1972. pp. 12-15
14. Brockman, P. *Natación: Estudio y Enseñanza*. Edit. Kapelus. Buenos Aires, Argentina 1978. pp. 26,31.
15. Luppó G. *La Natación Moderna al Alcance de Todos*. Edit. Caymi. Buenos Aires, Argentina 1980. pp. 19-21,45.
16. Kats, J. *Natación para Todos*. Edit Tutor. Madrid 1995. pp. 81-90.
17. Biscarini. P. *Training With a Monofin*. World Clinic Series, Transcripts of American Swimming Coaches Association, 27th. Annual World Clinic September 1995. pp. 5-15.
18. <http://WWW.DOL-FIN Monofin.com>
19. Magnani. C. *Orta Atti del convegno.Federazione Italiana Pesca Sportiva E Attivita Subacquee*. Milán , Italia 1985. pp. 55-64,73-83.
20. Sánchez F, Y. Borja S. O. Tesis: *Nado con Aletas y Velocidad Subacuática. Preparación Física Para el Alto Rendimiento*. México. 1992. pp. 4-11,15-38,49-60

21. McArdle D Katch, W.I. *Fisiología del Ejercicio. Energía, Nutrición y Rendimiento Humano*. Alianza Editoral. Consejo Superior de Deportes. Madrid 1990. pp. 122-124,165-167,278-280,
22. Platonov N.V. Bulatova, M. *La Preparación Física*. Edit. Paidotribo 3ª. Edición. Barcelona, España pp. 68-71,125-126,254-256.
23. Mellerowicz, H. *Ergometria*. Edit. Panamericana. 3ª. Edición. Buenos Aires, Argentina 1984. pp. 13-20,53-60,71-80,122-130,
24. Ross, W.D. Wilson N.C. *A Stratagem For Proportional Growth Assessment*. Acta Paediatrica, Bélgica, Vol.28. Supplément 1974. pp. 169-182.
25. Jackson A.S., Pollock M.L. *Generalized Equations For Predicting Body Density of Men*. Wake Forest University, Winston – Salem, North Carolina and institute of Aerobics Research, Dallas, Texas, USA. 1978. pp. 497-504.
26. Jackson A.S., Pollock M.L. *Generalized Equations For Predicting Body Density of Women*. Medicine and Science in Sports and Exercise. Vol. 12. No. 3. 1980. pp. 175-182
27. Férez S.S., Shapiro R. M. *Adaptación Cardiovascular a la Prueba de Esfuerzo*. Salvat Mexicana Editores. S.A de C.V. México 1981. pp.10-39,53-66,77-118,131-139
28. Barzdukas, P., Franciosi. S. et al. *Adaptations to Interval Training at Common Intensities and Different Work: Rest Ratios*. Swimming, International Center for Aquatic Research, Colorado Springs, Colorado, USA 1995. pp.189-194.
29. D'Acquisto L.J., Dursthoff, P. et al. *Physiological Adaptations to Swim Training in Untrained Female Swimmers*. International Center for Aquatic Research, Colorado Springs, Colorado, USA. 1995. pp. 207-212.
30. Takahashi S, Bone, M. et al. *Differences in the Anaerobic Power of Age Group Swimmers*. International Center For Aquatic Research, Colorado Springs, Colorado, USA. pp. 289-294.
31. Barzdukas, A., Spry, S. et al. *Developmental Changes in Muscle Size and Power Characteristics of Elite Age Group Swimmers*. International Center for Aquatic Research, Colorado Springs, CO, USA. 1995. pp. 359-362
32. Mazza J.C., Cosolito P. et al. *Somatotype Profile of South American Swimmers*. Biosystem Institute, Sports and Aerobic Activities Research Center. Rosario, Argentina 1995. pp. 371-378.
33. Wilmore J. H., Brow CH, and Davis J:A., *Body Physique and Composition of the Female Distance Runner*. Ann NY Academy of Sciences 1977. pp. 184-194,199-205.
34. Bale P. *The Relationship of Somatotype and Body Composition* Science Students 1989. pp.195-213
35. Shepard R.J, Astrand P.O. *La Resistencia en el Deporte*. Paidotribo. España 1998. pp. 48-78,125-136,204-213,260-270.

36. Russo E.G. *Skinfolds and body composition of sport participants*. J. Sports Med. Physical Fitness 1992; 32. pp.503-13.
37. Lozada B.B. *Cineantropometria, determinación del somatotipo* Rev. Argentina Med. Def. Vol VII, No 16. pp.203-218.
38. Zvonarev A I. *Aseguramiento Científico de la Preparación de los Nadadores*. Vneshtorgizdat, Moscú 1990. pp. 137,138.
39. Carter J.E.Lindsay, Aubry Stephen P. et al. *Somatotypes of Montreal Olympic Athletes* Medicine Sport, vol.16, U.S.A 1982. pp. 53-80.