



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**ESCUELA:**

**CULTURA FISICA Y ENTRENAMIENTO DEPORTIVO**

**TESINA DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE LICENCIADA EN CULTURA FISICA Y  
ENTRENAMIENTO DEPORTIVO, EN GIMNASIA Y  
DANZA.**

**TÍTULO DEL PROYECTO DE TESINA: ESTRUCTURA  
SOMATOTIPICO PARA LA PRÁCTICA DEL NADO  
SINCRONIZADO.**

**Autora: Beatriz Quinchuela**

**Tutora: Dra. Edda Lorenzo**

**Riobamba-6 de Abril del 2010**

## **DERECHO DE AUTORÍA**

Yo, Beatriz Quinchuela ..... soy  
Responsable de todo el contenido  
de este trabajo investigativo, los  
derechos de autoría pertenecen  
a la  
Universidad Nacional de Chimborazo.

**RECONOCIMIENTO** A mis dos  
pequeños hijos Brandon y Josue  
Moscoso.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi Dios

Creador de todo el universo y dueño de mi vida que me permite construir otros mundos mentales posibles, y por permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi vida, logrando otra meta en mi carrera profesional

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se fundamenta en el paradigma del materialismo dialectico donde centra su atención en conocimientos de las causas internas y fundamentos que determinan el cambio y transformación de la realidad excepcional de la práctica social. Se ha utilizado el somatotipo para la identificación de las deportistas que podrían entrenar el nado sincronizado, al igual que el resto de los deportes, requiere del desarrollo de capacidades condicionales y coordinativas a lo largo de todo el ciclo de preparación, tomando a la flexibilidad como una de las capacidades que desarrolla las articulaciones, músculos, tendones y ligamentos, manteniendo una mejor capacidad de nuestro sistema nervioso. Se ha tomado para la aplicación en los deportes y para la obtención de información valiosa, la mejora del rendimiento físico, considerando los parámetros básicos en la valoración deportiva de los atletas, ya que estas valoraciones modificadas permiten mejorar el rendimiento de nuestros deportistas, estableciendo y marcando la diferencia entre cada persona de acuerdo con la actividad realizada. Proponiendo un plan grafico modelo que sirva de guía para los entrenadores de las áreas deportivas, los indicadores somatotipicos que se obtuvieron son: endo-mesomorfo, meso-ectomorfo, meso-endomorfo, endomorfo y mesomorfo. El número de niñas con el grado de flexibilidad en el desarrollo en la articulación coxofemoral es de 7 niñas, se puede establecer que las niñas con un mejor desarrollo de las articulaciones coxofemorales son meso-ectomorfo y con un grado de flexibilidad en el rango establecido bien. Los sujetos endomórficos y endomórficos son típicamente menos flexibles, mientras que los ectomorfo tienden a ser más flexible. Obteniendo como resultado niñas meso-ectomorficas para la realización de este deporte, con su flexibilidad. Crear y aplicar un sistema de ejercicios para desarrollar la flexibilidad. Dando una importancia necesaria al somatotipo para obtener mejores resultados y se debe utilizar los métodos adecuados para el control y no causar riesgos en la salud y rendimiento, y se busque un mejor bienestar de los estudiantes.

# INDICE GENERAL

<i>DERECHO DE AUTORÍA</i>	i
<i>RECONOCIMIENTO</i>	ii
<i>AGRADECIMIENTO</i>	iii
<i>RESUMEN</i>	iv
<i>INDICE GENERAL</i>	v
<i>INTRODUCCION</i>	1
<i>CAPITULO I</i>	
<i>PROBLEMATIZACION</i>	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
FORMULACION DEL PROBLEMA	6
OBJETIVOS	6
JUSTIFICACION	7
<i>CAPITULO II</i>	
<i>MARCO TEÓRICO</i>	9
POSICIONAMIENTO PERSONAL	9
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	10
LA FLEXIBILIDAD EN EL NADO SINCRONIZADO	20
<i>EL SOMATOTIPO</i>	22
<i>GENERALIDADES</i>	22
Reseña histórica de la evolución de método de somatotipo de Heath – Carter	24
<i>CLASIFICACIÓN DEL SOMATOTIPO</i>	26
ENDOMORFO	27
MESOMORFO	28
ECTOMORFO:	29
SOMATOTIPO Y DEPORTE	30
<i>ANTROPOMETRIA Y DEPORTE</i>	32
<i>SOMATOTIPO</i>	34
<i>DETERMINACIÓN</i>	34
ENDOMORFIA:	34
MESOMORFIA:	34
ECTOMORFIA:	35

<i>Introducción de Cineantropometría</i>	36
<i>Historia y escuelas de la Cineantropometría</i>	39
Escuela Francesa	42
Escuela Italiana	43
Escuela Alemana	44
Escuela Americana	45
<i>ENDO-ECTO-MESO</i>	46
<i>ENDOMORFO:</i>	46
<i>MESOMORFO</i>	47
<i>ECTOMORFO:</i>	47
Método de Hoolton	48
Método de Cureton	48
Método de Parnell	48
Metodología para la determinación del somatotipo	49
Valoración de los resultados	66
Somatocarta	68
El somatotipo tridimensional	71
Fórmulas de comparación	71
Índice I	77
Clasificación de los somatotipos	77
Aplicaciones del somatotipo	79
Somatotipo y la esfera psíquica.	80
Somatotipo y deporte	81
Somatotipo relacionado con el crecimiento y el desarrollo	85
Somatotipo y maduración	87
Principales diámetros antropométricos	102
Medidas circunferenciales o perímetros	104
<i>Los pliegues cutáneos</i>	108
Posición	108
Técnica	108
Pliegues cutáneos	109
Pliegues cutáneos	110
<i>La flexibilidad en el Nado Sincronizado</i>	116
<i>ARTICULACIÓN COXO-FEMORAL (CADERA)</i>	125
<i>MÚSCULOS QUE ACTÚAN SOBRE LA ARTICULACIÓN DE LA CADERA</i>	126
<i>Coxofemoral</i>	131

<i>DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS</i>	132
<i>HIPÓTESIS Y VARIABLES</i>	134
<i>HIPÓTESIS</i>	135
<i>VARIABLES</i>	135
<i>OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES</i>	135
<i>CAPITULO III</i>	136
<i>MARCO METODOLÓGICO</i>	136
MÉTODO	136
POBLACION Y MUESTRA	136
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	137
<i>CAPITULO IV</i>	146
<i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i>	146
CONCLUSIONES	146
RECOMENDACIONES	147
<i>BIBLIOGRAFIA</i>	148
<i>ANEXOS</i>	149
<i>FINANCIEROS</i>	149

## **INTRODUCCION**

He realizado un estudio con 15 deportistas, para analizar las correlaciones existentes entre los componentes del somatotipo, y la flexibilidad en las articulaciones coxofemorales en la disciplina del nado sincronizado.

Se ha llevado a cabo una minuciosa revisión documental y no se ha encontrado investigaciones donde se correlaciones la flexibilidad con el somatotipo por lo que consideraremos esta investigación como la primera en este campo. Se han tomado referencias bibliográficas de otras investigaciones donde se trabaja la flexibilidad y por otro lado el somatotipo; dichos estudios se han realizado en otros países tales como: Venezuela, Brasil, España, Argentina y Cuba.

A mi criterio, que para la determinación de los indicadores de evaluación se tenga en cuenta la seguridad, confianza, entrega, dedicación, espontaneidad y expresividad, ya que el nado sincronizado se considera un espectáculo desde todo punto de vista y en cualquier categoría, necesitando además de un carácter biológico como es la flexibilidad.

Esta capacidad está comprendida dentro de este grupo, por depender su desarrollo de la constitución de las articulaciones, del desarrollo de los músculos, tendones y ligamentos, y del estado en que se encuentre el sistema nervioso central (S.N.C.). (9)

Es pues en ésta capacidad donde se debe centrar la atención, producto a la importancia que su desarrollo tiene en la práctica de nuestro deporte, específicamente en los elementos técnicos a realizar. (9)

Teniendo en consideración características en especial que son necesarias desde muy temprana edad realizando la selección muy exquisita de las niñas ya que deben tener características propias del deporte.

Debemos tomar en cuenta que nuestro deporte se caracteriza por tener trabajo en tierra y agua, coreográfico o de rutinas y técnico permitiendo el desarrollo de capacidades y habilidades que las niñas desde su inicio en el deporte deben ir adquiriendo en el transcurso del proceso. (5)

Este arte competitivo, para lograr el desarrollo de dicha capacidad ,emplea dos medios de actuación : uno el terrestre , donde se crea la base de la flexibilidad, tratando de superar las posibilidades de cada articulación, y el otro, el acuático, donde por medio de posiciones básicas, o sea elementos técnicos, se pone de manifiesto la capacidad en cuestión. (10)

Para que se logren los objetivos en la edad escolar temprana, hay que tomar en cuenta que es la edad en que las niñas en este caso, comienzan el surgimiento de la voluntad, de la constante regulación de la conducta, comienza a surgir su percepción, su memoria y su pensamiento, el control de los procesos de retención mental y recordación, el control de actividad muscular. (5)

De las distintas formas de evaluar la forma humana, el somatotipo antropométrico de Heat-Carter es una descripción cuantificada de la forma física, que se expresa a través de una escala numérica y gráfica.(8)

Esta escala valora tres componentes, que vamos a desarrollar a lo largo del artículo, el endomorfismo, el mesomorfismo y el ectomorfismo, que establecen una relación entre los tres componentes del cuerpo humano, que son la adiposidad, la masa muscular y el tejido óseo.(8)

Este método presenta diversas ventajas en el campo de la investigación, entre las que se pueden señalar su objetividad, facilidad de reproducción de las evaluaciones y empleo de la antropometría como técnica básica.

Hemos de destacar que el empleo del procedimiento nos proporciona una reducción de costos, y facilidades en el manejo y evaluación de grandes poblaciones o muestras muy numerosas.

El seguimiento de las evaluaciones de los jóvenes deportistas debería ser una de las principales funciones asumidas por los clubes y federaciones deportivas. Así la valoración de estos deportistas desde las diferentes áreas que quedan encuadradas dentro de las ciencias de la Actividad Física y el Deporte permite, ya no solo el control de su estado de salud y de su rendimiento, sino también detectar posibles talentos deportivos.

El grado alcanzado de desarrollo muscular dentro de la población deportiva es el mejor determinante del rendimiento físico. Aunque la función principal de los músculos es la locomoción, un buen tono muscular protege a los órganos de traumatismos externos y minimiza el riesgo de lesiones deportivas en las articulaciones. (6)

La evolución de los estudios del somatotipo ha llevado a considerar que la forma del cuerpo es un fenotipo, que se refleja en la forma que exhibe el deportista en el momento en el cual se obtienen las mediciones.

Este estudio no es exclusivo de los antropólogos y preparadores físicos, sino también a que su aplicación es altamente interesante para médicos, nutricionistas, fisiólogos, artistas e incluso arquitectos. También se emplea en poblaciones sedentarias, en grupos laborales, en niños, en adolescentes, en ancianos, en patologías crónicas y en diversos grupos étnicos.

El análisis y valores específicos de sus componentes han sido correlacionados en diferentes patologías como: cáncer de mama, cardiopatías, escoliosis, obesidad, diabetes e hipertensión.

En el deporte el somatotipo permite conocer el estado físico de una población deportiva, comparar los deportistas de diferentes especialidades y sexos para un mismo deporte y señalar la tendencia del deporte adecuado para cada individuo, determinando el sentido de su desarrollo.

La correlación entre las características físicas y el deporte practicado han definido perfiles físicos diferentes entre los practicantes de deportes diferentes. Las actividades deportivas establecen una estrecha relación entre la estructura física del atleta y las exigencias de la especialidad en la obtención del éxito competitivo.(2)

La investigación consta de cuatro capítulos que son de la siguiente manera: Capítulo 1, problematización, planteamiento del problema a tratarse. Capítulo 2, posicionamiento personal. Capítulo 3, marco metodológico. Capítulo 4, conclusiones y recomendaciones. El problema al que deseo dar solución es ¿Cómo influye la estructura somatotípico en el desarrollo en las articulaciones coxofemorales de las niñas en el nado sincronizado? Se pretende establecer los parámetros que ayuden a la selección adecuada de las niñas para obtener una buena salud, y mejores resultados deportivos, se ha realizado con las medidas obtenidas y ayudada por hojas de cálculo y graficas

# CAPITULO I

## 1. PROBLEMATIZACION

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los problemas más visibles que se ha dado en el nado sincronizado en nuestra ciudad y provincia, es la insuficiente existencia de niñas que practican esta disciplina, por lo cual no existe una correcta selección de niñas para la práctica de este deporte, permitiéndose por esta dificultad que practiquen niñas donde sus medidas antropométricas no son las adecuadas para la práctica de este deporte y donde la mayoría no goza de una capacidad motora básica, dando lugar a entrenamientos repetitivos hasta lograr sembrar y desarrollar sus habilidades y capacidades motoras, perjudicando el avance del entrenamiento del nado sincronizado.

La estructura corporal es uno de los factores importantes en esta disciplina para obtener deportistas con talento deportivo, convirtiendo su evaluación en un parámetro importante para seleccionar adecuadamente a la niña que incursionará éste deporte y poder alcanzar y crear deportistas competitivas.

Este problema conlleva a la reflexión tanto de padres de familia como de los docentes y especial de los profesores de cultura física, ya que en la actualidad el Ecuador sigue siendo un país subdesarrollado donde existen aun, en la mayoría de jardines de infantes de nuestro país y en especial de la provincia de Chimborazo, personas que imparten la cultura física empíricamente sin poseer la preparación correspondiente a la rama, con la ausencia de un sustento científico no podrá elegir con la mayor precisión el personal adecuado para la práctica de este deporte.

La actividad física debe ser tomada como una práctica regular y sistemática en la vida de todas las personas, sin distinción de edad, sexo, condición social u ocupación, por el sinfín de beneficios para la salud orgánica, emocional y psíquica de las personas, ya que ofrece herramientas que le permitan al individuo afrontar la vida con una aptitud diferente, con mejor salud, fortaleciendo la diligencia y la perseverancia, con sentido de honradez, responsabilidad y del cumplimiento de las normas; en fin, permite que las personas como entes individuales tengan la vitalidad, vigor, fuerza y energía fundamentales para cumplir con su deber en el grupo social al que pertenece.

## **FORMULACION DEL PROBLEMA**

¿Cómo influye la estructura somatotípica en el desarrollo en la articulación coxofemoral en las niñas del Nado Sincronizado de la selección del club FEDERAZO en la provincia de Chimborazo año 2008-2009?

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar la influencia de la estructura somatotípica en el desarrollo de la articulación coxofemoral en las niñas del Nado Sincronizado de la selección del club FEDERAZO de la provincia de Chimborazo año 2008-2009

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1.- Establecer el número de niñas con medias somatotípicas : endomorfo, mesomorfo, ectomorfo del Nado Sincronizado en la selección del club FEDERAZO en la provincia de Chimborazo año 2008-2009.

2.- Comprobar el número de niñas con el grado de flexibilidad para la práctica del Nado Sincronizado.

3.- Establecer los indicadores somatotípicos de las niñas que favorecen al desarrollo de la articulación coxofemoral en la práctica del Nado Sincronizado.

#### **1.4 JUSTIFICACION**

Este trabajo se realizó para obtener mejores resultados en la práctica del Nado Sincronizado, porque la selección correcta de las niñas que practicarán este deporte debe ser uno de los requisitos que se deben seguir para obtener deportistas con talento.

Es decir que se pueda realizar como se hace con los otros deportes ya conocidos y difundirlos por todo el país, reconociendo que el mismo ayuda a la salud y rendimiento deportivo.

Mediante este estudio favorecemos no solo a las niñas que practican este deporte sino también a las nuevas generaciones de deportistas porque con esta selección podemos incentivar a las niñas de la ciudad de Riobamba y del país para que se integren la práctica de esta novedosa disciplina

Esto ha sido debido sobre todo a la facilidad del uso de sistemas que puede ser implementado en cualquier lugar sin necesidad de costos y esto unido a un soporte informático simplifica enormemente la obtención de los resultados.

En el campo deportivo la aplicación del somatotipo permite conocer el somatotipo de una población deportiva así comparar diferentes especialidades y sexos para un mismo deporte.

También nos permite diseñar un plan adecuado para el desarrollo idóneo de nuestras promesas.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 POSICIONAMIENTO PERSONAL**

Quienes disfrutan observando esta disciplina deportiva en televisión no se imaginan lo complicado de su práctica, ya que exige muchas capacidades físicas y artísticas. Para muchos más que un deporte es ballet dentro del agua

Este deporte lo realizan las mujeres buscando más belleza, plasticidad y elegancia en sus movimientos.

El ritmo y la armonía en los movimientos constituyen el carácter determinante de los ejercicios. Ya que consiste principalmente en una serie de ejercicios combinados de brazos, cuerpo, piernas y cuello sin intervención de ningún aparato.

Esta forma parte de la cultura física, su objetivo común es de mantener la soltura del cuerpo y su forma o restaurarlas cuando han desaparecido. Los principios para desarrollar esta disciplina condicionan los principios biomecánicas del aprendizaje. Con una preparación de las mas tiernas infancias con el fin de conseguir una coordinación motriz afinada, una potencia física adaptada al propio cuerpo.

El nado sincronizado corresponde a lo estético, moral y material desarrollando las facultades del alma y el cuerpo; hablamos de que no se puede jugar con la juventud, ya que los sentimientos de los mismos nos da un papel muy importante en todo lo que se quiere alcanzar con ellos, además es importante para desarrollar la agilidad y la ligereza dándonos un desarrollo normal del cuerpo.

En un cuerpo sano y robusto existe la alegría y el espíritu activo: en el cuerpo fuerte y diestro la confianza en sí mismo, y en el cuerpo fuerte y ejercitado el valor.

Todas las cualidades influyen en la forma armónica del cuerpo, ya que la destreza, fuerza, flexibilidad y movimiento corporal del hombre, mejora y recupera toda la acción física de todo lo realizado.

El presente trabajo de investigación se fundamenta en paradigmas del materialismo dialectico donde centra su atención en conocimientos de las causas internas y fundamentos que determinan el cambio y transformación de la realidad excepcional la practica social. A mayor amplitud de las articulaciones coxofemorales mejor flexibilidad, una buen estructura somatotípica un mejor rendimiento deportivo.

## **2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

Se ha llevado a cabo una minuciosa revisión documental y no se ha encontrado investigaciones donde se correlaciones la flexibilidad con el somatotipo por lo que consideraremos esta investigación como la primera en este campo. Se han tomado referencias bibliográficas de otras investigaciones donde se trabaja la flexibilidad y por otro lado el somatotipo; dichos estudios se han realizado en otros países tales como: Venezuela, Brasil, España, Argentina y Cuba.

### **Natación sincronizada**

La *Natación Sincronizada* es una disciplina que combina natación, gimnasia y danza, consiste en nadadores (solos, por parejas, o en equipos) que realizan en el agua una rutina de movimientos elaborados, al ritmo de la música.

La natación sincronizada es deporte olímpico desde 1984.<sup>[cita requerida]</sup> Es mayoritariamente femenino y los campeonatos mundiales y olímpicos no permiten la entrada de hombres, a diferencia de otras competiciones nacionales e internacionales que si la permiten.

El nado sincronizado, o natación sincronizada es considerado como “danza en el agua”, es una de las pocas disciplinas olímpicas en las que sólo pueden competir mujeres. La piscina donde se realiza nado sincronizado debe ser de al menos 3 metros de profundidad y 12 metros cuadrados de superficie.

Los competidores muestran su resistencia física, aeróbica y flexibilidad, requerida para realizar las difíciles rutinas.

Existen tres tipos de competiciones: individual, dúos y por equipos. Siguiendo el ritmo de la música, las nadadoras realizan figuras acrobáticas en la piscina, tanto bajo el agua como en la superficie.



### **La historia**

La natación sincronizada tuvo su origen en Europa en tiempos de la segunda guerra mundial, donde se realizaban impresionantes shows acuáticos con música. A pesar de esto, fue en Estados Unidos de América donde obtuvo mayor importancia y trascendencia con las películas de Esther Williams, famosa actriz de Hollywood y nadadora. A ella se le atribuye ser la inventora de este deporte, por haberlo hecho famoso en sus películas de la década de los 60.

Otros autores plantean que originalmente el Nado Sincronizado fue conocido como **ballet acuático**, comenzó en Canadá en los años 20. Se extendió a los Estados Unidos de Norteamérica a principios de los 30, donde una exhibición en el 1934 en la feria mundial celebrada en Chicago produjo delirio. Su popularidad se encumbró posteriormente cuando Esther Williams ejecutó musicales acuáticos en los 40 y los 50.

El **Nado Sincronizado** emergió como un deporte de exhibición en los juegos olímpicos desde 1948 y así se mantuvo hasta 1968. Luego hizo su debut como un deporte completo con otorgamiento de medallas en las Olimpiadas de Los Ángeles en el 1984. Es un deporte exclusivamente para mujeres, con medallas ofrecidas en dos eventos: dueto y equipo.

El nado sincronizado o natación sincronizada es una disciplina derivada de la natación, consiste en una especie de ballet en el agua donde las competidoras (casi siempre mujeres) realizan una coreografía flotando y haciendo figuras acrobáticas guiadas en gran parte por la música.

Las nadadoras de natación sincronizada pueden escuchar la música debajo del agua a través de bocinas colocadas en el agua, llamados subacuáticos. Ella no tocan el fondo de la piscina durante las rutinas. Los saltos son a pulso, mantienen sus ojos abiertos debajo del agua.

La pieza más importante del “equipo” de las nadadoras de natación sincronizada es el clip (pinzas) que adosan a la parte externa de la nariz (“nose clip o pinzas”). Este sirve para evitar que el agua entre en cavidad nasal cuando sus cabezas están viradas hacia abajo dentro del agua.

Generalmente las nadadoras de natación sincronizada mantienen un “nose clip o pinzas” extra adherido a su traje de baño, solo para el caso en que se pierda el que tienen colocado en la nariz.

El nivel élite de natación sincronizada puede nadar debajo del agua hasta por 75 m (aproximadamente 225 pies) sin salir a tomar aire a la superficie.

## **La competencia**

La competencia se clasifica en categoría absoluta ejem. 7 - 10 de edad (para competidoras menores de 21 años divididos se compone de figuras y ejercicio libre) se divide en dos partes: **ejercicio técnico** y **ejercicio libre**. Los jueces puntúan la calidad técnica, la gracia, delicadeza, la creación artística en sincronización con la música de ambos ejercicios con un máximo de 10 puntos. Las atletas pueden ser penalizadas si tocan el fondo de la piscina, se apoyan en los bordes, si lucen cansadas y no presentan gracia alguna o sonreír.

### **Ejercicio técnico**

Las nadadoras deben realizar una serie de elementos obligatorios. Éstas deben realizarse en un orden y dentro de tiempo límite determinado. En las competiciones individuales, tienen 2 minutos para hacer 7 elementos obligatorios; en los dúos, 2,20 para hacer 9 elementos no permitiéndose acciones de espejo; y en las de equipo, 2,50 para hacer 10 elementos y al menos una formación circular y una en línea recta. El ejercicio técnico representa el 50 % de la puntuación final en la competición, si bien puede establecerse que tenga un valor del 100%, estableciéndose la clasificación con independencia del ejercicio libre. Así se hizo en el campeonato del Mundo en 2007 donde hubo medallas en ejercicios técnicos (Solo, Dúo y Equipo) y en ejercicios libres (Solo, Dúo y Equipo).

### **Ejercicio libre**

Las nadadoras añaden toques personales y artísticos a sus actuaciones sin necesidad de realizar ningún elemento obligatorio. Normalmente, las nadadoras comienzan fuera de la piscina, teniendo 10 segundos para zambullirse en el agua. El ejercicio libre representa el 50 % de la puntuación final en la competición, salvo lo ya dicho anteriormente.

## **Posiciones y transiciones básicas**

Las posiciones y transiciones básicas se van combinando para realizar las figuras y los ejercicios libres y técnicos.

### **1. Posición estirada de espalda - back layout position**

Cuerpo extendido, con la cara, el pecho, los muslos y los pies en la superficie del agua. Cabeza (a la altura de las orejas) en línea con caderas y tobillos.

### **2. Posición estirada de frente - front layout positio**

Cuerpo extendido, con la cabeza, parte superior de la espalda, glúteos y talones en la superficie. La cara puede estar dentro o fuera del agua.

### **3. Posición pierna de ballet - ballet leg position**

En superficie (surface): cuerpo en posición estirada de espalda. Una pierna extendida perpendicularmente a la superficie. b) Submarina (submerged): cabeza, tronco y pierna horizontal, paralelos a la superficie. Una pierna perpendicular a la superficie, con el nivel del agua entre la rodilla y el tobillo.

### **1. Posición flamenco - flamingo position**

En superficie (surface): una pierna extendida perpendicularmente a la superficie. La otra pierna flexionada hacia el pecho, media pantorrilla contra la pierna vertical, pie y rodilla en la superficie y paralelos a la misma. Cara en la superficie. b) Submarina (submerged) tronco, cabeza y espinilla de la pierna doblada paralelos a la superficie del agua. Ángulo de 90° entre el tronco y la pierna extendida. Nivel del agua entre la rodilla y el tobillo de la pierna extendida.

### **2. Posición pierna de ballet doble - ballet leg double position**

En superficie (surface): piernas juntas y extendidas perpendicularmente a la superficie. Cabeza alineada con el tronco. Cara en la superficie. b) Submarina

(submerged): tronco y cabeza paralelos a la superficie. Ángulo de 90° entre el tronco y las piernas extendidas. Nivel del agua entre las rodillas y los tobillos.

**3. Posición vertical - vertical position**

Cuerpo extendido perpendicular a la superficie, piernas juntas, cabeza hacia abajo, cabeza (a la altura de las orejas) en línea con caderas y tobillos.

**4. Posición grúa -crane position**

Cuerpo extendido en posición vertical, con una pierna extendida hacia adelante, formando un ángulo de 90° con el cuerpo.

**5. Posición cola de pez - fishtail position**

Igual que la posición grúa, excepto que el pie de la pierna adelantada tiene que estar en la superficie, sea cual sea la altura de las caderas.

**6. Posición encogida - tuck position**

Cuerpo tan compacto como sea posible, con la espalda redondeada y las piernas juntas. Talones pegados a las nalgas. Cabeza pegada a las rodillas.

**7. Posición carpa de frente - front pike position**

Cuerpo flexionado a la altura de las caderas, formando un ángulo de 90°. Piernas extendidas y juntas. Tronco extendido con la espalda recta y la cabeza alineada.

**8. Posición carpa de espalda - back pike position**

Cuerpo flexionado a la altura de las caderas formando un ángulo agudo de 45° o inferior. Piernas extendidas y juntas. Tronco extendido con la espalda recta y la cabeza alineada.

**9. Posición arqueada en delfín - dolphin arch position**

Cuerpo arqueado de manera que la cabeza, las caderas y los pies imiten la forma de un arco. Piernas juntas.

**10. Posición arqueada superficie - surface arch position**

Parte inferior de la espalda arqueada, con las caderas, los hombros y la cabeza alineados en vertical. Piernas juntas y en la superficie.

**11. Posición con una rodilla doblada - single bent knee position**

El cuerpo puede estar en posición estirada de espalda, posición estirada de frente, posición vertical o posición arqueada. Una pierna doblada, con el dedo gordo del pie tocando la cara interna de la pierna extendida a la altura de la rodilla o del muslo. En las posiciones plancha estirada de espalda y arqueada en superficie, el muslo de la pierna doblada debe estar perpendicular a la superficie del agua.

**12. Posición tonel - tub position**

Piernas juntas y dobladas, pies y rodillas paralelos a la superficie, y muslos perpendiculares a la misma. Cabeza alineada con el tronco y cara en la superficie.

**13. Posición espagat - split position**

Piernas uniformemente abiertas, una frontal y la otra dorsalmente, con los pies y los muslos en la superficie. Parte inferior de la espalda arqueada, con las caderas, los hombros y la cabeza en línea vertical.

**14. Posición caballero - knight position**

Parte inferior de la espalda arqueada, con las caderas, los hombros y la cabeza en línea vertical. Una pierna en vertical y la otra extendida dorsalmente, con el pie en la superficie y tan próxima a la horizontal como sea posible.

### **15. Posición variante de caballero - knight variant position**

Parte inferior de la espalda arqueada, con las caderas, los hombros y la cabeza en línea vertical. Una pierna en vertical y la otra detrás del cuerpo (extendida dorsalmente) con la rodilla doblada en ángulo de 90° o inferior. El muslo y la pantorrilla estarán paralelos a la superficie del agua.

### **16. Posición cola de pez lateral - side fishtail position**

Cuerpo extendido en posición vertical con una pierna extendida lateralmente y su pie en la superficie independientemente de la altura de las caderas.

Existen unas veinte posiciones básicas que se van combinando para realizar las figuras de las rutinas libres y técnicas.

Entre las más destacadas podemos encontrar:

**Plancha o pronal:** extendiéndose sobre el agua con la cara hacia el agua.

**Grúa o grulla:** subiendo la parte de los muslos, generalmente se realiza después de la plancha.

**Giro simple:** con las dos piernas fuera del agua y el resto del cuerpo dentro, impulsamos con nuestros brazos un giro de 360°

**Giro complejo:** con una de las piernas fuera del agua y la otra dentro, es de mayor dificultad que el giro simple.

**Carpa o escuadra:** con las piernas extendidas en el superficie del agua y el tronco del cuerpo a 90° grados hacia abajo.

**Estandar o vertical:** posición donde la nadadora tiene que estar recta como si fuera una tabla.

**Eggbeater:** es la posición donde la nadadora tiene que estar con medio cuerpo fuera del agua haciendo un movimiento elíptico con las piernas.

**Ballet simple:** con una pierna y el tronco extendido sobre el agua y una pierna estirada hacia arriba formando un ángulo de 90° con las piernas, cara en la superficie.

## **Ejercicios**

Las nadadoras crean ejercicios o "rutinas" haciendo combinaciones de posiciones básicas y transiciones, llamadas figuras. En sus actuaciones, utilizan transiciones creativas para moverse de un lado a otro de la piscina, ya que los ejercicios deben hacerse recorriendo la misma en toda su extensión.

## **Dúos**

Los dúos, exigen una perfecta coordinación de las dos nadadoras, además de una buena sincronización con el cuerpo de su compañera. En la rutina libre, no están obligadas a realizar las figuras al mismo tiempo, pero sus movimientos deben estar coordinados artísticamente. Aquí también se puede cargar su compañera. El dueto se puede apreciar más que el solo ya que tienen coordinación desde el primer momento en que empieza la música.

## **Equipo**

De cuatro a ocho participantes, son las que lo componen, deben actuar sincronizadas perfectamente, aunque no todas realicen las mismas figuras. Las actuaciones por equipos requieren muchas horas de entrenamiento. En competiciones oficiales de categoría absoluta deben realizar un ejercicio técnico y otro ejercicio libre. En las categorías infantil alevín y junio hacer equipo libre y combo el combo consiste en unir solos equipos y dúos consta de 10 nadadoras que se van rotando para hacerlo. Pueden ser de 12.

### **Combo o combinado libre**

Es otra modalidad de la natación sincronizada. Es igual que la modalidad de equipo pero incluye individuales y solos, es decir, en una misma coreografía las nadadoras nadan todas juntas, después una sola, o dos solas, o tres....., después todas juntas otra vez. Es un ejercicio libre.

### **RUTINA TÉCNICA**

Las nadadoras deben realizar un número limitado de figuras. Éstas deben realizarse en un orden y dentro de tiempo límite determinado. En las competiciones individuales, tienen 2 minutos para hacer 6 figuras; en los dúos, 2,20 para hacer 7 figuras; y en las de equipo, 2,50 para hacer 8 figuras. En esta prueba los puntos de calidad técnica son más importantes que los de calidad artística. La rutina técnica representa el 35 % de la puntuación final en la competición.

### **RUTINA LIBRE**

Aquí, las nadadoras añaden toques personales y artísticos a sus actuaciones. Normalmente, las nadadoras comienzan fuera de la piscina, teniendo 10 segundos para zambullirse en el agua. En esta prueba, los puntos de calidad artística son más importantes que los de calidad técnica. La rutina libre representa el 65 % de la puntuación final en la competición.

Existen unas veinte posiciones básicas que se van combinando para realizar las figuras de las rutinas libres y técnicas.

## **POSICIONES Y FIGURAS BÁSICA**

Entre las más destacadas podemos encontrar: plancha, extendiéndose sobre el agua con la cara hacia el agua; Grúa: Subiendo la parte de los muslos, generalmente se realiza después de la plancha. Giro simple: Con las dos piernas fuera del agua y el resto del cuerpo dentro, impulsamos con nuestros brazos un giro de 360°. Giro complejo: Con una de las piernas fuera del agua y a la otra dentro, es de mayor dificultad que el giro simple.

## **RUTINAS**

Las nadadoras crean rutinas haciendo combinaciones de posiciones básicas, llamadas figuras. En sus actuaciones, utilizan transiciones creativas para moverse de un lado a otro de la piscina. Así, aprovechan para recuperar el aliento tras las figuras realizadas bajo el suelo.

## **LA FLEXIBILIDAD EN EL NADO SINCRONIZADO**

El nado sincronizado, al igual que el resto de los deportes, requiere del desarrollo de capacidades condicionales y coordinativas a lo largo de todo el ciclo de preparación, pero en nuestro particular se necesita además de una de carácter biológico: la flexibilidad.

Esta capacidad está comprendida dentro de este grupo, por depender su desarrollo de la constitución de las articulaciones, del desarrollo de los músculos, tendones y ligamentos, y del estado en que se encuentre el sistema nervioso central (S.N.C.).

Es pues en ésta capacidad donde queremos centrar la atención, producto a la importancia que su desarrollo tiene en la práctica de nuestro deporte, específicamente en los elementos técnicos a realizar.

Este arte competitivo, para lograr el desarrollo de dicha capacidad ,emplea dos medios de actuación : uno el terrestre , donde se crea la base de la flexibilidad, tratando de superar las posibilidades de cada articulación, y el otro, el acuático, donde por medio de posiciones básicas, o sea elementos técnicos, se pone de manifiesto la capacidad en cuestión.

En nuestra provincia y en las de resto del país se aprecian en los atletas altos niveles de flexibilidad en cada articulación, específicamente en la coxofemoral y en la columna vertebral (dorsal) en la ejecución de los splits y en el puente en la tierra, no así en el agua, donde en la ejecución de dichos elementos técnicos: Split y Arco en la superficie no se logran formar los ángulos de 90º y 180º correspondientes.

### **¿Qué se necesita para practicarlo?**

Los implementos necesarios para practicar este deporte son una ropa de baño entera, un gorro (pues las participantes deben llevar el pelo recogido sin excepción) y una narizera, para evitar el ingreso del agua por las fosas nasales al momento de ejecutar las rutinas

Es nuestro criterio, que para la determinación de los indicadores de evaluación se tenga en cuenta la seguridad, confianza, entrega, dedicación, espontaneidad y expresividad, ya que el Nado Sincronizado se considera un espectáculo desde todo punto de vista y en cualquier categoría.

### **¿A qué edad y como deben ser las niñas de nado sincronizado?**

Teniendo en cuenta estas características tan especiales se hace necesario desde muy temprana edad realizar una selección muy exquisita de las niñas ya que estas deben tener características propias del deporte.

A nuestra consideración, se debe tener en cuenta que nuestro deporte se caracteriza por tener trabajo en tierra y agua coreográfico o de rutinas (solos, duetos y equipos) y

técnico (figuras) lo que permite el desarrollo de capacidades y habilidades que las niñas desde su iniciación en el deporte deben ir adquiriendo en el transcurso del proceso de enseñanza- aprendizaje

Para que se logren los objetivos en la edad escolar temprana, hay que tener en cuenta que esta, es la edad en que el niño o la niña en este caso, comienza el surgimiento de la voluntad, de la constante regulación de la conducta, de las acciones externas e internas; comienza a dirigir su percepción, su memoria y su pensamiento; el control de los procesos de retención mental y recordación, el control de la actividad muscular se manifiesta en tratar de realizar acciones complejas y probar variantes, pasando sucesivamente de una variante a otra; el control de la conducta; las acciones volitivas coexisten con acciones impremeditadas, impulsivas, que surgen como resultado de deseos y sentimientos circunstanciales.

El programa de enseñanza para el Nado Sincronizado, categoría 5- 6 años, propone además, un plan gráfico modelo, que sirva de guía a las entrenadoras de las áreas deportivas, con el fin de dosificar las tareas, estableciendo, también, tiempo para la preparación teórica y la familiarización de las niñas con la terminología propia del deporte en cuestión.

## **EL SOMATOTIPO**

### **GENERALIDADES**

Las diferencias entre las actividades que realizan las personas marcan en muchos casos más diferencia entre personas que la propia genética. El músculo humano tiene una capacidad de adaptación a sus requerimientos enorme. Pero de la misma manera que la musculatura de una persona que realiza ejercicios de musculación puede multiplicarse, las personas que no realizan ninguna actividad su musculatura termina atrofiándose. Todos los seres humanos somos diferentes, nuestra forma la imponen la genética, la actividad que realizamos, la alimentación y otros factores menos importantes. Pero desde siempre los científicos han querido clasificarnos,

en este caso según nuestra forma. Para esto han tenido en cuenta tres puntos, la estructura ósea, la complexión muscular y la acumulación grasa. Sheldon en la década de los cuarenta, recopilando información desde la época de Hipócrates, clasifico la forma de los seres humanos según tres parámetros.

“Cuantificación de los tres componentes primarios (endomorfía, mesomorfía y ectomorfía) del cuerpo humano que configuran la morfología del individuo, expresado en tres cifras”. Sheldon; 1954.

Es un sistema diseñado para clasificar el tipo corporal ó físico, propuesto por Sheldon en 1940 y modificado posteriormente por Heath y Carter en 1967. El somatotipo es utilizado para estimar la forma corporal y su composición, principalmente en atletas. Lo que se obtiene, es un análisis de tipo cuantitativo del físico. Se expresa en una calificación de tres números, el componente endomórficos, mesomórficos y ectomórficos, respectivamente, siempre respetando este orden. Este es el punto fuerte del somatotipo, que nos permite combinar tres aspectos del físico de un sujeto en una única expresión de tres números. Es de suma importancia reconocer las limitaciones que tiene este método, ya que solamente nos da una *idea general del tipo de físico*, sin ser preciso en cuanto a segmentos corporales y/o distribución de los tejidos de cada sujeto. Por ejemplo, un atleta puede tener una marcada hipertrofia muscular en el tren superior, y un tren inferior poco desarrollado, cosa que el somatotipo no tiene la capacidad de diferenciar.

Existen diferentes métodos para describir las características del cuerpo humano, siendo el cálculo del somatotipo uno de estos métodos. En los últimos años se han establecido el uso de técnicas antropométricas tipificadas.

El somatotipo de un individuo o población puede definirse como la cuantificación de los tres componentes primarios que determinan su estructura morfológica, expresada como una serie de números: primero la endomorfía, segundo la mesomorfía y tercero la ectomorfía.

El somatotipo es un sistema utilizado en la antropometría diseñado para clasificar el tipo corporal o físico, es utilizado para estimar la forma corporal y su composición como principalmente en atletas. Lo que se obtiene, es un análisis de tipo cuantitativo del físico, este método tiene sus limitaciones ya que solamente nos da una idea general del tipo de físico, sin ser

preciso en cuanto a segmentos corporales y /o distribución de los tejidos de cada sujeto, además de la mayoría de las personas es una mezcla entre dos de los somatotipo fundamentales

### **Reseña histórica de la evolución de método de somatotipo de Heath – Carter**

El interés de clasificar el físico humano data de los tiempos de Hipócrates (460 360 A. C.) y la mayoría de los sistemas desarrollados desde entonces han sido notablemente revisados y compendiados en reportes de Tucker y Lesa y Sheldon y colaboradores en 1940. Quizás sea Sheldon y coautores quienes introdujeron el concepto de somatotipo como "la cuantificación de tres componentes primarios que determinan la estructura morfológica de un individuo, expresada en tres valores secuenciales que califican el Endomorfismo, Mesomorfismo y Ectomorfismo. Por todos estos antecedentes Sheldon es considerado el padre de la metodología del somatotipo y sobre sus conceptos se asentaron todos los trabajos científicos que modelaron la metodología hoy reconocida internacionalmente. Inicialmente Sheldon definía valores de somatotipo a partir de la valoración del cociente altura Raíz cúbica del peso en conjunción con la observación de fotografías del cuerpo humano. A partir de aquí se sucedieron en los siguientes cuarenta años, numerosos estudios y ensayos científicos que partiendo del concepto sheldoniano de los tres componentes, desarrollaron investigaciones que representaron la base teórica y metodológica para el perfil definitivo del somatotipo de Heath – Carter.

Cureton, en 1947 y 1951, desarrolló un sistema que combinaba la fotocopia inspecciona con algunas mediciones antropométricas, de musculatura y registro de fuerza. Parnel, en 1954 y 1958, fue el primero en usar antropometría para obtener valores calificativos de somatotipo que correspondían a los datos fotoscópicos de Sheldon. Fueron registrados pliegues cutáneos, diámetros y perímetros óseos, en adición a la edad, peso y talla, el autor sustituyó los términos grasa, muscularidad y linealidad por la nomenclatura actual Endomorfismo, Mesomorfismo, Ectomorfismo (En, Me, Ec). Contemporáneamente, el primer trabajo que produce una crítica profunda y una reestructuración del método sheldoniano, es el producido por Bárbara Heath en 1963. Heath critica las limitaciones

del método y propone elementos separadores como por ejemplo: no limita la escala de valores de 0 a 7, sino que se aceptan valores mayores, tampoco limita el rango de 9 a 12 en la sumatoria de los tres componentes para el cálculo de las variables X e Y en la somato carta, se eliminaron las extrapolaciones por la edad y el uso del cociente altura raíz cúbica del peso para el cálculo del Ec, y se generalizó el procedimiento para todas las edades y ambos sexos.

Finalmente Heath y Carter en 1966, 1967 y 1971, definen el actual sistema de somatotipo, incorporando las mediciones antropométricas descriptas.

Esencialmente se establecen tres formas de obtener valores de somatotipo:

- a. Somatotipo antropométrico de Heath – Carter, que se realiza con mediciones antropométricas.
- b. Somatotipo fotoscópicos de Heath – Carter que se concreta utilizando la observación de una fotocopia estándar del individuo y el valor del cociente altura raíz cúbica del peso.
- c. Somatotipo antropométrico y fotoscópicos de Heath – Carter, combinación de a y b

*En este trabajo se utilizó el somatotipo antropométrico de Heath – Carter.*

Los sitios de medición fueron aquellos que rutinariamente se toman a los deportistas con el fin de monitoreo y control, en el laboratorio. También están incluidos sitios, que se sabe, son predictores del estado de salud en la población general. Una vez finalizada la medición de estos sitios antropométricos, se utilizaron distintas herramientas y diversos métodos de cómputos para el análisis de los datos. Estos incluyen el somatotipo, el fraccionamiento de la masa corporal en componentes óseos, muscular graso y residual, estimaciones de proporcionalidad, predicción de la densidad corporal utilizando diversas

ecuaciones de regresión y transformación de los datos en percentiles específicos para la edad y el sexo, para sitios individuales, obesidad total y clasificación de masa proporcional; así como otros índices tales como el cociente cintura – cadera, sumatoria de pliegues cutáneos y perímetros corregidos por los pliegues cutáneos. Es importante destacar que existen varias razones por las cuales se toman mediciones corporales. Si bien siempre existirá la ocasión de que sean necesarias mediciones antropométricas específicas y quizás inusuales, existe una sola esencia de sitios corporales, los cuales por lo general son incluidos en el perfil antropométrico de una persona. La adopción de un perfil y metodología estándar permiten que se realicen comparaciones en el ámbito local, nacional, e internacional, entre muestras grupales.

## CLASIFICACIÓN DEL SOMATOTIPO

Es importante señalar que todos tenemos algo de cada característica desarrolladas por Sheldon, se suele clasificar con un rango de 1 a 7 cada una de ellas, por ejemplo un obeso podría ser 6/2/1 (endo/meso/ecto).



### **Endomorfos**

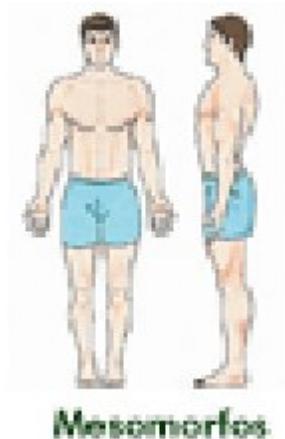
Su característica principal es la tendencia natural a acumular grasas en el abdomen en los hombres y en las caderas y piernas en las mujeres. Esto les da forma de gota de agua. (Christopher Norris 1998). También se les adjudica la posibilidad de ganar mucha masa muscular y psicólogos estudiosos de estas corrientes les otorgan un carácter tranquilo y bonachón. En las tablas de caracterización del somatotipo según deportes (Blanch, Norris, Bruno Blum) no se encuentran deportes en los que sus deportistas entre clasificados como Endomorfos. Aun que algunos autores señalan la capacidad de ganar masa muscular, por su clasificación no son mesomorfos (gran masa muscular y explosivos) por lo que en los deportes que se requiere un buen

peso muscular como la lucha, la mayoría de sus practicantes entran dentro de la clasificación de mesomorfos con poco o muy poco de Endomorfos. Según la tabla de deportista de elite (Blanch), los que más se acercan a la Endomorfia pura son los golfistas. Pero difícilmente se les puede considerar deportistas físicos a estos jugadores. Se pueden encontrar endomorficos puros en personas con obesidad mórbida.

## **ENDOMORFO**

Es el primer componente. El término se origina del endoderma, que en el embrión origina el tubo digestivo y sus sistemas auxiliares (masa visceral). Indica predominio del sistema vegetativo y tendencia a la obesidad. Los Endomorfos se caracterizan por un bajo peso específico, razón por la cual flotan fácilmente en el agua. Su masa es flácida y sus formas redondeadas.

Las personas bajo esta clasificación poseen preponderancia de grasa, caracterizadas por tener un abdomen protuberante, un pecho relativamente más pequeño y extremidades relativamente cortas



## **Mesomorfos**

Se caracterizan principalmente por su complexión robusta, de media o baja talla, cortas extremidades y fuertes y robustos huesos. Suelen tener un gran tórax y más hombros que caderas. En muchos deportes un gran componente mesomorfo y algo de endomorfo es de una gran ayuda, mas si cabe si viene sumado a una buena talla. Deportes como el levantamiento de pesas, o el fútbol americano. En deportes de resistencia pero que la fuerza también es importante un mesomorfo con algo de ectomorfo

son también abundantes en deporte como el remo o la gimnasia masculina

## **MESOMORFO**

tejidos que derivan de la capa mesodérmica embrionaria: huesos, músculos y tejido conjuntivo. Por presentar mayor masa músculo esquelética poseen un peso específico mayor que los Endomorfos. Caracteriza el segundo componente. Se refiere al predominio en la economía orgánica de los

Las personas bajo esta clasificación poseen el biotipo mas atlético, se caracterizan por tener grandes masas musculo esqueléticas. Sus estructuras óseas son grandes y prominentes.



## **Ectomorfo**

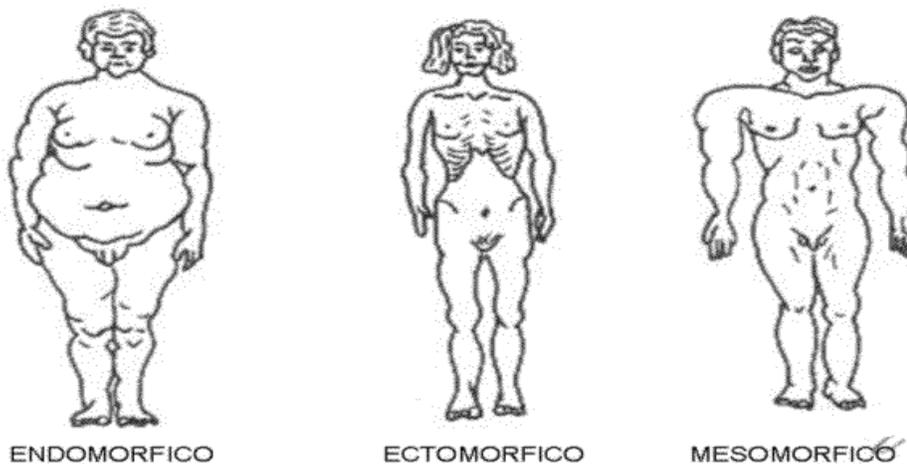
Delgados, largos y frágiles es la versión pura de un ectomorfo. Superan la talla media, de extremidades desproporcionalmente largas y con poca masa muscular. Un buen componente de ectomorfo se necesita para la mayoría de los deportes, sobre todo en el que el peso o la talla son importantes. En los grandes deportes cíclicos, ciclismo, natación, atletismo casi todos los deportistas de elite tienen un buen componente de ectomorfo y algo de mesomorfo. Se pueden encontrar ectos puros en personas extremadamente delgadas.

## **ECTOMORFO**

Se refiere al tercer componente. Presentando un predominio de formas lineales y frágiles, así como una mayor superficie en relación a la masa corporal. Los tejidos que predominan son los derivados de la capa ectodérmica. Corresponde a los tipos longuilíneos y asténicos.

Las personas bajo esta clasificación son comúnmente altos, delgados y con reducida grasa corporal. Poseen extremidades largas, tronco corto, poco desarrollo muscular esquelético y un metabolismo rápido.

Dentro de la disciplina del nado sincronizado estos componentes serán evaluados mediante la observación directa de los evaluadores, tomando como referencia la ficha evaluativa de la distribución muscular, siendo este el que determine la clase de somatotipo que posee la deportista evaluada, siempre tomando en cuenta que en la edad temprana no será definido el somatotipo



Endomorfia: predispone al sujeto a tener un cuerpo blando y flácido; la mesomorfia lo predispone a tener un cuerpo compacto y de fuerte musculatura; la ectomorfia lo predispone a tener un cuerpo delgado y frágil.

## **SOMATOTIPO Y DEPORTE**

El somatotipo podemos aplicarlo en el deporte, obteniendo una información muy valiosa para la mejora del rendimiento físico.

Algunos autores como Tora y Almagia, consideran que el somatotipo y la composición corporal son parámetros básicos en la valoración deportiva de un atleta.

Esta afirmación se deriva del conocimiento adquirido sobre la valoración de estos parámetros y su modificación nos permite mejorar el rendimiento de nuestros deportistas.

El somatotipo de un deportista comparándolo con el ideal o el somatotipo de referencia para su modalidad deportiva.

Al comparar el somatotipo con su ideal nos permitirá afinar la detección de talentos de un deporte en función de las características de su somatotipo. Por ejemplo: Reilly nos explica cómo se utiliza el somatotipo para seleccionar talentos en el fútbol.

Los deportistas masculinos y femeninos son más mesomórficos y menos endomórficos que los sedentarios de la misma edad. Gualdi nos demuestra con jugadores de voleibol que cuanto mayor es el nivel del deporte practicado, menores son las variaciones del somatotipo y su distribución.

En los niños el componente mesomórficos se relaciona positivamente con los test motores, el deporte competitivo y la capacidad de organizar su actividad física voluntariamente, a diferencia de los Endomorfos que estas características las tienen empobrecidas

En un estudio realizado por Sanchos, se recogen resultados que concuerdan con otros autores, encontrando una ectomorfia mayor en deportes con elevados volúmenes de entrenamiento aeróbico.

También encuentra una mayor mesomorfia en deportes de contacto y combate. Así mismo, el somatotipo es más homogéneo en deportes individuales que en los deportes de equipo, con la excepción del ciclismo y el tenis. Parece existir una tendencia al aumento de la mesomorfia, posiblemente debido a un aumento en la intensidad de los entrenamientos.

Con estos conocimientos técnicos de las ciencias del deporte, médicos, entrenadores, licenciados en Educación Física, pueden controlar periódicamente las variaciones morfológicas y conocer el efecto del crecimiento, del desarrollo, de los cambios dietéticos o del entrenamiento físico.

También ayudaría en la orientación de deportistas hacia determinadas especialidades deportivas de acuerdo con sus características morfológicas.

## **ANTROPOMETRIA Y DEPORTE**

La masa grasa no proporciona de forma directa energía al individuo, pero si contribuye al peso que, en la práctica deportiva, hay que movilizar, siendo por tanto un impedimento cuando sobrepasa los valores adecuados. En la mayoría de las especialidades deportivas, los practicantes que presentan una escasa proporción de grasa corporal se hallan en mejores condiciones para lograr el éxito.

Algunos deportes (judo, halterofilia, boxeo, etc.) realizan divisiones de categorías según el peso total, por ende si se excede en el porcentaje adiposo a expensas de la masa muscular se favorece al adversario.

El grado alcanzado de desarrollo muscular dentro de la población deportiva es el mejor determinante del rendimiento físico. La fuerza es una cualidad cada vez más importante en el gesto deportivo, existiendo una relación directa entre la fuerza máxima y la masa muscular (tejido propulsivo).

Aunque la función principal de los músculos es la locomoción, un buen tono muscular protege a los órganos de traumatismos externos y minimiza el riesgo de lesiones deportivas en las articulaciones.

El conocimiento de la grasa corporal es primordial para la planificación de la actividad física y para que el deportista llegue al momento más importante de la competición, con la cantidad idónea de dicho tejido para obtener la máxima performance.

Cualquier oscilación en la masa corporal de un deportista merece atención del entrenador. Con el entrenamiento de fuerza cabe esperar un aumento de la masa muscular debido a la hipertrofia de la musculatura, pero la masa corporal podría haber aumentado debido a un incremento de la masa adiposa, relacionada con un exceso en la

ingesta calórica. Es posible que un programa de entrenamiento no produzca cambios en la masa corporal total, pero que sí modifique la composición corporal, aumentando la proporción del tejido muscular y disminuyendo la proporción de tejido adiposo.

La localización de la grasa en diferentes regiones corporales necesita un estudio particular. Primeramente la distribución difiere en la mujer (ganoidea) del hombre (androide). También existe en algunas especialidades deportivas cierta tendencia a la concentración en distintos lugares del cuerpo (natación y ciclismo, en los miembros inferiores). El estudio de los cambios regionales de la composición corporal permite evaluar más específicamente las adaptaciones experimentadas en respuesta al entrenamiento (la masa muscular aumenta como consecuencia del entrenamiento de fuerza y, en menor medida, al de resistencia, en cambio un programa para descender el tejido adiposo se centra en actividades de preponderancia aeróbica).

La distribución regional del exceso de tejido adiposo tiene grandes resultados metabólicos y puede ser un factor más importante que la masa adiposa total. Por ejemplo una persona con un exceso de grasa localizada principalmente en la región abdominal tiene un mayor riesgo de presentar hipertensión, diabetes y coronariopatía isquémica que otra persona con un exceso de grasa en la zona glútea. Así, pues, en el contexto del mantenimiento de la salud no sólo interesa cuantificar el exceso de masa adiposa sino que también es primordial determinar el patrón de distribución regional de la grasa corporal.

Múltiples estudios han demostrado que existe una relación directa entre la pérdida de masa ósea, ya sea debida al envejecimiento o a alguna enfermedad metabólica, y el riesgo de sufrir fracturas óseas. En actividades de preponderancia aeróbica, donde se producen muchos impactos contra en suelo, es indispensable la valoración de la masa ósea y su variación a lo largo de las sesiones o entrenamientos .Etc.

## **SOMATOTIPO**

*“Descripción numérica de la configuración morfológica de un individuo en el momento de ser estudiado” Carter.*

## **DETERMINACIÓN**

La representación numérica del somatotipo se hace a través de una proporción de tres números siempre en el mismo orden y separados por un guión. Cada número representa un componente del individuo.

Primer número Endomorfia

Segundo número Mesomorfia

Tercer número Ectomorfia

## **CALCULO DEL SOMATOTIPO**

### **ENDOMORFIA:**

Se refiere a la cantidad relativa de grasa, existiendo un predominio de la obesidad.

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

X = suma de los pliegues cutáneos del tríceps, subscapular y supra ilíaco expresado en mm.

Valores normales: de 1 a 14

### **MESOMORFIA:**

Se refiere al desarrollo relativo músculo-esquelético.

$$\text{Mesomorfía} = 0.858 U + 0.601 F + 0.188 B + 0.161 P - 0.131 H + 4.5$$

U = diámetro biepicondileo de humero en cm.

F = diámetro bicondileo de fémur en cm.

B = perímetro corregido del brazo cm. (perímetro del brazo - pliegue del tríceps en cm.)

P = perímetro corregido de pierna cm. (perímetro de pierna - pliegue de la pierna en cm)

H = estatura del individuo estudiado en cm.

Valores normales: de 1 a 10.

### **ECTOMORFIA:**

Se refiere a la relativa linealidad, al predominio de las medidas longitudinales sobre las transversales.

Ectomorfía =

$$\text{Si } IP > 40.75 \text{ Ectomorfía} = (IP \times 0.732) - 28.58$$

$$\text{Si } IP < 40.75 \text{ y } > 38.28 \text{ Ectomorfía} = (IP \times 0.463) - 17.63$$

Si  $IP \leq 38.28$  Ectomorfía = se asigna el valor mínimo, que será de 0.1.

El índice ponderal (IP) se obtiene de la siguiente fórmula:

$$IP = \text{estatura} / \text{raíz 3 del peso}$$

## **Introducción de Cineantropometría**

Se define la Cineantropometría como el estudio de la forma, composición y proporción humana, utilizando medidas del cuerpo; su objetivo es comprender el movimiento humano en relación con el ejercicio, desarrollo, rendimiento y nutrición. William D. Ross (1982), la definió como una especialidad científica que aplica métodos para la medición del tamaño, la forma, las proporciones, la composición, la maduración y la función grasa en la estructura corporal.

Es considerada una disciplina básica para la solución de los problemas relacionados con el crecimiento, el desarrollo, el ejercicio, la nutrición y la performance, que constituye un eslabón cuantitativo entre estructura y función, o una interface entre anatomía y fisiología o performance.

Describe la estructura morfológica del individuo en su desarrollo longitudinal y las modificaciones provocadas por el entrenamiento. Todos los protocolos de investigación en Cineantropometría contemplan en mayor o menor número de medidas y con un mayor o menor grado de complejidad, el registro de mediciones antropométricas que, posteriormente, con la aplicación de diferentes ecuaciones junto con programas de cálculo informatizado, determinan parcial o totalmente algunas de las variables morfológicas de la estructura humana.

Con la utilización de medidas antropométricas y recordando la definición de Cineantropometría, una de las características que podemos estudiar de los individuos es la forma del cuerpo humano o SOMÁTICO, también llamado por otras escuelas BIOTIPO, este aspecto es el que nos interesa en nuestro campo y por tanto el que vamos a tratar en este artículo.

De las distintas formas de evaluar la forma humana, el somatotipo antropométrico de Heath-Carter es una descripción cuantificada de la forma física, que se expresa a través de una escala numérica y gráfica.

Esta escala valora tres componentes, que vamos a desarrollar a lo largo del artículo, el endomorfismo, el Mesomorfismo y el Ectomorfismo, que establecen una relación entre los tres componentes del cuerpo humano, que son la adiposidad, la masa muscular y el tejido óseo. Además, al ser valorado en su conjunto obtenemos información acerca de la linealidad ayudándonos por el peso y la talla del deportista.

Este método presenta diversas ventajas en el campo de la investigación, entre las que se pueden señalar su objetividad, facilidad de reproducción de las evaluaciones y empleo de la antropometría como técnica básica.

Hemos de destacar que el empleo de procedimientos antropométricos, le proporciona simplicidad, reducción de costos, eliminación de posibles sesgos cualitativos, una base de variables cuantitativas y facilidades en el manejo y evaluación de grandes poblaciones o muestras muy numerosas.

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

Siendo la primera clasificación de forma que se apoya en una escala continua con graduaciones entre los distintos subtipos morfológicos.

El somatotipo brinda un método de evaluar el físico en tres dimensiones, referidas como endomorfismo (relacionado con la adiposidad), Mesomorfismo (desarrollo osteomuscular) y Ectomorfismo (o linealidad relativa).

La evolución de los estudios del somatotipo ha llevado a considerar que la forma del cuerpo es un fenotipo, que se refleja en la forma que exhibe el deportista en el momento en el cual se obtienen las mediciones.

La morfología humana o fenotipo está determinada por la combinación de la descripción genética de la persona, su genotipo; las condiciones ambientales a las cuales están sujetos; y a la interrelación entre estos elementos. Es decir, la calidad de la carga genética y su interacción con los estímulos ambientales. Estos estímulos pueden ser el entrenamiento físico, la alimentación, el trabajo, el clima, los hábitos etc....

Los estudios del somatotipo han tenido alrededor una gran aceptación en todo el mundo, debido a que su uso no es exclusivo de los antropólogos y preparadores físicos, sino también a que su aplicación es altamente interesante para médicos, nutricionistas, fisiólogos, artistas e incluso arquitectos. Ya que las deducciones de este método son aplicables a todos los ámbitos del saber, que

Estas características han expandido el ámbito del estudio del somatotipo que abarca no sólo al subgrupo de los deportistas. En la actualidad el somatotipo se emplea en poblaciones sedentarias, en grupos laborales, en niños, en adolescentes, en ancianos, en encamados, en patologías crónicas y en diversos grupos étnicos.

El análisis del somatotipo ha sido realizado en poblaciones normales de diferentes edades, sexos y niveles socioeconómicos para conocer las características biotipológicas de estos grupos humanos. Valores específicos de sus componentes han sido correlacionados en diferentes patologías como: cáncer de mama, cardiopatías, escoliosis, obesidad, diabetes e hipertensión.

En el deporte el somatotipo permite conocer el estado físico de una población deportiva, comparar los deportistas de diferentes especialidades y sexos para un mismo deporte y

señalar la tendencia del deporte adecuado para cada individuo, determinando el sentido de su desarrollo.

La correlación entre las características físicas y el deporte practicado han definido perfiles físicos diferentes entre los practicantes de deportes diferentes. Las actividades deportivas establecen una estrecha relación entre la estructura física del atleta y las exigencias de la especialidad en la obtención del éxito competitivo.

Los integrantes de un deporte tendrán menos variabilidad en sus somatotipo cuanto mayor sea su nivel competitivo.

Otra de las grandes ventajas del somatotipo de Heath-Carter es la facilidad de uso en laboratorios médico-deportivos con recursos limitados, por ejemplo de ecuaciones derivadas de la planilla de evaluación del somatotipo, con lo que se reduce el tiempo necesario para el cálculo.

A finales de la década de los años 90, surgió una nueva y prometedora propuesta en cuanto a fórmulas para la obtención de los componentes del somatotipo, las Ecuaciones de Rempel, que abre nuevos caminos en la investigación del tipo físico.

Por tanto el somatotipo nos brinda una imagen general de la conformación de los sujetos, que al ser comparado con los resultados de estudios de composición corporal proporcionan una mejor idea de la exactitud de los resultados.

### **Historia y escuelas de la Cineantropometría**

En la década de los años 50, Sheldon creó el término somatotipo y las técnicas fundamentales para su análisis. En su primera publicación "Variación Del Físico Humano" expone la teoría de los tres componentes primarios del cuerpo humano, presentes en todos los individuos, en mayor o menor grado.

El somatotipo según el autor, expresaría la cuantificación de estos componentes primarios a los que el denominó: endodermo, mesodermo y ectodermo.

El creía que el somatotipo dependería esencialmente de la carga genética, que los padres cederían a su embrión y que esta composición no se modificaría durante toda su existencia, salvo en el caso de que el sujeto padeciera patologías o alteraciones nutricionales que la alteraran.

Las teorías de Sheldon fueron duramente criticadas y debieron ser modificadas, de estas modificaciones surgen técnicas complementarias que matizan y perfeccionan la idea básica de los tres componentes.

El concepto que triunfa en la actualidad es el elaborado por Heat-Carter. Éste describe la configuración morfología actual, considerando que dicha composición no se vincula y encorseta estrictamente por la carga genética del embrión y puede ser modificada por el crecimiento y por el entrenamiento.

De todas formas para situarnos en una posición histórica correcta deberemos remontarnos a la antigua Grecia, donde nos encontramos con filósofos como Hipócrates y médicos como Galeno que son los verdaderos precursores de la Cineantropometría.

Hipócrates en el 400 A.C se situaría como el primer investigador. Presentó la primera clasificación biotipológicas, estableciendo una diferencia entre dos tipos distintos de seres humanos: El ser humano atlético y el psíquico; los cuales se relacionan con los cuatro elementos fundamentales: Aire, Tierra, Fuego y Agua.

Al respecto, señalaba que el equilibrio de estos cuatro elementos básicos es lo ideal para mantenerse dentro de tal clasificación, permitiendo establecer una relación entre el éxito o performance y los fundamentos cine antropométricos.

En la antigua Grecia ya filosofaban sobre la forma humana y su relación con las variables de su entorno. Los griegos además fueron los primeros en clasificar a los humanos en función de su morfología en dos subgrupos.

1. Los tísicos o delgados. En los cuales predominaría el eje longitudinal sobre el transversal y a los que les suponían tendencias a la introversión.
2. Los apopléticos o musculosos con predominio del eje transversal.

Estas clasificaciones aunque rudimentarias intentaban explicar las características físicas y mentales, en función del aspecto físico y la composición corporal de los humanos.

La siguiente parada la vamos a realizar en el Renacimiento con un siempre avanzado artista e inventor como fue Leonardo da Vinci.

Este autor busca la belleza ideal, en base a la composición y proporción corporal. Realizando medidas corporales para adaptarse a un canon estético. (Este concepto estético es actualmente una de las grandes demandas de la antropometría no deportiva en el siglo XXI).

Posteriormente (citando a Carter), encontramos a Vesalius (1543) como el autor que estudió la relación entre las estructuras humanas y sus funciones, las cuales explican el trabajo muscular en términos físicos, más concretamente referido a la mecánica osteo-muscular.

En este momento nos adentramos en la gran travesía en desierto de la historia antropométrica, que nos lleva desde el renacimiento hasta finales del siglo XVIII, donde encontramos el alumbramiento de las primeras definiciones científico-biológicas en el estudio de la forma de cuerpo humano, apareciendo cuatro ESCUELAS BIOTIPOLOGICAS. Valorando la composición corporal desde ámbitos somáticos, psíquicos y somatopsíquicos. Estas escuelas son:

1. Escuela francesa
2. Escuela italiana
3. Escuela alemana
4. Escuela americana

### **Escuela Francesa**

Se basa sobre todo en aspectos anatómicos. Esta escuela fue fundada en Lyon y tiene como figuras clave a Noel Halle, Claude Sigaud (1862-1921) y L. MacAuliffe (1876-1937). Si nos fijamos en la figura de Halle, dicho autor describía al inicio del siglo XIX distintos subgrupos humanos, que denominaba temperamentos. Según sus teorías existían tres temperamentos fundamentales.

1. Vascular.
2. Muscular.
3. Nervioso.

Estos temperamentos básicos estaban relacionados por temperamentos parciales, que se determinaban por el predominio de determinadas zonas corporales: la cefálica, la torácica y la abdominal.

Esta escuela tuvo otra figura destacada a principios del siglo XX en Sigaud, este autor buscaba la relación entre esta corriente (que podíamos denominar organicista) y el ambiente externo. Al realizar estas relaciones definía tres tipos humanos:

1. Atmosférico.
2. Alimenticio.
3. Ambiente Social.

Por último nos referiremos a MacAuliffe, que quizás sea la figura más destacada de esta escuela, el cual amplía y desarrolla una concepción constitucional basada en los sistemas anatómicos, que se encuentran en relación continua con el ambiente externo:

1. Respiratorio.
2. Muscular.
3. Digestivo.
4. Cerebral.

### **Escuela Italiana**

Esta escuela fundamenta su método en la antropometría ya que realizaba medidas de distintos parámetros corporales y los interpretaba mediante métodos estadísticos.

Fue fundada en Papua por A. Di Giovanni (1838-1916), quien se puede considerar como la primera persona en aplicar la antropometría en el año 1904. Este autor usaba la antropometría para evaluar objetivamente los errores en la constitución corporal individual. Su figura más representativa es Viola de Bologna (1870-1943). Este autor en 1933 clasificó a los humanos en tres grupos:

1. Longuilíneos o longitipo.
2. Normolíneos o normo tipo.
3. Brebilíneos o braquitipo.

Para ello comparaba la estatura del individuo con la altura del tronco y las extremidades, así el sujeto longuilíneos se caracterizaba por un mayor desarrollo de las extremidades, conllevando un predominio de la vida de relación con un buen desarrollo del sistema nervioso y muscular. Y el sujeto Brebilíneos desarrolla el tronco en relación a los miembros, con una mayor vida vegetativa.

Su seguidor más importante fue Nicola Pende. Éste autor realizó algunas definiciones importantes como la de Biotipología y el biotipo. La biotipología representa la clasificación de los tipos humanos o biotipos y la concepción de biotipo "obedece ante todo a las leyes de herencia biológica y de evolución cronológica ascendente, que marcan la constitución somática-psíquica".

Pero además recibe continuamente las influencias del medio, que actúan sobre las tendencias y disposiciones genéticas. Este autor defendía el biotipo como una característica individual de cada ser humano. Sería la resultante de componentes genéticos y ambientales. Pende clasificó a los individuos en:

1. Longuilíneos asténicos.
2. Longuilíneos esténicos.
3. Brebilíneos asténicos.
4. Brebilíneos esténicos.

Esta escuela fue la que más influyó en las enseñanzas biométricas que se realizaron en Brasil hasta los años 70.

### **Escuela Alemana**

Creada a partir de las ideas de Ernst Kretschmer (1888-1964). Su enfoque constitucionalista es sólo desde el punto de vista de las correlaciones entre hábito corpóreo y carácter psíquico; empleando siempre un método empírico no estadístico (ectoscopio). Y sólo en algunos casos empleaba la antropometría.

Este autor en la década de los años 30, consideraba que el biotipo se relacionaba sólo con hábitos y caracteres de la esfera psíquica. Estudiaba enfermos mentales y buscaba la correlación entre las patologías y la composición corporal. Rara vez se usaba la

antropometría pues prefería un método de observación bastante empírico. Esta escuela clasifica a los humanos en:

1. Asténicos oleptosomaticos.
2. Atléticos.
3. Pícnicos.
4. Displásicos (Considerados patológicos).

### **Escuela Americana**

Fundada por Sheldon (1899-1977), también psiquiatra como su colega Kretschmer, por quien fue claramente influenciado. Sheldon se formó en Estados Unidos estudiando medicina y psiquiatría entre los años 20 y 30.

A diferencia de Kretschmer intentó usar métodos menos empíricos, para ello fue pionero en el uso de nuevas tecnologías y empezó a usar la fotografía, valorando a los individuos por medio de tres fotografías en tres planos diferentes (esta técnica fue denominada somatoscopia). De esas fotografías tomaba diecisiete medidas, sobre los negativos de las fotos. Con esta técnica realizó un estudio fotográfico de cuatro mil estudiantes.

También creó una técnica de clasificación de los individuos a partir de la expresión numérica de tres cifras, que representaban sus componentes de grasa, músculo y linealidad.

Denominando a este método como "FOTOSCÓPICO DE SHELDON". Sheldon es también el padre del concepto de somatotipo, para describir la cuantificación de los tres componentes que determinan la estructura morfológica y aclara que esa estructura se adquiere por herencia.

Sheldon para realizar su clasificación biotípica, tomaba como referencia las capas embrionarias de donde se derivan los tejidos. Para entender mejor los conceptos que vamos a describir a continuación, vamos a realizar un recuerdo de cada una de las capas embrionarias, para así comprender la clasificación que realizaba de los individuos.

## **ENDO-ECTO-MESO**

Los elementos que derivan de cada capa embrionaria son los siguientes:

Del endodermo derivan: El tubo digestivo, el aparato respiratorio, la vejiga urinaria, la uretra en su mayor parte, la próstata, la trompa auditiva y la cavidad timpánica.

Del mesodermo derivan: El esqueleto axial, el techo de la faringe, el sistema urogenital, el corazón, el pericardio y la musculatura tanto lisa como estriada, salvo el músculo del iris.

Del ectodermo derivan: El neuroectodermo (Sistema Nervioso Central), la piel y las faneras.

Las características principales de cada uno de estos factores son expresados por esta escuela de la siguiente manera:

### **ENDOMORFO**

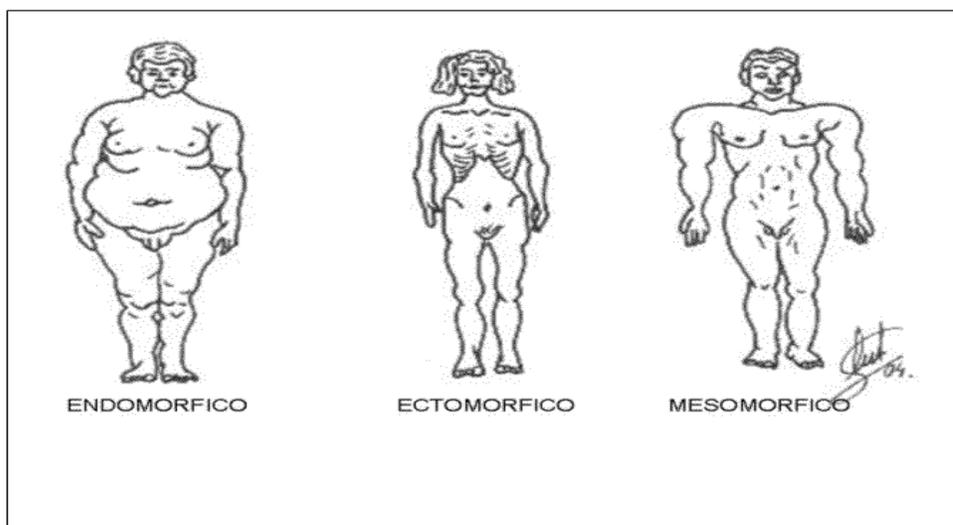
Es el primer componente. El término se origina del endoderma, que en el embrión origina el tubo digestivo y sus sistemas auxiliares (masa visceral). Indica predominio del sistema vegetativo y tendencia a la obesidad. Los Endomorfos se caracterizan por un bajo peso específico, razón por la cual flotan fácilmente en el agua. Su masa es flácida y sus formas redondeadas.

## MESOMORFO

Caracteriza el segundo componente. Se refiere al predominio en la economía orgánica de los tejidos que derivan de la capa mesodérmica embrionaria: huesos, músculos y tejido conjuntivo. Por presentar mayor masa músculo esquelética poseen un peso específico mayor que los Endomorfos.

## ECTOMORFO:

Se refiere al tercer componente. Presentando un predominio de formas lineales y frágiles, así como una mayor superficie en relación a la masa corporal. Los tejidos que predominan son los derivados de la capa ectodérmica. Corresponde a los tipos longuilíneos y asténicos de las otras escuelas descritas anteriormente y poseen un alto índice ponderal (relación entre estatura y raíz cúbica del peso).



Las medidas necesarias para el cálculo son las siguientes:

Estatura.

Peso.

Circunferencia del brazo contraído.

Circunferencia de la pierna.

Diámetro óseo bi-epicondiliano.

Diámetro óseo bi-condiliano.

Pliegue subscapular.

Pliegue tricipital.

Pliegue supra espinal.

Pliegue de la pierna.

Como ya hemos expuesto en la introducción esta concepción dependía de la carga genética y no era modificable por factores exógenos como la actividad física, la nutrición y los factores ambientales, entre otros.

Las cifras de cada componente oscilan entre 1 y 7, limitando un rango para la suma de las tres cifras que iba entre 9 y 12.

Para representar gráficamente el somatotipo, Sheldon utilizó un triángulo diseñado por Franz Reuleaux (1829-1905), ingeniero y matemático alemán.

A partir del método de Sheldon para determinar el somatotipo, otros autores introducen modificaciones para estudiar la composición corporal.

### **Método de Hoolton**

No limita la suma de los tres componentes en el rango de 9 a 12. Realiza sus estudios principalmente en jóvenes de la marina de los EEUU.

### **Método de Cureton**

Analiza principalmente a jóvenes estudiantes y a atletas. Es el único autor que coloca en el triángulo de Reuleaux: en el lado izquierdo ectomorfia y endomorfia en el lado derecho.

### **Método de Parnell**

Parnell se formó en Oxford y Londres. Parnell elaboró lo que él denominó "la carta de derivación M4" (M4 derivación chart). También elaboró otra carta M4, basada en

medidas antropométricas para niños de 7 a 11 años. Parnell además observó que las técnicas utilizadas por él, son complicadas y difícilmente aplicables a gran escala.

Más tarde, en 1967 J. Carter y B. Heath llegaron a la conclusión, que la somato tipología requería de algunos cambios.

Entonces, Carter Y Heath extrapolaron valores a la metodología de Parnell, y manejaron de otra forma la correlación de adiposidad para la mesomorfía. También emplearon las mismas normas de Parnell para hombres y mujeres.

### **Metodología para la determinación del somatotipo**

Determinar el somatotipo significa determinar el valor numérico de los tres componentes, que son siempre representados secuencialmente en un mismo orden, representando la endomorfía, la mesomorfía y la ectomorfía y unidos por guiones.

El primer número es la endomorfía y su rango va desde 1-14 El segundo número es la mesomorfía y su rango va desde 1-10 El tercer número es la ectomorfía y su rango va de 0,5-9
---

Los valores inferiores de cada componente, indican los valores externos, que pueden ser encontrados determinando la escala en donde se distribuyen o se clasifican los individuos.

Existen dos métodos básicos para determinar el valor de los tres componentes y obtener el somatotipo. Son los siguientes:

#### **Método fotográfico**

El individuo es fotografiado a partir de una técnica definida, en tres posiciones, siendo medidos la estatura y el peso corporal. Este procedimiento fue descrito por Sheldon, y con él público el Atlas Humano, donde presenta ejemplos de todos los tipos de somatotipo.

Es utilizado actualmente solamente en proyectos específicos, siendo sustituido en la rutina por el método antropométrico.

### **Método antropométrico**

Sustituyó al fotográfico, introduciendo el cálculo de los tres componentes a través del análisis de diámetros, perímetros y pliegues cutáneos, además de la estatura y el peso. Han existido diversas técnicas descritas, pero actualmente la más utilizada en nuestro medio es la de Heath-Carter.

### **Método fotográfico de Sheldon**

Fue descrito por el autor en 1954, habiendo sufrido modificaciones propuestas por Turner, Parnell, Hertzbert y Jones. El material sugerido por Carter para realizar este método es:

Cámara: Es colocada entre 5 a 10 m del individuo fotografiado, en función del espacio disponible.

Lente: La altura de la lente es a 1,10 m del suelo para fotografiar a adultos. La distancia focal es de 135 mm para 10 m y 50 mm para 4,5 m.

Pedestal: Redondo con 1m de diámetro y con la posición de los pies señalizada. Debe permitir el giro del individuo en 180°, con un mecanismo de freno para cada 90°

Fondo: Se coloca papel para obtener un mejor contraste. Se situará detrás del pedestal a 50 cm. de distancia.

Película: De al menos las siguientes características: 400 ASAS, 12X18 cms.

Exposición: 1/100 s, con abertura en 22.

Las fotos son tomadas de frente, perfil izquierdo y espalda, utilizando el individuo la menor ropa posible.

La interpretación del somatotipo a partir de las fotos es demasiado subjetiva y exige gran experiencia por parte del investigador.

La relación peso-estatura y los somatotipo fotografiados en el libro de Sheldon son de gran ayuda para realizar correctamente la valoración.

Fundamentalmente se busca puntuar el componente Mesomorfo por la masa muscular y el componente y el Endomorfo por la cantidad de tejidos adiposo.

Esta técnica es útil para el seguimiento del crecimiento de nuestros atletas, pudiendo expresar gráficamente los cambios en crecimiento y en conformación de nuestros deportistas. Por tanto aunque aislada carece de valor, se usa como complemento al valor numérico del método antropométrico.

### **Método antropométrico de Heath-Carter**

Varios autores pensaban en establecer parámetros para determinar el somatotipo. Gureton, en 1947 y 1951, desarrolló un sistema que combinaba la fotocopia inspecciona con algunas mediciones antropométricas, de musculatura y registro de fuerza, enlazando los métodos fotoscópicos y antropométricos. Recomendaba la palpación de la masa muscular y la dinamometría.

Parnell en 1954 y 1958 fue el primero en usar la antropometría para obtener valores calificativos de somatotipo, que correspondían a los datos fotoscópicos de Sheldon.

Registraba pliegues cutáneos, diámetros y perímetros óseos, en adición a la edad, peso y talla. El autor sustituyó los términos grasa, muscularidad y linealidad por la nomenclatura actual endomorfismo, Mesomorfismo y Ectomorfismo.

Desarrolló el modelo M4, que utilizaba prácticamente las mismas medidas propuestas más tarde por Carter. Contemporáneamente, el primer trabajo que produce una crítica profunda y una reestructuración del método sheldoniano, es el producido por Bárbara Honeyman Heath Roll, en 1963.

Heath critica las limitaciones del método y propone elementos separadores como por ejemplo: no limita la escala de valores de 0 a 7, sino que se aceptan valores mayores, tampoco limita el rango de 9 a 12 en la sumatoria de los tres componentes para el cálculo de las variables X e Y en la somatocarta, se eliminaron las extrapolaciones por la edad y el uso del cociente altura raíz cúbica del peso para el cálculo del Ectomorfismo, y se generalizó el procedimiento para todas las edades y ambos sexos.

Bárbara Honeyman Heath Roll es una de las figuras más destacadas dentro de la somato tipología. Entre los años 1948 y 1953 propicia la modificación del método fotoscópicos, con la inclusión de algunas medidas antropométricas, en base a las propuestas de Hooton y Parnell.

Más tarde en 1964 y con la colaboración de J.E.L Carter crean el conocido método de Heath-Carter.

Heath modificó el método de Sheldon en los límites de las cifras de cada componente, no existiendo una escala del 1 a 7. Proponen una escala que comience desde 0 (en la práctica desde 0.5) y que no tenga límites superiores. Eliminando el rango de 9 a 12 que marcaba Sheldon.

Según el manual que Carter realizó en 1999, podemos calificar los valores absolutos de:

1. **BAJO:** De 0,5 a 2.5.
2. **MODERADO:** De 3 a 5.
3. **ALTO:** De 5,5 a 7.

#### 4. **MUY ALTO:** Más de 7,5.

Técnicamente no existe un límite superior para las calificaciones, pero en casos muy excepcionales se han observado valores de 12 o más.

Lindsay Carter es junto con Heath la otra gran figura de este campo, este autor nació en Nueva Zelanda y estudió en la Universidad de Auckland.

Este autor nos explica que se pueden hallar estas cifras usando tres métodos:

1. El método antropométrico: (El más usado en la actualidad).
2. El método fotométrico: Que se concreta utilizando la observación de una fotos copia estándar del individuo y el valor del cociente altura raíz cúbica del peso.
3. El método antropométrico + el método fotométrico: El más fiable.

Para la realización del somatotipo en la actualidad sólo se usan métodos antropométricos ya que el método fotométrico ha caído en desuso por su complejidad y variabilidad ínter observador.

La aplicación de los métodos antropométricos, tal y como describe Carter son aplicados por primera vez a deportistas de alto nivel por Knoll en el año 1928, durante los Juegos Olímpicos de Invierno de St Moritz y por Buytendijk en los Juegos Olímpicos de Verano de Ámsterdam del mismo año.

Posteriormente se han realizado estudios en varias olimpiadas: Cureton en las de Londres de 1948, Jokl en las de Helsinki de 1952, Correnti y Zauli en 1960 y también Tanner en las de Roma de 1960, Hirata en las de Tokio de 1964, de Garay en las de Méjico de 1969, Jungmann en las de Múnich de 1972 y en las de Monreal de 1976 se realizó el proyecto MOGAP (Montreal Olympic Games Anthopological Project), siendo codirigido por Borms, Carter, Hebbenck y Ross.

Ellos confirmaron y amplificaron las diferencias proporcionales en atletas en diferentes eventos, así como las diferencias étnicas dentro de un mismo tipo de evento:

- Por ejemplo, los atletas de color tienden a tener brazos y piernas proporcionalmente más largos, tronco más corto, y caderas más estrechas que los atletas blancos.
- Ellos también notaron que comparadas con los hombres, las atletas femeninas parecen tener una persistente displasia músculo-esquelética corporal superior-inferior y una displasia de los pliegues cutáneos entre los miembros y el torso.

En la actualidad las valoraciones antropométricas realizadas en medicina deportiva deben incluir la valoración del somatotipo de Heath- Carter, habiéndose convertido en el canon de la valoración del somatotipo.

Esto ha sido debido sobre todo a la facilidad de uso de este sistema que puede ser implementado en cualquier lugar sin necesidad de costoso aparataje. Esto unido a un soporte informático simplifica enormemente la obtención de los resultados.

Durante todos estos casi 80 años de existencia de este método, se ha aplicado en valoraciones de la composición corporal de grupos de distintas edades y razas. Así como en la valoración de pacientes con distintas patologías como: cáncer de mama, cardiopatías, escoliosis y obesidad.

En el campo deportivo la aplicación del somatotipo permite conocer el somatotipo de una población deportiva, así como comparar los somatotipo de diferentes especialidades y sexos para un mismo deporte, así como permitirnos diseñar un plan adecuado para el desarrollo idóneo de nuestras promesas.

Teniendo en cuenta que un somatotipo adecuado no es garantía de resultados deportivos. Sus carencias deben de ser detectadas y corregidas. Carter afirma que se deben de seleccionar a los deportistas atendiendo estrechamente al perfil antropométrico que representa el prototipo de un deporte determinado.

La correlación entre las características físicas y el deporte practicado, han definido perfiles físicos diferentes entre los practicantes de deportes diferentes.

Las actividades deportivas establecen una estrecha relación entre la estructura física del atleta y las exigencias mecánicas de la especialidad, en la obtención del éxito competitivo. Los integrantes de un deporte tendrán menos variabilidad en sus somatotipo, cuanto mayor sea su nivel competitivo. Además estos somatotipo nos permitirán afinar en la detección de talentos.

#### **Método antropométrico de Heath-Carter**

Carter lo definió como la descripción numérica de la configuración morfológica de un individuo en el momento de ser estudiado.

Para Carter, la forma de un individuo no viene determinada exclusivamente por la carga genética, sino que también influyen otros factores exógenos para modificar el somatotipo.

Los factores que influyen en el somatotipo:

1. La edad.
2. El sexo.
3. El crecimiento.
4. La actividad física.
5. La alimentación.

6. Factores ambientales.
7. Medio socio-cultural.

Los materiales que se necesitan son:

- La balanza.
- El tallímetro.
- Un compás de pliegues cutáneos.
- Y una cinta métrica.

## **Medidas**

Las medidas efectuadas son las siguientes:

- **Estatura:** Posición anatómica, cabeza con el plano de Frankfurt colocado paralelo al suelo. Tomando la medida con la técnica de corrección a través de la maniobra de tracción cervical e inspiración profunda. Precisión de 1mm.
- **Peso:** El individuo ocupa el centro de la balanza, con la menor ropa posible, siendo la precisión de 100 gr.
- **Pliegue cutáneo:** Son medidos los del tríceps, subscapular, supra iliaco y medial de la pierna.
- **Diámetros óseos:** Son medidos el diámetro biepicondileo del fémur y del húmero, con precisión de 1 mm.
- **Perímetros musculares:** Son medidos el bíceps en máxima contracción isométrica, en su mayor circunferencia, estando el brazo horizontal y el antebrazo flexionado en posición de 90° y el perímetro de la pierna en su mayor circunferencia.

Para el cálculo antropométrico se necesita un aparataje calibrado, preciso y un adecuado manejo del mismo. Para ello el observador ha de estar entrenado y debe de pasar ineludiblemente por un periodo de capacitación y control mediante técnica de test retes.

Ya que debemos de poner como premisa en nuestro calculo la fiabilidad de nuestras medidas. Además para que las medidas sean fiables siempre debe de ser medida por el mismo técnico.

Para validar un técnico debemos de compararlo con otro técnico experimentado y al valorar sus datos en un mismo sujeto las diferencias no deben de ser estadísticamente significativas. Y al realizar una correlación de Pearson la  $r = 0.90$  entre observadores y de  $r = 0.98$  en los retes. Si nos fijamos en los perímetros y diámetros su  $r$  debe de estar entre  $0.92$  y  $0.98$ , mientras que para los pliegues validaremos entre  $0.90$  y  $0.98$ .

Por muy precisas que sean nuestras mediciones siempre deberemos asumir un cierto grado de ERROR TÉCNICO DE MEDIDA (ETM). La cuantificación de este valor nos permitirá evaluar la consistencia y la fiabilidad de nuestras medidas.

Podemos calcular este error técnico según la fórmula descrita al final del párrafo. El cálculo del error técnico nos permite validar o no nuestras medidas. Pero junto con este valor también es interesante calcular el porcentaje de error técnico.

Este valor aislado será más gráfico y comprensible que el error técnico de medida en valor absoluto.

Así el porcentaje error aceptado en los pliegues seria del 5% mientras que en los diámetros y perímetros seria del 1%. En cuanto a la altura sólo toleraremos ETM del 0.5%

$$\text{ETM} = (\sum d^2 / 2n)^{0.5}$$
$$\% \text{ETM} = 100 (\text{ETM} / \text{media de la medida})$$

Donde:

**d**: Es la diferencia entre las variables.

**n**: Es el número de variables.

Con estos cálculos podemos afirmar que el valor de nuestra variable realmente será su valor  $\pm$  ETM.

Por convención internacional y aunque pueda resultar injusto, se ha determinado que todas las medidas se realicen en el lado izquierdo del cuerpo.

Es de suma importancia reconocer las limitaciones que tiene este método, ya que solamente nos da una idea general del tipo de físico, sin ser preciso en cuanto a segmentos corporales y/o distribución de los tejidos de cada sujeto.

Por ejemplo, un atleta puede tener una marcada hipertrofia muscular en el tren superior, y un tren inferior poco desarrollado, cosa que el somatotipo no tiene la capacidad de diferenciar.

Por ejemplo en deportes como el tenis: un tenista zurdo saldrá claramente perjudicado ya que su brazo izquierdo es mucho más musculoso y menos graso que el derecho.

Para el cálculo del somatotipo desde la técnica antropométrica tenemos dos opciones:

1. Utilizar representaciones, que son tablas predefinidas por rangos de los componentes.
2. Utilizar fórmulas para el cálculo de los componentes. La técnica más adecuada.

## **Tablas predefinidas**

Se trata de una vez calculados los datos, introducir estos en una tablas predefinidas y que valorando los rangos entre distintos datos, nos calculan el valor de cada componente.

Estas tablas resultaron muy útiles en la era pre informática. Pero en la actualidad con el desarrollo de nuevo software específico y la existencia de ordenadores portátiles, han quedado obsoletas.

No recomendamos su uso ya que llevan aparejadas un porcentaje de error superior a los cálculos realizados mediante fórmulas.

Vamos a explicar cómo se utilizan las tablas predefinidas.

A continuación se muestra una tabla predefinida ya completada. Para completarla debemos de seguir las siguientes instrucciones:

Nombre		Edad	Sexo	M	F	Fecha
Ocupación		Grupo Etnico				
Proyecto		Evaluador		Planilla N°		
<p>Pliegues Cúbito (mm):            Triceps = 19,3            Subescapular = 13,6            Supraespal = 6,5            Sumatoria de 3 pliegues = 39,4            Perímetro = 11,9</p>						
<p>Sumatoria de 3 pliegues (mm):            Límite Superior 10,9 14,9 18,9 22,9 26,9 31,2 35,8 40,7 46,2 51,3 56,7 61,7 67,2 72,1 77,1 82,2 87,5 92,9 98,5 104,2 110,1 116,1 122,2 128,4 134,7 141,1 147,6 154,2 160,9 167,7 174,6 181,6 188,8 196,2 203,7 211,3 219,1 227,1 235,3 243,8 252,4 261,1 270,0 279,1 288,3 297,6 307,1 316,8 326,7 336,8 347,1 357,6 368,3 379,2 390,3 401,6 413,1 424,8 436,7 448,8 461,1 473,6 486,3 499,2 512,4 525,9 539,5 553,4 567,5 581,8 596,3 611,0 625,9 641,0 656,3 671,8 687,5 703,4 719,5 735,8 752,3 768,9 785,8 802,9 820,2 837,7 855,3 873,1 891,1 909,2 927,5 945,9 964,5 983,2 1002,1 1021,2 1040,5 1060,0 1079,7 1099,6 1119,7 1139,9 1160,3 1181,0 1201,9 1223,0 1244,3 1265,8 1287,5 1309,4 1331,5 1353,8 1376,3 1399,0 1421,9 1445,0 1468,3 1491,8 1515,5 1539,4 1563,5 1587,8 1612,3 1637,0 1661,9 1687,0 1712,3 1737,8 1763,5 1789,4 1815,5 1841,8 1868,3 1895,0 1921,9 1949,0 1976,3 2003,8 2031,5 2059,4 2087,5 2115,8 2144,3 2173,0 2201,9 2231,0 2260,3 2289,8 2319,5 2349,4 2379,5 2409,8 2440,3 2471,0 2501,9 2533,0 2564,3 2595,8 2627,5 2659,4 2691,5 2723,8 2756,3 2789,0 2821,9 2855,0 2888,3 2921,8 2955,5 2989,4 3023,5 3057,8 3092,3 3127,0 3161,9 3197,0 3232,3 3267,8 3303,5 3339,4 3375,5 3411,8 3448,3 3485,0 3521,9 3559,0 3596,3 3633,8 3671,5 3709,4 3747,5 3785,8 3824,3 3863,0 3901,9 3941,0 3980,3 4020,8 4061,5 4102,4 4143,5 4184,8 4226,3 4268,0 4309,9 4352,0 4394,3 4436,8 4479,5 4522,4 4565,5 4608,8 4652,3 4695,9 4739,7 4783,7 4827,9 4872,3 4916,9 4961,7 5006,7 5051,9 5097,3 5142,9 5188,7 5234,7 5280,9 5327,3 5373,9 5420,7 5467,7 5514,9 5562,3 5609,9 5657,7 5705,7 5753,9 5802,3 5850,9 5899,7 5948,7 5997,9 6047,3 6096,9 6146,7 6196,7 6246,9 6297,3 6347,9 6398,7 6449,7 6500,9 6552,3 6603,9 6655,7 6707,7 6759,9 6812,3 6864,9 6917,7 6970,7 7023,9 7077,3 7130,9 7184,7 7238,7 7292,9 7347,3 7401,9 7456,7 7511,7 7566,9 7622,3 7677,9 7733,7 7789,7 7845,9 7902,3 7958,9 8015,7 8072,7 8129,9 8187,3 8244,9 8302,7 8360,7 8418,9 8477,3 8535,9 8594,7 8653,7 8712,9 8772,3 8831,9 8891,7 8951,7 9011,9 9072,3 9132,9 9193,7 9254,7 9315,9 9377,3 9438,9 9500,7 9562,7 9624,9 9687,3 9749,9 9812,7 9875,7 9938,9 9999,9</p>						
<p>Límite Superior 10,9 14,9 18,9 22,9 26,9 31,2 35,8 40,7 46,2 51,3 56,7 61,7 67,2 72,1 77,1 82,2 87,5 92,9 98,5 104,2 110,1 116,1 122,2 128,4 134,7 141,1 147,6 154,2 160,9 167,7 174,6 181,6 188,8 196,2 203,7 211,3 219,1 227,1 235,3 243,8 252,4 261,1 270,0 279,1 288,3 297,6 307,1 316,8 326,7 336,8 347,1 357,6 368,3 379,2 390,3 401,6 413,1 424,8 436,7 448,8 461,1 473,6 486,3 499,2 512,4 525,9 539,5 553,4 567,5 581,8 596,3 611,0 625,9 641,0 656,3 671,8 687,5 703,4 719,5 735,8 752,3 768,9 785,8 802,9 820,2 837,7 855,3 873,1 891,1 909,2 927,5 945,9 964,5 983,2 1002,1 1021,2 1040,5 1060,0 1079,7 1099,6 1119,7 1139,9 1160,3 1181,0 1201,9 1223,0 1244,3 1265,8 1287,5 1309,4 1331,5 1353,8 1376,3 1399,0 1421,9 1445,0 1468,3 1491,8 1515,5 1539,4 1563,5 1587,8 1612,3 1637,0 1661,9 1687,0 1712,3 1737,8 1763,5 1789,4 1815,5 1841,8 1868,3 1895,0 1921,9 1949,0 1976,3 2003,8 2031,5 2059,4 2087,5 2115,8 2144,3 2173,0 2201,9 2231,0 2260,3 2289,8 2319,5 2349,4 2379,5 2409,8 2440,3 2471,0 2501,9 2533,0 2564,3 2595,8 2627,5 2659,4 2691,5 2723,8 2756,3 2789,0 2821,9 2855,0 2888,3 2921,8 2955,5 2989,4 3023,5 3057,8 3092,3 3127,0 3161,9 3197,0 3232,3 3267,8 3303,5 3339,4 3375,5 3411,8 3448,3 3485,0 3521,9 3559,0 3596,3 3633,8 3671,5 3709,4 3747,5 3785,8 3824,3 3863,0 3901,9 3941,0 3980,3 4020,8 4061,5 4102,4 4143,5 4184,8 4226,3 4268,0 4309,9 4352,0 4394,3 4436,8 4479,5 4522,4 4565,5 4608,8 4652,3 4695,9 4739,7 4783,7 4827,9 4872,3 4916,9 4961,7 5006,7 5051,9 5097,3 5142,9 5188,7 5234,7 5280,9 5327,3 5373,9 5420,7 5467,7 5514,9 5562,3 5609,9 5657,7 5705,7 5753,9 5802,3 5850,9 5899,7 5948,7 5997,9 6047,3 6096,9 6146,7 6196,7 6246,9 6297,3 6347,9 6398,7 6449,7 6500,9 6552,3 6603,9 6655,7 6707,7 6759,9 6812,3 6864,9 6917,7 6970,7 7023,9 7077,3 7130,9 7184,7 7238,7 7292,9 7347,3 7401,9 7456,7 7511,7 7566,9 7622,3 7677,9 7733,7 7789,7 7845,9 7902,3 7958,9 8015,7 8072,7 8129,9 8187,3 8244,9 8302,7 8360,7 8418,9 8477,3 8535,9 8594,7 8653,7 8712,9 8772,3 8831,9 8891,7 8951,7 9011,9 9072,3 9132,9 9193,7 9254,7 9315,9 9377,3 9438,9 9500,7 9562,7 9624,9 9687,3 9749,9 9812,7 9875,7 9938,9 9999,9</p>						
<p>Límite Medio 9,0 13,0 17,0 21,0 25,0 29,0 33,5 38,0 43,0 48,0 53,0 58,0 63,0 68,0 73,0 78,0 83,0 88,0 93,0 98,0 103,0 108,0 113,0 118,0 123,0 128,0 133,0 138,0 143,0 148,0 153,0 158,0 163,0 168,0 173,0 178,0 183,0 188,0 193,0 198,0 203,0 208,0 213,0 218,0 223,0 228,0 233,0 238,0 243,0 248,0 253,0 258,0 263,0 268,0 273,0 278,0 283,0 288,0 293,0 298,0 303,0 308,0 313,0 318,0 323,0 328,0 333,0 338,0 343,0 348,0 353,0 358,0 363,0 368,0 373,0 378,0 383,0 388,0 393,0 398,0 403,0 408,0 413,0 418,0 423,0 428,0 433,0 438,0 443,0 448,0 453,0 458,0 463,0 468,0 473,0 478,0 483,0 488,0 493,0 498,0 503,0 508,0 513,0 518,0 523,0 528,0 533,0 538,0 543,0 548,0 553,0 558,0 563,0 568,0 573,0 578,0 583,0 588,0 593,0 598,0 603,0 608,0 613,0 618,0 623,0 628,0 633,0 638,0 643,0 648,0 653,0 658,0 663,0 668,0 673,0 678,0 683,0 688,0 693,0 698,0 703,0 708,0 713,0 718,0 723,0 728,0 733,0 738,0 743,0 748,0 753,0 758,0 763,0 768,0 773,0 778,0 783,0 788,0 793,0 798,0 803,0 808,0 813,0 818,0 823,0 828,0 833,0 838,0 843,0 848,0 853,0 858,0 863,0 868,0 873,0 878,0 883,0 888,0 893,0 898,0 903,0 908,0 913,0 918,0 923,0 928,0 933,0 938,0 943,0 948,0 953,0 958,0 963,0 968,0 973,0 978,0 983,0 988,0 993,0 998,0</p>						
<p>Límite Inferior 7,0 11,0 15,0 19,0 23,0 27,0 31,3 35,9 40,8 46,3 52,3 58,8 65,3 71,8 78,3 84,8 91,3 97,8 104,3 110,8 117,3 123,8 130,3 136,8 143,3 149,8 156,3 162,8 169,3 175,8 182,3 188,8 195,3 201,8 208,3 214,8 221,3 227,8 234,3 240,8 247,3 253,8 260,3 266,8 273,3 279,8 286,3 292,8 299,3 305,8 312,3 318,8 325,3 331,8 338,3 344,8 351,3 357,8 364,3 370,8 377,3 383,8 390,3 396,8 403,3 409,8 416,3 422,8 429,3 435,8 442,3 448,8 455,3 461,8 468,3 474,8 481,3 487,8 494,3 500,8 507,3 513,8 520,3 526,8 533,3 539,8 546,3 552,8 559,3 565,8 572,3 578,8 585,3 591,8 598,3 604,8 611,3 617,8 624,3 630,8 637,3 643,8 650,3 656,8 663,3 669,8 676,3 682,8 689,3 695,8 702,3 708,8 715,3 721,8 728,3 734,8 741,3 747,8 754,3 760,8 767,3 773,8 780,3 786,8 793,3 800,8 807,3 813,8 820,3 826,8 833,3 840,8 847,3 853,8 860,3 866,8 873,3 879,8 886,3 892,8 899,3 905,8 912,3 918,8 925,3 931,8 938,3 944,8 951,3 957,8 964,3 970,8 977,3 983,8 990,3 996,8</p>						
<p>Endomorfitismo % 1 1% 2 2% 3 3% 4 4% 5 5% 6 6% 7 7% 8 8% 9 9% 10 10% 11 11% 12 12%</p>						
<p>Estatura (cm) = 164,1            Días del Hábito (cm) = 6,51            Días del Hábito (cm) = 9,68            Perim. de Tríceps (cm) = 39,6            - Pliegue Tríceps (cm) = 1,2            Perim. de Cintura (cm) = 77,7            Perim. de Cintura (cm) = 38,6            - Pliegue de Cintura (cm) = 1,4            37,2</p>						
<p>Fórmula: <math>(D/8) + 4,0</math>  <math>((3+8+0+6)/8) + 4,0 = 5,75</math></p>						
<p>Peso (kg) = 66,3            Estatura y Peso = 40,5</p>						
<p>Endomorfitismo % 1 1% 2 2% 3 3% 4 4% 5 5% 6 6% 7 7% 8 8% 9 9%</p>						
<p>Mesomorfitismo % 1 1% 2 2% 3 3% 4 4% 5 5% 6 6% 7 7% 8 8% 9 9%</p>						
<p>Límite Superior 39,65 40,75 41,43 42,13 42,82 43,48 44,18 44,84 45,53 46,23 46,92 47,58 48,25 48,94 49,63 50,33 51,02 51,68 52,37 53,06 53,75 54,44 55,13 55,82 56,51 57,20 57,89 58,58 59,27 59,96 60,65 61,34 62,03 62,72 63,41 64,10 64,79 65,48 66,17 66,86 67,55 68,24 68,93 69,62 70,31 71,00 71,69 72,38 73,07 73,76 74,45 75,14 75,83 76,52 77,21 77,90 78,59 79,28 79,97 80,66 81,35 82,04 82,73 83,42 84,11 84,80 85,49 86,18 86,87 87,56 88,25 88,94 89,63 90,32 91,01 91,70 92,39 93,08 93,77 94,46 95,15 95,84 96,53 97,22 97,91 98,60 99,29 100,00</p>						
<p>Punto Medio Y 40,30 41,00 41,70 42,40 43,10 43,80 44,50 45,20 45,90 46,60 47,30 48,00 48,70 49,40 50,10 50,80 51,50 52,20 52,90 53,60 54,30 55,00 55,70 56,40 57,10 57,80 58,50 59,20 59,90 60,60 61,30 62,00 62,70 63,40 64,10 64,80 65,50 66,20 66,90 67,60 68,30 69,00 69,70 70,40 71,10 71,80 72,50 73,20 73,90 74,60 75,30 76,00 76,70 77,40 78,10 78,80 79,50 80,20 80,90 81,60 82,30 83,00 83,70 84,40 85,10 85,80 86,50 87,20 87,90 88,60 89,30 90,00 90,70 91,40 92,10 92,80 93,50 94,20 94,90 95,60 96,30 97,00 97,70 98,40 99,10 99,80</p>						
<p>Límite Inferior 39,66 40,75 41,44 42,14 42,83 43,49 44,19 44,85 45,54 46,24 46,93 47,59 48,26 48,95 49,64 50,34 51,00</p>						
<p>Endomorfitismo % 1 1% 2 2% 3 3% 4 4% 5 5% 6 6% 7 7% 8 8% 9 9%</p>						
<p>ENDOMORFISMO MESOMORFISMO ECTOMORFISMO</p>						
<p>4 5% 5 1/2</p>						
<p>1</p>						
<p>Evaluador</p>						

Tabla 1

### **Para Calcular el Endomorfismo**

1. Ingresar los datos de los cuatro pliegues (en mm) que se indican en la planilla (tríceps, subscapular, supra espinal y pantorrilla).
2. Sumar los tres primeros datos y registrarlo en la planilla.
3. Corregir la sumatoria de los tres pliegues por la altura, multiplicando el valor obtenido por 170,18 y dividiendo por la altura del sujeto en cms.
4. Marcar el valor más cercano en el recuadro "*Sumatoria de 3 pliegues*" en la parte superior de la planilla de valores.
5. Marcar en la escala de endomorfismo el número, que se corresponda verticalmente con el valor marcado anteriormente.

### **Para Calcular el Mesomorfismo**

1. Ingresar los datos de la estatura y los diámetros del húmero y fémur. El perímetro del bíceps que debemos ingresar es el perímetro del brazo, flexionado (en tensión máxima) al cual debemos restarle el pliegue del tríceps (*atención*: en cms debemos dividirlo por 10). Para la pantorrilla hacemos lo mismo, al perímetro de la pantorrilla le sustraemos el pliegue en cms (dividimos por 10).
2. En la escala de la altura, a la derecha de los valores que registramos, marcar el valor de la estatura más cercana a la del sujeto.
3. Para cada diámetro óseo y perímetro muscular corregido, marcar el valor más cercano al valor medido. (En caso de que la medición se encuentre en un punto equidistante entre los valores que figuran en la planilla, se registrará el valor más bajo de los dos).
4. Para los pasos que siguen se deberán tener en cuenta las columnas y no los valores numéricos. Encontrar la desviación promedio de los valores marcados con un círculo, para los perímetros y los diámetros a partir del valor marcado en la columna de la estatura, como se indica a continuación:
  - Las desviaciones de las columnas hacia la derecha de la columna de la estatura son desviaciones positivas. Las desviaciones hacia la izquierda

son negativas. (Los valores que se encuentran bajo la columna de la estatura tienen desviación 0 y se ignoran).

- Calcular la suma algebraica de las desviaciones (D).
  - Aplicar la fórmula:  $(D/8) + 4,0$ .
  - Marcar el valor más cercano, redondeando a un medio (1/2).
- 5. En la escala del Mesomorfismo marcar el valor más cercano obtenido por la fórmula anterior. En caso de que de un valor justo en el medio de dos valores de la planilla, tomar el más cercano a 4 en la escala.

### **Para Calcular el Ectomorfismo**

1. Ingresar el Peso en Kg.
2. Obtener el Cociente Peso-Altura (CAP), dividiendo la estatura por la raíz cúbica del peso.
3. Marcar el valor más cercano en la escala de valores de la derecha.
4. En la escala del Ectomorfismo, marcar el valor que se corresponda verticalmente con el valor marcado arriba.

### **Fórmulas para calcular el somatotipo**

El segundo método utilizado para el cálculo del somatotipo es el uso de las fórmulas propuestas por Carter, que describiremos seguidamente:

#### **Primer componente**

**Endomorfia:** se refiere a la cantidad relativa de grasa, existiendo un predominio de la obesidad.

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

Donde;

X= Sumatorio de los pliegues cutáneos de tríceps, subscapular y supra ilíaco, expresado en mm.

Actualmente Carter sugiere corregir esta medida a través de la proporcionalidad para poder comparar más libremente individuos de estaturas distintas. Esto se hace a través de la siguiente ecuación:

$$Ec = E \cdot (170.18/h).$$

Ec= Ectodermo corregido.

E= Endomorfo hallado en la fórmula.

H= Estatura del individuo estudiado.

### Segundo componente

**Mesomórficos:** se refiere al desarrollo relativo músculo-esquelético.

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

Donde:

U: diámetro biepicondileo de humero (cm).

F: diámetro biepicondileo de fémur (cm).

B: perímetro corregido del brazo (cm).

P: perímetro corregido de la pierna (cm).

H: estatura del individuo (mm).

Las correcciones son propuestas para excluir el tejido adiposo de la masa muscular.

Son realizadas restando al valor en cms de los correspondientes pliegues cutáneos.

$$\begin{aligned} PCB &= PB - (DT/10) \\ PCP &= PP - (DP/10) \end{aligned}$$

Donde:

PCB= perímetro corregido de brazo (cm).

PB= perímetro medido del brazo (cm).

DT= pliegue cutáneo del tríceps (cm).

PCP= perímetro corregido de la pierna (cm).

PP= perímetro medido en la pierna (cm).

DP= pliegue cutáneo de la pierna (cm).

### **Tercer componente**

**Ectomórficos:** se refiere a la relativa linealidad, al predominio de medidas longitudinales sobre las transversales.

Existen dos alternativas posibles para su cálculo y el índice ponderal (IP) indica la ecuación a ser utilizada.

$$IP = \text{Estatura} / \sqrt[3]{\text{peso}}$$

Donde:

Si IP es  $> 40.75$ . Entonces Ectomorfía  $(IP * 0.732) - 28.58$ .

Si IP es  $< 40.75$  y  $> 38.28$ . Entonces Ectomorfía  $(IP * 0.463) - 17.63$

Si IP es  $\leq 38.28$ . Entonces Ectomorfía = Se asigna el valor mínimo que será de 0.1

Todos los valores hallados en estas fórmulas se expresan usando el sistema métrico decimal La ecuación del endomorfismo es una ecuación de tercer grado, mientras que para el mesomorfo y ectomorfo son ecuaciones lineales.

Si algún valor es negativo o cero automáticamente se convierte en 0,1; ya que por definición en estos cálculos no puede haber valores negativos ni iguales a cero.

En el método fotométrico el menor valor es 0.5. Los valores inferiores a 1.0 son muy poco frecuentes y cuando observamos valores tan bajos suele ser normalmente en el componente ectomorfo y mesomorfo. Raramente encontramos valores tan bajos para el ectomorfo.

## Valoración de los resultados

### Escala de Calificación del Endomorfismo y sus Características (masa grasa)

<u>Calificación del endomorfismo y sus características</u>	
De 1 a 2,5	Baja adiposidad relativa, poca grasa subcutánea y los contornos musculares y óseos son visibles.
De 3 a 5	Moderada adiposidad relativa, la grasa subcutánea cubre los contornos musculares y óseos, se percibe una apariencia más blanda.
De 5,5 a 7	Alta adiposidad relativa, la grasa subcutánea es abundante, se nota redondez en tronco y extremidades, hay mayor acumulación de grasa en el abdomen.
De 7,5 a 8,5	Extremadamente alta adiposidad relativa, se nota excesivamente acumulación de grasa subcutánea y grandes cantidades de grasa abdominal en el tronco, hay concentración de grasa proximal en extremidades.

### Escala de Calificación del Mesomorfismo y sus Características (robustez o prevalencia músculo - esquelética relativa a la altura)

<u>Calificación del mesomorfismo y sus características</u>	
De 1 a 2,5	Bajo desarrollo músculo esquelético relativo, diámetros óseos y musculares estrechos, pequeñas articulaciones en las extremidades.
De 3 a 5	Moderado desarrollo músculo esquelético relativo, mayor volumen muscular, huesos y articulaciones de mayores dimensiones.
De 5,5 a 7	Alto desarrollo músculo esquelético relativo, diámetros óseos grandes, músculos de gran volumen, articulaciones grandes.
De 7,5 a 8,5	Desarrollo músculo esquelético relativo extremadamente alto, músculos muy voluminosos, esqueleto y articulaciones muy grandes.

## Escala de Calificación del Ectomorfismo y sus Características (linealidad relativa)

Calificación del ectomorfismo y sus características	
De 1 a 2,5	Linealidad relativa gran volumen por unidad de altura, son aquellos individuos que se notan redondos como una pelota, con extremidades relativamente voluminosas.
De 3 a 5	Linealidad relativa moderada, menos volumen por unidad de altura, más estirado.
De 5,5 a 7	Linealidad relativa moderada, poco volumen por unidad de altura.
De 7,5 a 8,5	Linealidad relativa extremadamente alta, muy estirado, son aquellos individuos delgados como un lápiz, volumen mínimo por unidad de altura.

### Validación de resultados

Una vez que hemos calculado estos valores deberíamos valorar los errores, que asumimos en sus medidas y cálculos.

Si usamos las tablas de datos, uno de los grandes problemas es la imprecisión de nuestros resultados, ya que afinamos el dato en función de los resultados más próximos en la tabla. Esto le confiere graves carencias en cuanto a precisión. Haciendo sumamente recomendable el uso de las fórmulas.

Además teniendo en cuenta el gran avance informático de las últimas décadas. Actualmente resulta más cómodo la introducción de los datos en un soporte informático y que éste realice todos los cálculos.

Por tanto creemos que el uso de la hoja de datos está desfasado y sólo se debe de utilizar para sacar conclusiones preliminares en los test de campo.

Para posteriormente al llegar al centro de trabajo, aplicar las correcciones pertinentes tras el procesamiento informático de los resultados.

Otro problema es que en ocasiones los cálculos nos dan somatotipo biológicamente imposibles. Por ejemplo 2-2-2 ó 7-8-7.

Tenemos que tener en cuenta que somatotipo altos en endomorfia y mesomorfia no pueden ser altos en ectomorfia.

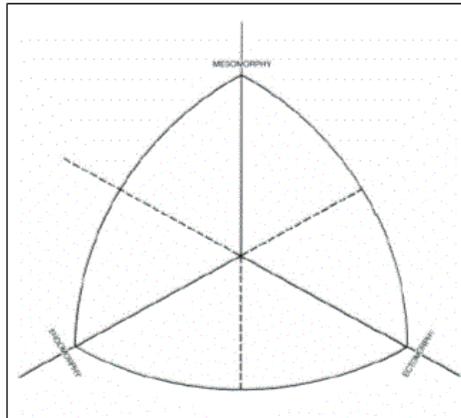
E inversamente somatotipo altos en ectomorfia no pueden ser altos en endomorfia y/o mesomorfia.

Si encontramos valores altos en endomorfia y mesomorfia, la ectomorfia debe ser elevada.

Si nos encontramos ante valores que no resultan biológicamente posibles. Deberíamos repasar nuestras medidas y cálculos ya que posiblemente hayamos cometido errores de medición.

### **Somatocarta**

Determinados los valores de cada componente y procedemos a colocar el punto correspondiente en el Somatotipograma, que está formado por un triángulo de lados redondeados diseñado por Reauleaux e introducido por Sheldon.



Este gráfico está dividido por tres ejes, que se interceptan en el centro formando ángulos de 120°.

Cada uno de los ejes representa un componente, estando el endomorfo a la derecha.

Cada somatotipo se localiza en tan sólo un punto del gráfico, siendo puntos extremos:

1. El vértice del Endo (7-1-1).
2. El vértice del Meso (1-7-1).
3. El vértice del Ecto (1-1-7).

En el lado exterior del triángulo se trazan dos coordenadas "x" e "y".

La abcisa y la ordenada poseen escalas diferentes con respecto a la amplitud de cada unidad, siendo  $Y=X\sqrt{3}$  por cada unidad en la escala.

Carter propone que el punto central represente el cero en ambas coordenadas.

Los valores de la coordenada "Y" van de +16 a -10 y los de la coordenada "X" desde +9 a -9, determinándose la escala de "X" por los -6 en el vértice ENDO y +6 en el vértice ECTO. En cuanto a la escala de "Y" es determinada por el punto +12 en el vértice MESO y -6 en el vértice ENDO.

La colocación de un somatotipo en este gráfico es realizada a través de las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} X &= III - I \\ Y &= 2 \times II - (III + I) \end{aligned}$$

Donde:

I= Componente ENDO.

II= Componente MESO.

III= Componente ECTO.

Por ejemplo: vamos a calcular las coordenadas o somatopuntos X e Y del siguiente somatotipo: 2.4-5.2-4.5

Sustituyendo los valores de las ecuaciones anteriores obtendremos:

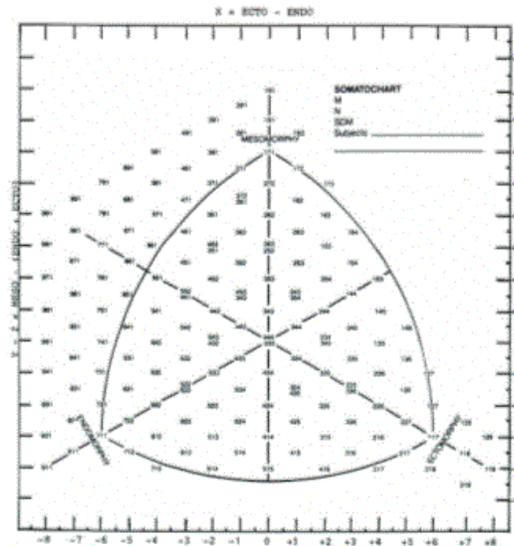
$$\begin{aligned} X &= 4.5 - 2.4 = 2.1 \\ Y &= 2 * 5.2 - (4.5 + 2.4) = 10.4 - 6.9 = 3.5 \end{aligned}$$

Este somatotipo tiene unas coordenadas o somatopuntos de  $X=2.1$  e  $Y=3.5$ ; y de esta manera colocaríamos su representación en la somatocarta.

Casualmente, dos somatotipo distintos, como 4-4-4 y 3-3-3, se localizan en un mismo punto del somatograma.

Ésta es la razón por la cual algunos autores como Duquet sugirieron modelos espaciales en el que cada eje "x", "y" y "z" correspondiera un componente.

Aunque esta representación cayó en desuso y no es muy utilizada actualmente.



### **El somatotipo tridimensional**

Debido a que el análisis global del somatotipo se realiza al analizar globalmente las tres variables, debemos realizar tanto los análisis tradicionales como análisis estadísticos de los resultados.

Por tanto debemos de realizar primero un análisis global de los tres valores en conjunto, para posteriormente pasar a un análisis particular de cada uno de los componentes de nuestro somatotipo.

Vamos a comenzar este estudio definiendo un somatopunto, como la distancia tridimensional entre dos somatotipos.

### **Fórmulas de comparación**

Una vez calculado el valor de los tres componentes, surge la necesidad de analizarlo. Para ello, existen procedimientos estadísticos que utilizaremos pudiendo comparar un deportista con otro, un deportista con una población, poblaciones entre sí y un mismo deportista en periodos diferentes de la temporada o de su vida deportiva y de esta forma podremos dar una aplicación práctica de los estudios antropométricos.

Se hará un análisis de los valores medios de una población, el somatotipo medio (SM), de la distancia de dispersión del somatotipo (SDD), del índice de dispersión del somatotipo (SDI) y el Índice I.

### **Somatotipo medio (SM)**

Se obtiene a través de la fórmula que calcula la media de los tres componentes, considerados de forma individual.

$$SM = EnM + MeM + EcM.$$

Donde:

SM: Somatotipo medio.

EnM: Endomorfia media.

MeM: Mesomofia media.

EcM: Ecomorfia media.

La media para cada componente se halla con el sumatorio de los componentes respectivos, divididos por el número total de sujetos.

$$Sm = \sum^n ENDO/n \quad (i=1) \quad Sm = \sum^n MESO/n \quad (i=1) \quad Sm = \sum^n ECTO/n \quad (i=1)$$

n= número de individuos que componen el grupo estudiado.

### **Distancia de dispersión del somatotipo (SDD)**

Es un análisis de tipo bidimensional, se determina la distancia entre dos somatotipos dentro (o fuera) del somatograma. Básicamente, sus ecuaciones proceden del cálculo de

la distancia entre dos puntos, siendo modificada solamente en lo que caracteriza la relación entre las unidades "x" e "y", que es la  $\sqrt{3}$ . Así tenemos:

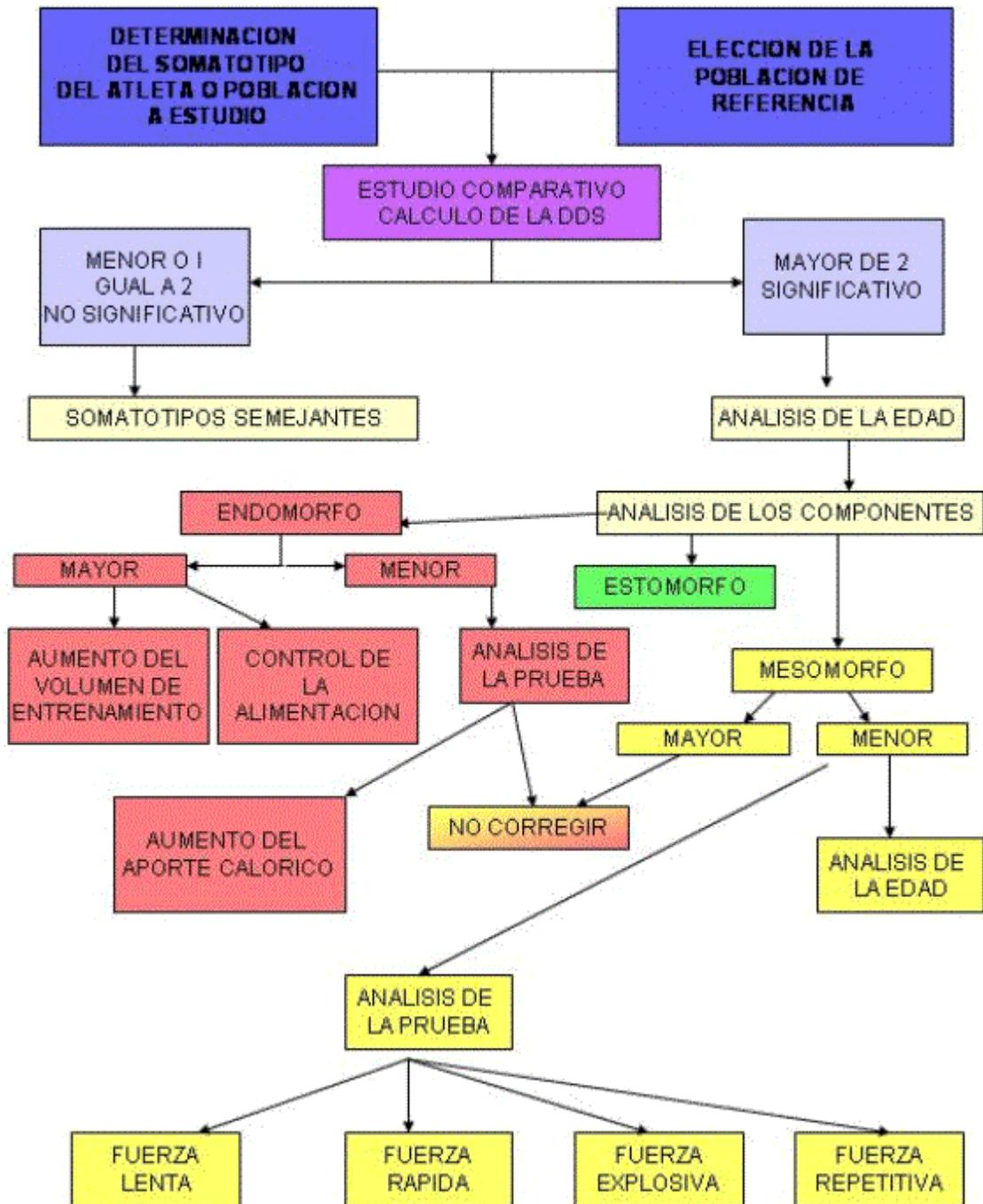
$$SDD = \sqrt{3(x_1-x_2)^2 + (y_1-y_2)^2}$$

Donde

$\sqrt{3}$  = Constante que transforma unidades x en unidades y.  
 $X_1$  e  $Y_1$  = Coordenadas del somatotipo estudiado.  
 $X_2$  e  $Y_2$  = Coordenada del somatotipo de referencia.

Como se puede ver, permite verificar la distancia de un somatotipo patrón. Hebbelink estableció que esta distancia es estadísticamente significativa ( $p > 0.05$ ) cuando el SDD es igual o mayor que 2.00.

En el cuadro 1 viene expuesta la estrategia diseñada por De Rose y Guimaraes para orientar el entrenamiento en función del análisis individual de cada componente y de la distancia de dispersión del somatotipo (SDD) encontrada.



Cuadro 1. Estrategia diseñada por De Rose y Guimaraes para orientar el entrenamiento en función del análisis individual de cada componente

### **Distancia morfogénica del somatotipo (SAD)**

Este estudio es el referido en la bibliografía con "somatotype attitudinal distance" (SAD), pero su traducción lineal no indica correctamente el análisis realizado.

Por este motivo, propondremos el término Distancia Morfogénica del Somatotipo, que tiene mayor sentido biológico en nuestra lengua y refleja más claramente el análisis que realiza.

Es un análisis de tipo tridimensional, puesto que se realiza con valores de los tres componentes.

$$SAD = \sqrt{3(I_A - I_B)^2 + (II_A - II_B)^2 + (III_A - III_B)^2}$$

Donde: I, II y III representa la endomorfia, mesomorfia y ectomorfia. Los subíndices A corresponderán al somatotipo estudiado y los B al somatotipo de referencia.

A mayores valores del SAD, mayor será la diferencia entre los somatotipos.

### **Índice de dispersión del somatotipo (SDI)**

Mide la dispersión de varios somatotipos con respecto a un somatotipo medio, es decir, es la media de las distancias de dispersión (SDD) de los somatotipos estudiados en relación a un somatotipo medio. Por tanto valora la homogeneidad de los grupos estudiados.

$$SDI = \sum^n SDD / n \quad (i=1)$$

Donde:

$$\sum^n SDD \quad (i=1) = \sum \text{de las SDD del grupo.}$$

En general puede decirse que para comparar un individuo con otro, un individuo con una media de referencia y un mismo individuo en diferentes ocasiones, se utiliza el SDD.

Y cuando se quiere comparar un grupo con una población se utiliza el SDI.

Cuanto menor es el valor del SDI, menores diferencias existen entre los individuos del grupo estudiado y el grupo es más homogéneo. Si el resultado del SDI es  $\geq 2$ , se considera que existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

### **Distancia de dispersión de los somatotipo medios**

Para calcular el SDD del SM se aplica la misma fórmula que en el SDD, pero con los valores de los somatotipos medios.

$$\text{SDD} = \sqrt{3(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

Donde

$\sqrt{3}$  = Constante que transforma unidades x en unidades y.

$X_1$  e  $Y_1$  = Coordenadas del somatotipo medio del grupo estudiado.

$X_2$  e  $Y_2$  = Coordenada del somatotipo medio de la población de referencia.

Si SDD del SM es  $\geq 2$ , la distancia es estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ), según estableció Hebbelinck.

### **Dispersión morfogénica media del somatotipo (SAM)**

La traducción literal del término "attitudinal", no corresponde con lo que quiere reflejar este análisis, por lo que proponemos el término Dispersión Morfogénica Media del Somatotipo, que tiene mayor sentido biológico en nuestra lengua y refleja más claramente el análisis que realiza.

Este análisis correspondería al descrito en la literatura como Somatotipo Attitudina Medio.

$$SAM = \sum SAD/n$$

A mayores valores, orientan a una menor homogeneidad del grupo.

### **Índice I**

Permite realizar el estudio y el grado de superposición de dos poblaciones en la somatocarta. Se representa cada grupo o población con una circunferencia, cuyo centro es un somatotipo medio (SM) y el radio es el índice de dispersión del somatotipo (SDI) de la población.

Por tanto este valor mide la semejanza entre dos grupos estudiados, su valor va desde el 0% en grupos completamente distintos, al 100% en grupos idénticos.

El valor se da en porcentaje del área común de las dos poblaciones (%). Es decir, cuantifica la superposición de los círculos, cuyos centros son los somatotipos medios de los grupos,

Determina el más común de los dos círculos en relación al área total.

En los estudios de Carter se observa que en el deporte de élite existe un determinado patrón de somatotipo para cada modalidad deportiva y que este patrón es más restringido a medida que aumenta el nivel de élite mundial.

### **Clasificación de los somatotipos**

A partir de los valores de cada uno de los componentes del somatotipo del deportista, podremos clasificar su somatotipo. Antes de hacer la clasificación de los somatotipos y con el fin de comprenderla mejor, hemos de recordar:

El primer componente es el endomorfo o componente con predominio de la grasa.

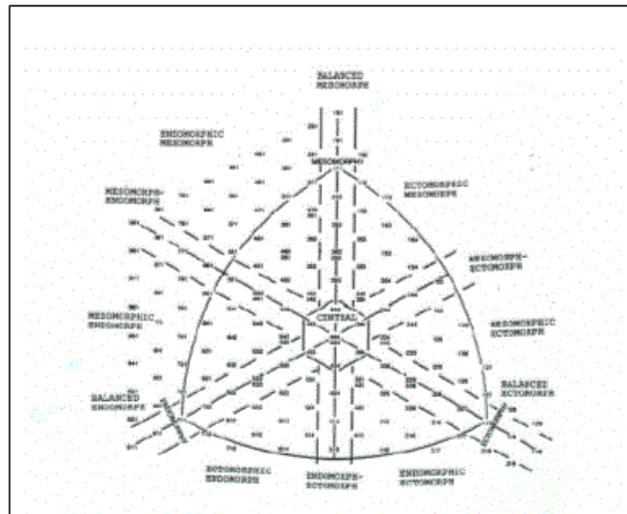
El segundo componente es el mesomorfo o componente donde existe un predominio músculo-esquelético.

El tercer componente es el ectomorfo o componente donde existe un predominio de la linealidad.

Existen trece posibles combinaciones para clasificar los somatotipos, según los valores de los componentes endomorfo, mesomorfo y ectomorfo y basados en las áreas de la somatocarta. Carter, según estas combinaciones, se establecen las siguientes categorías de somatotipos, que describimos a continuación:

1. **ENDOMORFO BALANCEADO**: La endomorfía es dominante y la mesomorfía y ectomorfía son iguales o no se diferencian más de media unidad (ejemplo: 5-2-2).
2. **MESO-ENDOMORFO**: La endomorfía es dominante y la mesomorfía es mayor que la ectomorfía (ejemplo: 5-4-2).
3. **MESOMORFO ENDOMORFO**: La endomorfía y mesomorfía son iguales o no se diferencian más de media unidad y la ectomorfía es menor (ejemplo: 4,7-5-2).
4. **ENDO-MESOMORFO**: La mesomorfía es dominante y la endomorfía es mayor que la ectomorfía. Éste es el somatotipo de los luchadores grecorromanos.
5. **MESOMORFO BALANCEADO**: La mesomorfía es dominante y la endomorfía y ectomorfía son menores, iguales o se diferencian menos de media unidad. Éste es por ejemplo el somatotipo de los atletas de lucha libre.
6. **ECTO-MESOMORFO**: La mesomorfía es dominante y la ectomorfía es mayor que la endomorfía (ejemplo: 1,4-6-3,5).
7. **MESOMORFO ECTOMORFO**: La mesomorfía y ectomorfía son iguales o no se diferencian más de media unidad y la endomorfía es menor (ejemplo: 2-4,3-4).
8. **MESO-ECTOMORFO**: La ectomorfía es dominante y la mesomorfía es mayor que la endomorfía (ejemplo: 1,2-3,1-4,3).

9. **ECTOMORFO BALANCEADO**: La ectomorfía es dominante y la endomorfía es mayor que la mesomorfía (ejemplo: 3-1,6-5,7).
10. **ENDO-ECTOMORFO**: La endomorfía y ectomorfía son iguales o no se diferencian más de media unidad y la mesomorfía es menor (ejemplo: 4,1-2,3-4).
11. **ENDOMORFO-ECTOMORFO**: La endomorfía y ectomorfía son iguales o no se diferencian más de media unidad y la mesomorfía es menos (ejemplo: 4,1-2,3-4).
12. **ECTO-ENDOMORFO**: La endomorfía es dominante y la ectomorfía es mayor que la mesomorfía (ejemplo: 5,1-2-3,5).
13. **CENTRAL**: No hay diferencia entre los tres componentes y ninguno se diferencia más de una unidad de los otros dos, presentando valores entre 2,3 o 4 (ejemplo: 3-3-3).



### Aplicaciones del somatotipo

Las aplicaciones y utilidades del cálculo del somatotipo son importantes en la valoración del deportista, aportando también información muy valiosa cuando el somatotipo se aplica al estudio del crecimiento, de la maduración, de la composición corporal, de la salud o de las étnias.

Ahora bien, el análisis que se genera a partir del estudio del somatotipo no producirá un resultado completo de la composición corporal del atleta.

De ahí, la gran importancia de realizar un estudio integral de la constitución corporal y de la influencia que ésta recibe de algunos factores (tanto endógenos como exógenos). Katzmarzyk estudia el somatotipo de 103 familias y no logra encontrar una correlación entre el genotipo y el somatotipo; concluyendo que el somatotipo humano está condicionado no solamente por la esfera genética sino también por los factores exógenos que interaccionan con ella.

Rebato realiza un estudio similar con 634 familias españolas. Demostrando en las relaciones familiares, si nos fijamos en el sexo de sus componentes, sí que se encuentran diferencias significativas en cuanto al componente mesomórfico, pero no con respecto al resto de los componentes del somatotipo.

### **Somatotipo y la esfera psíquica.**

Debemos de partir del hecho que tanto Kretschmer con Sheldon eran psiquiatras y que su interés por estudiar el somatotipo partía de su creencia en que la conformación física tenía una clara relación con la esfera psíquica.

Muchas veces creemos que estas teorías se quedarán ancladas a finales de siglo, pero si hacemos un repaso de la bibliografía actual encontramos como hay autores como Coth que en Diciembre del 2003 sigue relacionando los cuadros maniaco-depresivos con somatotipos meso-endomórficos. Y Sivkov en 1999 estudió una población de esquizofrénicos, demostrando que en ellos la población predominante es la endomorfo-mesomorfo.

## **Somatotipo y deporte**

El somatotipo podemos aplicarlo en el deporte, obteniendo una información muy valiosa para la mejora del rendimiento físico.

Algunos autores como Tora y Almagia, consideran que el somatotipo y la composición corporal son parámetros básicos en la valoración deportiva de un atleta.

Esta afirmación se deriva del conocimiento adquirido sobre la valoración de estos parámetros y su modificación nos permite mejorar el rendimiento de nuestros deportistas.

Aplicando los procesos estadísticos referidos en los apartados anteriores de este capítulo, podemos estudiar:

El somatotipo de un deportista comparándolo con el ideal o el somatotipo de referencia para su modalidad deportiva.

1. Para los deportistas que desean alcanzar un nivel elevado en una especialidad deportiva determinada, se dispone de la descripción morfológica de deportistas de élite para el deporte que practica, esto sirve como modelo sobre el que valorar la similitud o idoneidad morfológica para ese deporte, aceptando que un deportista presenta mayor rendimiento cuanto más semejante es su configuración física a la del modelo de su deporte.

Si existen diferencias significativas entre los somatotipos comparándolos y aplicando la estrategia de De Rose y Guimaraes que hemos expuesto en el Cuadro 1, conoceremos las modificaciones necesarias que deben realizarse para adecuar el somatotipo estudiado al de referencia.

Carter observó que en el deporte de élite, existe un determinado somatotipo patrón para cada modalidad deportiva y que este patrón es más restringido a medida que aumenta el nivel de la élite mundial.

Esta tendencia se ha demostrado en multitud de estudios a lo largo de la literatura médica, incluso en deportes con un componente dinámico bajo, como el el golf. Kawashima ha demostrado que conforme aumenta el nivel de los participantes, aumenta su componente mesomórfico.

También se puede usar este somatotipo para valorar la composición corporal de un determinado deporte, como por ejemplo: Raschka nos informó que las practicantes de aeróbic en Estados Unidos, tienen un somatotipo predominantemente ectomesomórfico.

## 2. Estudio del somatotipo de un deportista y comparación con una población determinada.

Esto nos ayudará a conocer las diferencias morfológicas que existen y podremos analizar si son debidas a la práctica de un deporte determinado o estas diferencias se deben a otros factores.

También nos permite comparar la evolución de un deporte a lo largo del tiempo, así Olds nos compara la evolución de los jugadores de rugby en 10 años y observa cómo éstos son menos endomórficos y ectomórficos y más mesomórficos.

Al comparar el somatotipo con su ideal nos permitirá afinar la detección de talentos de un deporte en función de las características de su somatotipo. Por ejemplo: Reilly nos explica cómo se utiliza el somatotipo para seleccionar talentos en el fútbol.

## 3. Comparación del somatotipo de poblaciones diferentes.

Podremos conocer si existen diferencias morfológicas y si éstas aparecen, analizar si se deben al gesto deportivo específico de cada deporte, al tipo de entrenamiento, a las características ambientales, nutricionales, o étnicas de cada población.

#### 4. Comparación del somatotipo del mismo deportista en diferentes momentos.

Al realizar el estudio del somatotipo de un deportista, nos informará de su constitución física en ese momento y con estudios posteriores podremos controlar las modificaciones que se producen, bien sean debidas al entrenamiento deportivo, bien a cambios en el tipo de alimentación, bien por encontrarse en una etapa de crecimiento o por cualquier otro motivo, que podrá ser analizado.

Los datos obtenidos en estudios realizados a deportistas por diferentes autores, nos permiten hacer determinadas observaciones sobre las características del somatotipo en relación con el deporte.

Los deportistas masculinos y femeninos son más mesomórficos y menos endomórficos que los sedentarios de la misma edad. Gualdi nos demuestra con jugadores de voleibol que cuanto mayor es el nivel del deporte practicado, menores son las variaciones del somatotipo y su distribución.

Además estudios como el de Casajus nos demuestran como un futbolista profesional no tiene cambios significativos entre pretemporada y mitad de temporada en su somatotipo.

Los estudios de diferentes autores, coinciden en afirmar la presencia de somato tipos semejantes en cada deporte.

En cuanto a los deportes hay modalidades donde los somato tipos son más homogéneos y otros donde son diferentes en función de su posición en el campo. Así, Jelices observa como los jugadores júnior de baloncesto tienen diferente somato tipo en función de su

posición en el campo. En los pivots predomina el componente ectomórficos, en los bases predomina el componente meso mórfico y en los aleros se sitúan entre ambos extremos.

Gualdi, también demuestra estos parámetros en jugadores de voleibol de primer nivel, así según Gualdi los colocadores son más meso mórficos y las rematadores más ectomórficos. Conclusiones similares encontramos en estudios realizados en rugby, con diferente somato tipo en función de las líneas de juego.

Estos estudios hacen que nos planteemos al realizar comparativas de deportes de equipo, que estas comparaciones se deben realizar entre posiciones dentro del deporte y no entre deportes. Ya que al realizar las medias estamos desperdiciando la variabilidad entre las distintos somato tipos.

Esta variabilidad es además la característica definitoria de su posición (por ejemplo en el pivots), por tanto el suprimir esta variabilidad con una media estadística del deporte, no sería una correcta valoración del deportista.

El componente mesomórficos se relaciona con un mayor rendimiento deportivo y el componente endomórficos presenta una correlación negativa.

En los niños el componente mesomórficos se relaciona positivamente con los test motores, el deporte competitivo y la capacidad de organizar su actividad física voluntariamente, a diferencia de los Endomorfos que estas características las tienen empobrecidas.

En un estudio realizado por Sanchos, se recogen resultados que concuerdan con otros autores, encontrando una ectomorfia mayor en deportes con elevados volúmenes de entrenamiento aeróbico.

También encuentra una mayor mesomorfia en deportes de contacto y combate. Así mismo, el somatotipo es más homogéneo en deportes individuales que en los deportes de

equipo, con la excepción del ciclismo y el tenis. Parece existir una tendencia al aumento de la mesomorfía, posiblemente debido a un aumento en la intensidad de los entrenamientos.

Con estos conocimientos técnicos de las ciencias del deporte, médicos, entrenadores, licenciados en Educación Física, pueden controlar periódicamente las variaciones morfológicas y conocer el efecto del crecimiento, del desarrollo, de los cambios dietéticos o del entrenamiento físico.

También ayudaría en la orientación de deportistas hacia determinadas especialidades deportivas de acuerdo con sus características morfológicas.

### **Somatotipo relacionado con el crecimiento y el desarrollo**

Podemos aplicar el somatotipo para conocer los cambios que ocurren durante el crecimiento y controlar si el efecto del entrenamiento intensivo en niños es el normal y el deseable para un adecuado desarrollo del joven.

Algunos autores como Silva han relacionado la evolución del somatotipo y la composición corporal con una adecuada alimentación y un desarrollo cerebral adecuado.

Para analizar estas modificaciones existen estudios transversales y longitudinales realizados por diferentes autores pudiendo extraer algunas conclusiones:

Los mayores cambios del somatotipo se dan entre los 6 y los 12 años, existiendo una tendencia a estabilizarse el somatotipo con la edad.

Durante la infancia y la adolescencia algunos chicos quedan claramente estabilizados en su somatotipo, pero sin embargo la mayoría de ellos varían considerablemente hasta la edad adulta.

En esta edad adulta muchos de los cambios del somatotipo tienen relación con las influencias medio-ambientales.

En estudios como los realizados por Silva y colaboradores, los niños tienden alcanzar una menor endomorfia y mayor ectomorfia que las niñas. El componente mesomorfo tiende a disminuir en las niñas y en los niños se mantiene y con valores superiores al de la niñas.

Los niños presentan respecto a los adultos mayor ectomorfia y menos mesomorfia.

Los adolescentes alcanzan un modelo más endomesomórfico en la temprana madurez, mientras que las jóvenes tienen una mayor tendencia a la endomorfia en la adolescencia, apareciendo esta tendencia en el hombre al aproximarse a la edad adulta, aunque tanto hombres como mujeres tienden a una mayor endomorfia con la edad.

Existen opiniones contrarias de diferentes autores sobre las características antropométricas requeridas para los diferentes deportes; para unos estas características comienzan a definirse desde los primeros años de actividad física específica. Sin embargo, otros autores señalan la gran variabilidad del somatotipo del niño hasta llegar a la edad adulta.

Se pueden extraer de los estudios realizados, las diferencias debidas a sexo, observando que tanto en la población deportiva como en la sedentaria aparece un dimorfismo sexual, existiendo una tendencia en el hombre así la mesomorfia y en la mujer hacia la endomorfia.

Algunos autores como Peeters, defienden que quizás se deberían de modificar las actuales fórmulas de cálculo antropométrico, ponderando de manera más clara la edad y el sexo. Estos cambios permitirían comparar más fielmente los valores independientemente de la edad y el sexo del deportista.

Un estudio muy interesante es el realizado por Danis. En él se estudia la evolución del somatotipo de 9 parejas de gemelos, de entre 11 y 14 años y somete a uno de ellos a un programa de entrenamiento y al otro le deja evolucionar sin un tratamiento específico. Con su evolución observa como el entrenado disminuye el componente mesomórfico y el endomórfico y aumenta el ectomórfico.

Este estudio nos demostraría que se puede modificar el somatotipo de nuestros atletas. Y que por tanto en contra de las teorías de Sheldon, este somatotipo no sería determinado por la carga genética, sino que puede ser modificado por el entrenamiento.

### **Somatotipo y maduración**

Existen muchas investigaciones que han tratado de responder a la relación entre el somatotipo y la aceleración de la maduración. Algunos estudios encuentran que el somatotipo endomorfo es un madurador precoz.

Esta observación no es aceptada por todos los autores, pero en lo que coinciden la mayoría de los investigadores, es que los ectomorfo y más aún los ectomesomorfos son individuos que presentan una maduración física más tardía.

Zuk encuentra diferentes patrones entre chicos y chicas de 12 a 17 años, madurando primero los chicos más mesomorfos y las chicas más endomorfas y menos ectomorfas.

Kormienko nos demuestra como los principales cambios del somatotipo se producen entre los 9 y 10 años. Siendo sobre todo los cambios en el componente músculo-esquelético.

El segundo gran punto del crecimiento ocurre entre los 15 y los 17 años. Pero en este punto el crecimiento es más a expensas del componente ectomórfico. Monyeki nos dice que en los niños inferiores a esta edad el somatotipo predominante es el mesomorfo-ectomorfo.

## **Somatotipo y composición corporal**

El somatotipo es un método para valorar la morfología del cuerpo y también la composición corporal, con la que se valoran la cantidad de tejidos y fluidos corporales.

Tanto el cálculo del somatotipo como la composición corporal se complementan y tanto uno como el otro se utilizarán según el propósito del investigador.

Mediante el somatotipo se puede distinguir fácilmente la forma corporal, sin embargo esto no es posible observarlo con composiciones corporales parecidas.

Un buen ejemplo sería los somatotipos 4-5-1 y 1-5-4; ambos con la misma mesomorfía, pero el primero de ellos un 20% de grasa y un 80% de peso libre de grasa y el segundo con un 5% y 95% respectivamente.

Muchos estudios muestran una alta relación de la endomorfía con el porcentaje de grasa y una baja o moderada relación del peso libre de grasa con la mesomorfía (Alvero et al, Dupertuis, Carte y Phillips, Slaughter y Lohman Wilmore).

Es importante recordar para no caer en el error, que los componentes del somatotipo no son independientes y una interpretación aislada de alguno de los componentes destruiría el concepto de somatotipo, llevándonos a interpretaciones equivocadas.

El somatotipo y la composición corporal no son conceptos intercambiables a pesar de sus relaciones.

El concepto del somatotipo también es aplicable para conocer y controlar otras áreas, explicaremos las más importantes:

1. **La Salud.** Los efectos agudos o crónicos de regímenes dietéticos, ayudas ergogénicas y determinadas patologías, pueden ser orientadas desde los estudios antropométricos.

Por ejemplo: Koleva determina que el somatotipo de los enfermos crónicos es predominantemente mesomórficos con un marcado componente endomórficos.

Otros autores como Williams han determinado como el somatotipo se relaciona con las patologías coronarias.

Concretamente el componente endomórficos del somatotipo se relaciona con una mayor posibilidad de coronariopatía.

2. **Etnias.** Los estudios antropométricos muestran las diferencias morfológicas que existen entre las diferentes raza humanas. (Wang et al 1994, Swan & Mc Connell 1999).

3. **Biomecánica.** En esta área podemos conocer la relación existente entre el gesto deportivo de un deporte determinado y las características morfológicas del deportista.

4. **Educación Física.** El conocimiento de las características morfológicas del alumno, ayudará al profesor de Educación Física.

Conocer las limitaciones de ciertos físicos comparados con otros, permite establecer el punto de partida para la progresión de la instrucción física, así como las expectativas posibles de alcanzar y también podrá orientar al alumno sobre el deporte más apropiado, basándose en los datos objetivos que aportan los estudios antropométricos.

En la siguiente tabla exponemos los valores de referencia de dos deportes, según los valores de los componentes de endomorfia, mesomorfia y ectomorfia.

### **Fórmulas para la predicción de la composición corporal**

La fórmula para valorar el tejido muscular derivada de la disección de cadáveres de Bruselas, es la diseñada por el Dr. Martin<sup>1</sup> (1964).

Estas fórmulas son las únicas ecuaciones validadas con un método directo de estudio de cadáveres, el de Bélgica y además sus resultados coinciden con otras determinaciones procedentes de disecciones anatómicas.

$$\begin{aligned} \text{MM (mujeres)} & 32.71 \text{ Ga}^2 + 4.155 \text{ Gd}^2 + 4.090 \text{ Gc}^2 - 2149 \\ & (r 0.966; \text{SE} = 1427 \text{ g}) \\ \text{MM (varones)} & 39.31 \text{ Ga}^2 + 9.669 \text{ Gd}^2 + 10.48 \text{ Gc}^2 - 7993 \\ & (r 1; \text{SE} = 408 \text{ g}) \end{aligned}$$

Donde:

MM; masa muscular (gr).

Ga: Perímetro antebrazo-pliegues cutáneos (cm).

Gb: Perímetro pierna-pliegue cutáneo (cm).

Gc: Perímetro Brazo-pliegues cutáneos (bíceps+triéps).

Gd: Perímetro muslo -pliegue cutáneo.

Posteriormente en 1989 Martin<sup>1</sup> y cols modificaron la ecuación para la predicción de masa muscular:

$$\begin{aligned} \text{Mm} = \text{Talla} & (0.0553 \text{ Gd}^2 + 0.0987 \text{ Ga}^2 + 0.0331 \text{ Gb}^2) - 2554 \\ & (\text{SEE} = 1.53 \text{ r}^2 = 0.97) \end{aligned}$$

Otra fórmula para calcular la masa muscular es la usada por Lee<sup>2</sup>. Que tiene el inconveniente de excluir en sus cálculos a la población deportista pero que sobreestima menos la masa muscular que la homóloga de Martin.

La poca utilización de esta fórmula en las valoraciones médico deportivas. Hace que sigan vigente las fórmulas de Martin. Aunque éstas sobreestimen menos el porcentaje muscular.

### VARONES

$$MM = (T/100) * ((0.00744 * (Pb - \pi * (t/10))^2 + (0.00088 * (Pm - \pi * (M/10))^2 + 0.00447 * (Pp - \pi * (p/10))^2 + 2.4 - (0.048 * E)) + 7.8$$

### MUJERES

$$MM = (T/100) * ((0.00744 * (Pb - \pi * (t/10))^2 + (0.00088 * (Pm - \pi * (M/10))^2 + 0.00441 * (Pp - \pi * (p/10))^2 + 0.048 - (0.048 * E)) + 7.8$$

Donde:

MM: Masa muscular según Lee.

T: Talla en cm.

Pb: Perímetro de brazo contraído.

t: Pliegue tricípital .

Pm: Perímetro del muslo.

M: Pliegue del muslo.

Pp: Perímetro de la pierna.

p: Pliegue de la pierna.

E: Edad.

### Calculo del % graso

Para la masa grasa en este estudio vamos a utilizar la ecuación de Faulkner<sup>8</sup> derivado de la de Yugasz.

$$\% \text{ Graso} = \sum 4 \text{ plg (t se si a)} \times 0.153 + 5.783$$

Donde:

% Graso: % graso según la fórmula de Yugasz modificada por Faulkner

$\sum 4$  plg: Sumatorio de 4 pliegues cutáneos ( t: tríceps, se: subescapular si: suprailíaco a: abdominal)

### Calculo de la masa ósea

En 1956 Von Döblen desarrollo una ecuación para el cálculo del peso óseo modificada en el año 1974 por Rocha<sup>1</sup> y dando lugar a un modelo de los 3 componentes.

$$\% \text{ Graso} = \sum 4 \text{ plg (t se si a)} \times 0.153 + 5.783$$

Donde:

Peso Oseo: Peso óseo en Kg

T: Talla o estatura

D E: Diámetro estiloideo

D F: Diámetro bicondileo del fémur

### Material y métodos

Hemos realizado un estudio observacional y descriptivo a 3125 deportista de alto nivel que han sido valorados en nuestro centro, durante más de 6 años, entre Enero de 1999 y enero del 2006. Todos ellos pertenecientes a los listados de élite de la Generalitat Valenciana, que son publicados anualmente en el Dogv. La última resolución publicada: en el Dogv número: 4744 del 03/05/04. Las normas actuales para entran a formar parte de estas listas se encuentran publicadas en el Dogv 4766 del 02/06/04<sup>9</sup>.

Los datos han sido recogidos en una base de datos realizada a tal efecto en ACCESS 97, y analizados estadísticamente mediante el programa SPSS 11.01. Desarrollando el estudio según las pautas éticas dictadas en la declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, para la investigación con seres humanos<sup>10</sup>.

### Realización de la Antropometría:

Instrumental utilizado

Una de las razones que favoreció del gran desarrollo de la Cineantropometría fue el bajo costo de los instrumentos necesarios para elaborar las mediciones. El material básico para realizar una antropometría básica es el que vamos a describir a continuación:

### **Báscula**

Se utiliza para determinar el peso corporal total. En realidad, mide la fuerza con la que el deportista es atraído por la tierra y no la masa corporal propiamente dicha. Sin embargo, está establecido que esta fuerza representa la masa corporal. Es conveniente usar modelos que estén validados y que tengan una precisión de 100 gramos. Y su peso máximo debe de ser de al menos de 150 Kgs.

Para su calibración de utilizarán pesas de diferentes kilos abarcando la escala de la muestra que se va a medir (bajo, medio y alto).



### **Tallímetro**

Utilizado para medir la altura del vértex y la talla sentado.

Consiste en un plano horizontal adaptado, por medio de una guía que acompañan a una escala métrica vertical o un cursor anclado a un carro de medida, que se instala perpendicularmente a un plano base.

La precisión necesaria es de 1mm. Se calibrará periódicamente mediante la comprobación con otra cinta métrica de la distancia entre la horizontal y los diferentes niveles del cursor deslizante.



### **Paquímetro o compás de pequeños diámetros**

Es un compás de corredera graduado, de profundidad en sus ramas de 50 mm, con capacidad de medida de 0 a 259 mm.

Sirve para medir los diámetros óseos. Normalmente acompañan al conjunto del antropómetro.

La precisión es de 1 mm



### **Plicómetro o compás de pliegues cutáneos**

También llamado espesímetro o plicómetro.

Mide el espesor del tejido adiposo en determinados puntos de la superficie corporal.

Su característica básica es la presión constante de 10 gr/cm<sup>2</sup> en cualquier abertura. La precisión debe de ser de 0.1 mm. Los márgenes de medida oscilan entre 0 y 48 mm.

Un método simple para calibrar este instrumento es fijarlo a un torno y suspender pesos desde la rama inferior.

El compás debe ser ajustado para que las ramas permanezcan abiertas en cualquier posición, manteniendo una presión de 10gr/mm<sup>2</sup> para los diferentes pesos de calibración.



### **Cinta métrica o cinta antropométrica**

Utilizada en la determinación de perímetros y para la localización del punto medio entre dos puntos anatómicos.

Existen diversos tipos en el mercado pero debe de ser flexible pero no elástica, preferiblemente metálica, de anchura inferior a 7 mm.

Es importante que disponga de un espacio sin graduar antes del cero y con una escala de fácil lectura que permita una identificación fácil de los números.

La precisión debe de ser de 1 mm.

El muelle o sistema de recogida y extensión de la cinta deben mantener una tensión constante y permitir su fácil manejo.

Se recomienda que las unidades de lectura estén en centímetros exclusivamente.



### **Medidas antropométricas**

Toma mucho tiempo y mucha práctica desarrollar un buen sistema de medición en parámetros antropométricos, especialmente en medición de pliegues cutáneos.

El seguir procedimientos estandarizados incrementa la precisión y por tanto la validez y exactitud de la mediciones. A continuación explicaremos más claramente como hemos realizado las mediciones antropométricas para obtener datos más fiables.

Antes de describir las medias antropométricas vamos a recordar la posición que debe adoptar el estudiado para la mayoría de las mediciones:

Debe permanecer el sujeto de pie, con la cabeza y los ojos dirigidos hacia el infinito, las extremidades superiores relajadas a lo largo del cuerpo con los dedos extendidos, apoyando el peso del cuerpo por igual en ambas piernas, los pies con los talones juntos formando un ángulo de 45°. Esta posición es llamada en Cineantropometría como la "posición de atención antropométrica" o "posición estándar erecta".

Esta posición es más cómoda para el estudiado, diferenciándose con respecto a la posición anatómica en la orientación e las manos.

## **Peso**

El peso es la determinación antropométrica más común. Es de gran utilidad para observar la deficiencia ponderal en todos los grupos de edad y el retraso del crecimiento en los niños.

En el sentido estricto, no debería de usarse el término peso corporal sino el de masa corporal, que es el que realmente medimos.

El instrumental necesario para su medición será una balanza validada con una precisión de 100 gr. Esta medida se expresa en Kilogramos.

El peso corporal está compuesto de masa magra y masa grasa. A su vez, la masa magra se compone de: masa muscular, vísceras, huesos, sangre, linfa y también comprende los lípidos de las células.

Al peso corporal en condiciones patológicas, pueden sumarse edema (líquido intracelular aumentado), ascitis (líquido en cavidad abdominal), organomegalias (aumento de las vísceras) e incluso parasitosis (carga de helmintos o áscaris).

En adultos se utiliza la medición del peso actual expresado en porcentaje teórico y en peso actual expresado en porcentaje del peso habitual previamente registrado en dicho deportista.

La magnitud del cambio en estos dos datos y su correlación permite estimar la trascendencia del peso actual y precisar el carácter agudo o crónico de la desnutrición u obesidad, con sus diferentes repercusiones.

En la valoración del peso deben excluirse sujetos con tendencia a la retención de agua y edema.



Al tomar el peso, se deben considerar las siguientes precauciones:

- El sujeto se colocará en el centro de la plataforma de báscula, distribuyendo el peso por igual entre ambas piernas, en posición erguida, con los brazos colgando lateralmente, sin que el cuerpo esté en contacto con ningún objeto a su alrededor, y sin moverse.
- El deportista se situará con el mínimo de ropa sin zapatos ni adornos personales y después de haber evacuado la vejiga, además hay que evitar la pesada después de una comida principal.

El cerebro, el hígado, el corazón, los riñones y otros órganos internos forman en conjunto una parte apreciable del peso corporal, pero cambian relativamente poco con una mala nutrición.

Pero el peso en una determinación seriada nos hace perder mucha información muy útil en un deportista, así en un deportista que esté perdiendo peso deberemos saber si es peso es de porcentaje grasa o muscular.

Igualmente si el deportista está realizando un periodo de musculación deberemos saber si esa ganancia de peso corresponde a músculo.

### **Talla o estatura**

La estatura se define como la distancia entre el vértex y el plano de sustentación. También se denomina como talla en bipedestación o talla de pie, o simplemente talla.

El instrumental necesario para realizar esta medida es un estadiómetro con una precisión de 1 mm.



La medida de esta variable se da en centímetros.

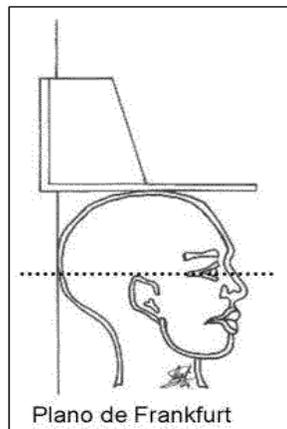
La estatura de un individuo es la suma de cuatro componentes:

- las piernas,
- la pelvis,
- la columna vertebral

- y el cráneo.

La medición debe realizarse con el sujeto de pie, sin zapatos, completamente estirado, colocando los pies paralelos y con los talones unidos (apoyados en el borde posterior) y las puntas ligeramente separadas (formando aproximadamente un ángulo de 60°), las nalgas hombros y cabeza en contacto con un plano vertical.

La cabeza se mantendrá cómodamente erguida con el borde orbitario inferior en el mismo plano horizontal que el conducto auditivo externo (Plano de Frankfurt).



El antropometrista realiza una tracción a nivel de los procesos mastoideos, para facilitar la extensión completa de la columna vertebral.

Los brazos colgarán a lo largo del cuerpo de una manera natural con las palmas de las manos frente a los muslos.

Se puede pedir al sujeto que realice una inspiración profunda para obtener la extensión máxima de la columna.

Se desciende lentamente la plataforma horizontal del estadiómetro hasta contactar con la cabeza del estudiado, ejerciendo una suave presión para minimizar el efecto del pelo.

Es importante considerar el cabello demasiado espeso en la medición de la talla, aplastando el cabello y haciendo contacto con el vértice de la cabeza.

La escala graduada debe ser de dos metros y permitir una exactitud de 1 cm. Los ojos del examinador deben estar por lo menos a la misma altura del sitio donde el panel movable hace contacto con la cabeza.

La estatura para adultos de 60 a 90 años de edad puede ser estimada por medio del largo de la rodilla cuando no se puede medir la estatura de pie.

La estimación de la estatura puede ser utilizada en parámetros de la evaluación del estado de nutrición, incluyendo referencia sobre el peso para la talla, ecuación de gasto energético, ecuación de área de superficie corporal y creatinina para la talla e índices de masa corporal.

El largo de pierna también se puede utilizar junto con otros indicadores antropométricos para prever el peso en individuos mayores que no pueden ser medidos por métodos convencionales.

### **Medidas transversales o diámetros**

Son las medidas lineales realizadas en sentido horizontal y que se caracterizan en general a los diámetros.

Las podríamos definir como la distancia tomada en proyección, entre dos puntos anatómicos medida en cm.

La posición que se mantendrá en el estudio será la que hemos definido previamente como de atención antropométrica. Las excepciones se comentarán en sus correspondientes medidas.

El instrumento para realizar estas medidas es el antropómetro o compás para grandes diámetros y el paquímetro para los pequeños diámetros.

En cuanto a la técnica que debemos usar: la rama de ambos instrumentos se coge entre el dedo pulgar e índice descansando sobre el dorso de la mano. El dedo medio se utiliza para localizar el punto anatómico deseado. Hay que aplicar una presión firme sobre las ramas para minimizar el espesor de los tejidos blandos.

Los datos obtenidos se usan para el cálculo del somatotipo y del porcentaje óseo. Las más utilizadas son las que vamos a describir a continuación.

### **Principales diámetros antropométricos**

#### **Biepicondíleo del fémur**

Distancia entre el cóndilo lateral y medial del fémur. El antropometrista se sitúa delante del estudiado mientras el individuo estará sentado y se hará su medición formando un ángulo de 90° entre la pierna con el muslo, sin que los pies toquen en el suelo. Se mide sólo al lado derecho. Las ramas del calibre pequeño miran hacia abajo en la bisectriz del ángulo recto formado a nivel de la rodilla.



#### **Biepicondiliano de húmero**

Distancia entre el epicóndilo y la epitroclea que son el cóndilo lateral y medial del húmero, respectivamente. El antropometrista se sitúa delante del estudiado.

El brazo se horizontaliza y el antebrazo forma un ángulo de  $90^\circ$  con el brazo para facilitar la medida, con la palma de la mano hacia el mismo y los dedos juntos y extendidos hacia arriba.



El examinador colocará sobre los dos cóndilos del codo y sin ejercer demasiada presión, las dos astas del calibrador tipo vernier, permitiendo reposar el codo en la base de la escala del calibrador, las ramas del paquímetro apuntan siempre hacia arriba en la bisectriz del ángulo recto formado a nivel del codo.

La medida es algo oblicua, por estar la epitroclea en un plano algo inferior al epicóndilo.

Para comprobar que se está midiendo únicamente la anchura de la estructura ósea del codo, se deberá hacer deslizar el calibrador hacia abajo y si éste lo hace sin ofrecer resistencia, la medición será correcta. Solamente se mide el del lado derecho.

### **Biestiloide**

Distancia entre la apófisis estiloides del radio y del cúbito.

El antropometrista está delante del estudiado que estará sentado con el antebrazo en pronación sobre el muslo y la mano flexionada con la muñeca en un ángulo de  $90^\circ$ .

Las ramas del paquímetro están dirigidas hacia abajo en la bisectriz del ángulo de la muñeca. Se tomará la medida del lado derecho.



### **Medidas circunferenciales o perímetros**

Son caracterizadas por las medidas lineales realizadas circunferencialmente. En antropometría se llaman perímetros.

Posición: El estudiado mantendrá la posición de atención antropométrica o estándar erecta, explicada anteriormente. Aunque hay algunas excepciones que se comentarán en sus correspondientes medidas.

Instrumental: Se utiliza la cinta antropométrica flexible e inextensible. La medida se da en cm, con una precisión de 1 mm.

Técnica: El antropometrista sujetará la cinta con la mano derecha y el extremo libre con la mano izquierda. Se ayudará con los dedos para mantener la cinta métrica en la posición correcta, conservando el ángulo recto con el eje del hueso o del segmento que se mida.

Se sitúa la cinta sobre la zona al nivel requerido, sin comprimir los tejidos blandos y estando perpendicular al eje longitudinal del segmento que se esté midiendo. La lectura se hace en el lugar en que la cinta se yuxtapone sobre si misma.

A continuación vamos a describir los principales perímetros:

**I. Muslo 1 (1cm).**

Es al perímetro del muslo tomado un centímetro por debajo del pliegue glúteo.

El estudiado está de pie, con las piernas ligeramente separadas y el peso distribuido por igual entre ambas piernas.



El antropometrista ha de mantener la cinta perpendicular al eje longitudinal del fémur. Es conveniente para facilitar la medición el situarse al lado derecho.

## **II. Perímetro de la pierna**

Perímetro medido a nivel de la máxima circunferencia de la pierna.

Vamos a explicar esta medida con más detalle dada su importancia para los posteriores cálculos antropométricos.

El sujeto estará de pie, recto, con las piernas separadas ligeramente y el peso distribuido de manera uniforme entre ambas piernas.

La referencia anatómica que debemos usar es el valor donde se encuentra el máximo perímetro con respecto a la técnica de medición.



El antropometrista se sitúa a la derecha del sujeto frente a la cara lateral de la pierna, manteniendo la cinta perpendicular al eje de la pierna.

Se registra el valor máximo del perímetro de pierna tras situar la cinta a diferentes niveles.

Este punto será el nivel para la posterior medición del pliegue correspondiente.

Se facilita la medición si se coloca sobre una banqueta.

### **III. Perímetro del brazo contraído o perímetro de brazo**

Es el perímetro máximo del brazo contraído voluntariamente. El estudiado se encuentra en posición erecta, con el brazo en antepulsión y horizontal. El antebrazo se coloca en supinación completa y a en flexión de 45° aproximadamente.

Este mismo punto es el que utilizaremos para la posterior medición de los pliegues del miembro superior.



El perímetro del brazo, expresa la reserva actual de proteína muscular. Su disminución aguda se relaciona con el grado de hipercatabolismo y de gluconeogénesis y junto con el índice de excreción creatinina / talla de 24 horas, lo que permite valorar el estado de la proteína músculo-esquelética.

#### **IV. Antebrazo**

Es el perímetro máximo del antebrazo.

El estudiado estará con el codo extendido, músculos del antebrazo relajados y mano en supinación.



El antropometrista buscará la máxima circunferencia el antebrazo que normalmente no está a más de siete centímetros por debajo de la cabeza radial.

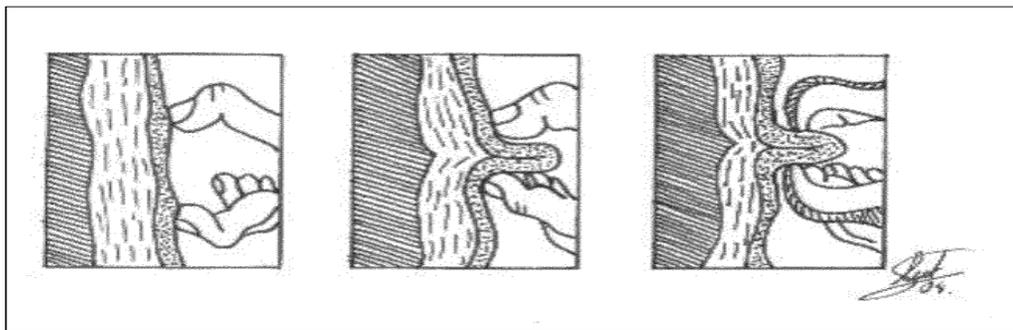
## Los pliegues cutáneos

### Posición

El estudiado mantendrá la posición de atención antropométrica. Las excepciones se comentarán en sus correspondientes medidas. La musculatura del estudiado tiene que estar relajada.

### Técnica

El pliegue cutáneo se toma con los dedos índice y pulgar de la mano izquierda, manteniendo el compás en la mano derecha perpendicularmente al pliegue y abriendo la pinza unos 8 cm. Se eleva una doble capa de piel y su tejido adiposo subyacente en la zona señalada, efectuando una pequeña tracción hacia afuera para que se forme bien el pliegue y queden ambos lados paralelos, y se mantiene hasta que termine la medición.



Con la mano derecha se aplica el compás, colocándolo a 1 cm del lugar donde se toma el pliegue, perpendicular al sentido de este y en su base.

La lectura se efectúa aproximadamente a los dos segundos después de colocar el compás, cuando se enlentece el descenso de la aguja. La cantidad de tejido elevado será suficiente para formar un pliegue de lados paralelos.

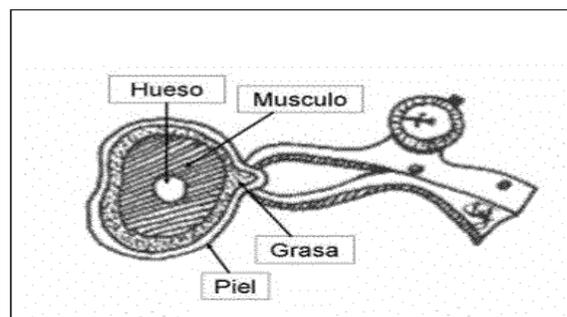
Los pliegues cutáneos se medirán en lado derecho, dando el valor medio de tres mediciones, pudiendo descartar las claramente erróneas. Las repeticiones no se harán pliegue a pliegue, sino tras terminar todos los pliegues incluidos en el estudio, evitando así comprimir la zona.

Nunca se atrapará músculo en el pliegue y una buena técnica para comprobarlo, es indicarle al estudiado que realice una contracción de los músculos de la zona cuando se ha cogido el pliegue. Se liberará el pliegue y se volverá a realizar la toma válida con la musculatura relajada.

### **Pliegues cutáneos**

A mediados de los años 90, se utilizó el grosor de la grasa subcutánea midiendo los pliegues cutáneos, basándose en investigaciones previas, que midiendo el grosor de los pliegues cutáneos en diferentes sitios del cuerpo encontraban una relación moderada a fuerte entre las mediciones de dichos pliegues y la cantidad de grasa corporal.

Desde entonces se utiliza como un indicador de la grasa corporal total en el ámbito clínico, debido a que este sistema es fácil de realizar, y de bajo costo, es ideal para grandes estudios epidemiológicos. Así como, en la evaluación del estado nutricional de nuestros atletas. Además, los pliegues cutáneos se utilizan para estimar la distribución de grasa regional a través de la determinación de la relación de grasa subcutánea del tronco y las extremidades.



Cualquiera que sea el lugar elegido, se debe tomar en cuenta que un pliegue está constituido por dos capas de piel y el panículo adiposo, que se encuentra en el tejido subcutáneo.

Se debe pellizcar firmemente un pliegue cutáneo longitudinalmente y levantarlo ligeramente entre el índice y el pulgar de la mano izquierda, teniendo cuidado de no incluir el músculo subyacente. Se aplica el plicómetro aproximadamente a 1 cm por debajo de los dedos del operador y a una profundidad semejante a la del pliegue, mientras que éste se sigue sosteniendo suavemente durante toda la medición.

Un error muy común es sujetar el pliegue exclusivamente con el plicómetro, sin sostener el pliegue con los dedos de la mano.

Se deben dar un promedio de 4 segundos para tomar la lectura. Deben hacerse tres mediciones y calcularse la media de los resultados, si los valores varían entre una y otras mediciones más del 10 %, se deberá tomar mediciones adicionales. Una vez tomada la medición se debe retirar suavemente el plicómetro, abriendo sus astas sin dejar de sujetar el pliegue con la mano izquierda, para evitar lastimar al sujeto.

Se debe leer la medición del plicómetro al 0.1 mm más cercano. Los lugares más apropiados para la toma del pliegue, varían con la edad, el sexo y la precisión para localizar cada punto.

### **Pliegues cutáneos**

A continuación vamos a definir los principales pliegues cutáneos:

#### **I. Pliegue cutáneo tricípital**

Es la medición más práctica en todos los grupos de edad, y tanto en la escasez de reservas energéticas así como en la obesidad.

Es un índice aproximado de la magnitud de reserva energética endógena, proveniente de triglicéridos y de sustratos metabólicos.



Este pliegue se medirá eligiendo cuidadosamente el sitio en el que se había utilizado del punto medio del brazo, que no es otro que el punto medio entre el acromion en su punto más superior y externo y la cabeza del radio en su punto lateral y externo.

La medición se practicará con el brazo relajado y colgando lateralmente.

El pliegue formado de manera paralela al eje longitudinal, con el pulgar y el índice de la mano izquierda se separará del músculo subyacente y se medirá en ese punto, colocando el plicómetro perpendicularmente al pliegue.

Técnica de medición: El compás se aplica a 1 cm por debajo del pliegue formado en la línea media de la cara posterior del brazo, a nivel del punto medio marcado entre acromion y cabeza radial.

Para la medición el brazo estará relajado, con la articulación del hombro en ligera rotación externa y el codo extendido.

## **II. Pliegue cutáneo subescapular**

El lugar de medición corresponderá al ángulo interno debajo de la escápula, (punto más inferior del ángulo inferior: se marca a 2 cm en la línea que corre lateral y oblicua siguiendo el clivaje de la piel).

Deberá tener un ángulo de 45° en la misma dirección del borde interno del omóplato (o sea hacia la columna vertebral) Se medirá justo abajo y lateralmente al ángulo externo del hombro.

Para realizar esta medida, se palpa el ángulo inferior de la escápula con el pulgar izquierdo, en este punto hacemos coincidir el dedo índice y desplazamos hacia abajo el dedo pulgar, rotándolo ligeramente en sentido horario, para así tomar el pliegue en la dirección descrita anteriormente.



En sujetos obesos se deberá desprender energéticamente el pliegue del músculo subyacente y esperar varios segundos a que el plicómetro deje de moverse, para que la medición se pueda realizar.

Técnica de medición: El sujeto se sitúa de pie, erecto, con los brazos colgando a lo largo del cuerpo. El compás se aplica a 1 cm de distancia del pliegue formado en la referencia citada.

### **III. Pliegue cutáneo suprailíaco**

Se medirá justo inmediatamente por arriba de la cresta ilíaca, en la línea axilar media, en forma oblicua y en dirección anterior y descendente (hacia la zona genital).

Técnica de medición: El compás se aplica 1 cm anterior al pliegue formado en la línea medioaxilar, justo por encima de la cresta ilíaca.



El sujeto puede abducir el brazo derecho o colocarlo sobre el tórax, llevando la mano sobre el hombro izquierdo.

#### **IV. Pliegue cutáneo abdominal**

Situado lateralmente a la derecha, junto a la cicatriz umbilical en su punto medio.



El pliegue es vertical y corre paralelo al eje longitudinal del cuerpo.

Para otros autores está situado lateralmente a 3-5 cm de la cicatriz umbilical.

#### **V. Pliegue cutáneo del muslo anterior**

El pliegue se toma en la parte anterior del muslo, en el punto medio entre la doblez inguinal y el borde proximal de la rótula.

El pliegue es longitudinal y corre a lo largo del eje mayor del fémur. El peso corporal deberá recargarse sobre la pierna que no se esté midiendo.



El plicómetro debe estar colocado en dirección vertical, 1 cm por debajo de los dedos que sostienen el pliegue.

Técnica de medición: El sujeto puede estar sentado o bien tener el pie sobre una banqueta. El compás se aplica a 1 cm de distancia del pliegue formado en el punto de máximo perímetro, en el lado medial de la pierna derecha, con la rodilla flexionada 90°. La pierna debe estar relajada. Si el antropometrista tiene dificultades en la toma de este pliegue, el estudiado puede sostener con ambas manos su muslo en esta posición o contar con la ayuda de otro antropometrista que atrapará con sus dos manos el pliegue.

## **VI. Pliegue cutáneo de pantorrilla o pierna medial**

El pliegue se deberá desprender a la altura de la máxima circunferencia de pierna en la parte interna de la misma, en dirección vertical y corre paralelo al eje longitudinal de la pierna.

El sujeto estará con la pierna en ángulo recto y el pie colocado sobre un banco.



Además de estas mediciones vamos a valorar la composición corporal de nuestras futbolistas, Calculando el % Graso según la fórmula de Faulner<sup>7</sup>, la masa muscular según la fórmula de Martin<sup>2</sup> y la fórmula de Lee<sup>3</sup>, la masa ósea según la fórmula de Rocha<sup>1</sup> y la masa residual según la fórmula de Wurch.<sup>1</sup> Todas ellas reflejadas en la siguiente tabla.

Fórmulas utilizadas para el cálculo de los componentes corporales	
Masa Grasa (Faulkner)	$\% \text{ Graso} = \Sigma 4 \text{ plg (t se si a)} \times 0.153 + 5.783$
Masa Muscular (Martin)	$Mm = \text{Talla} (0.0553Gd^2 + 0.0987Ga^2 + 0.0331Gb^2) - 2554$
Masa Muscular (Lee)	<p><b>VARONES</b></p> $MM = (T/100) * ((0.00744 * (Pb - \pi * (t/10)))^2 + (0.00088 * (Pm - \pi * (M/10))^2 + 0.00447 * (Pp - \pi * (p/10))^2 + 2.4 - (0.048 * E) + 7.8$ <p><b>MUJERES</b></p> $MM = (T/100) * ((0.00744 * (Pb - \pi * (t/10)))^2 + (0.00088 * (Pm - \pi * (M/10))^2 + 0.00441 * (Pp - \pi * (p/10))^2 + 0.048 - (0.048 * E) + 7.8$
Masa Ósea (Rocha)	$\text{Peso Oseo (Kg)} = 3.02 \times (T^2 \times D E \times DF \times 400)^{0.712}$

### La flexibilidad en el Nado Sincronizado

El nado sincronizado, al igual que el resto de los deportes, requiere del desarrollo de capacidades condicionales y coordinativas a lo largo de todo el ciclo de preparación, pero en nuestro particular se necesita además de una de carácter biológico: la flexibilidad.

Esta capacidad está comprendida dentro de este grupo, por depender su desarrollo de la constitución de las articulaciones, del desarrollo de los músculos, tendones y ligamentos, y del estado en que se encuentre el sistema nervioso central (S.N.C.).

Es pues en ésta capacidad donde queremos centrar la atención, producto a la importancia que su desarrollo tiene en la práctica de nuestro deporte, específicamente en los elementos técnicos a realizar.

Este arte competitivo, para lograr el desarrollo de dicha capacidad ,emplea dos medios de actuación : uno el terrestre , donde se crea la base de la flexibilidad, tratando de superar las posibilidades de cada articulación, y el otro, el acuático, donde por medio de posiciones básicas, o sea elementos técnicos, se pone de manifiesto la capacidad en cuestión.

En nuestra provincia y en las de resto del país se aprecian en los atletas altos niveles de flexibilidad en cada articulación, específicamente en la coxofemoral y en la columna vertebral (dorsal) en la ejecución de los splits y en el puente en la tierra, no así en el agua, donde en la ejecución de dichos elementos técnicos: Split y Arco en la superficie no se logran formar los ángulos de 90º y 180º correspondientes.

Ante tal problemática nos motivamos a realizar esta investigación.

### **Objetivo**

Elevar el rendimiento deportivo de las atletas de Nado Sincronizado, a partir de la aplicación de un sistema de ejercicios para el desarrollo de la flexibilidad en las articulaciones coxofemoral y columna vertebral (dorsal) en agua, con medios auxiliares.

### **Tareas**

1. Crear un sistema de ejercicios para el desarrollo de la flexibilidad en agua.
2. Aplicar un sistema de ejercicios, para el desarrollo de la flexibilidad en agua.
3. Validar la efectividad del sistema de ejercicios aplicados.

### **Hipótesis**

Con la aplicación de un sistema de ejercicios para el desarrollo de la flexibilidad en las articulaciones coxofemoral y columna vertebral (dorsal) en agua, con medios auxiliares,

se elevará el rendimiento deportivo de las atletas de Nado Sincronizado de la categoría 11-12 años de la EIDE "Cerro Pelado" de Camagüey.

### **Desarrollo**

Para la realización de este trabajo se tomó como muestra las 10 atletas que conformaban la categoría 11-12 años de Nado Sincronizado de la EIDE Agramontina, lo que representa el 100 % de la población existente en dicha categoría.

El método utilizado fue el experimental, consistente en la aplicación de un sistema de ejercicios para el desarrollo de la flexibilidad en las articulaciones coxofemoral y columna vertebral (dorsal) en agua, con medios auxiliares.

Cada uno de estos ejercicios se realizaron con ambas piernas, para el caso de la posición de arco en la superficie, y se realizaron los tres (3) splits, para dicho elemento técnico.

En cuanto al número de repeticiones fue de 5 a 10, y el tiempo de las mantenciones, para cuando la ejecución se hacía en condiciones anaeróbicas fue de 10" a 15", y en condiciones aeróbicas de 45" a 1 minuto.

Este trabajo se comenzó a aplicar en el meso ciclo D II de la EPG. Ya que en los meso ciclos anteriores se trabajó para crear una base en tierra, de la flexibilidad; el mismo se llevó a cabo dos (2) veces por semana (martes y jueves). Alternándolo con el desarrollo de ésta misma capacidad en tierra, ésta última tres (3) veces por semana (lunes, miércoles y viernes).

Ya en el meso DIII, primero de la EPE las frecuencias de dicho trabajo se invirtieron, llevándolo a cabo entonces tres (3) veces por semana en agua, y el trabajo en tierra (ahora para mantener el desarrollo alcanzado) quedó manifestado sólo en dos días.

A partir del meso de control preparatorio (CP) último del período preparatorio (P.P) este sistema de ejecución se aplicó todos los días de la semana en una sola sesión.

Este método experimental estuvo auxiliado por la técnica de observación, la cual nos sirvió para ir valorando la influencia que iba ejerciendo dicho sistema de ejercicios en el desarrollo de la flexibilidad, consistente en la realización de tres (3) pruebas técnicas.

La primera se efectuó al inicio de la preparación en el meso I, otra al final de la EPG en el meso E II, y la última al finalizar el período preparatorio (P.P) en el meso de control preparatorio (C.P.).

En el meso I la prueba efectuada consistió en la realización de las posiciones básicas de Split y arco en la superficie.

En la segunda prueba se midieron iguales elementos técnicos, pero a través de la ejecución de las transiciones de la figuras de la categoría donde estas se manifiestan.

#### **SPLIT**

- 1. D. Submarino – Split**
- 2. Split – Vertical**
- 3. Grulla – Split**
- 4. Split – Caballero**
- 5. Caballero – Split**
- 6. Split – Grulla.**

#### **ARCO EN LA SUPERFICIE**

- 1. Caballero – Arco.**
- 2. Arco- Supino**
- 3. Supino- Arco.**
- 4. Arco – Caballero.**
- 5. A.c/ variante – Arco.**

La última prueba consistió en la realización de las figuras de la categoría donde se exponen las posiciones básicas de split y arco en la superficie.

#### **SPLIT**

- 1. Flor**
- 2. Paseo al frente**
- 3. Paseo atrás**

#### **ARCO EN LA SUPERFICIE**

- 1. Paseo al frente**
- 2. Paseo atrás.**
- 3. Pez espada.**

La escala de evaluación para calificar dichos elementos técnicos de split y arco en la superficie fue la siguiente:-

E: 5 ptos.      B: 4 ptos.      R: 3 ptos.      M: 0 ptos.

En el caso de la posición básica de split se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros:-

Excelente (5 ptos): Angulo de 180° entre las piernas; ángulo de 90° entre cada pierna con el tronco; caderas cerradas, piernas extendidas.

Bien (4 ptos): Que falte alguno (uno) de los aspectos anteriores.

Regular (3 ptos): Que falten dos de los aspectos anteriores.

Mal (0 ptos): Nada visible.

Para computar los datos se utilizó el programa Migrosta donde  $L = 0,01$  como nivel de significación entre la comparación de los medios por las 3 pruebas aplicadas.

En los resultados alcanzados en la prueba # 1 se puede apreciar que inicialmente en la posición básica de split sólo (3) atletas se colocaron en el rango de Regular, al obtener una puntuación de 3 puntos, mientras que las (7) restantes trabajaron mal. Las calificaciones de regular se dieron producto, fundamentalmente, a la no formación de los ángulos de 180° entre las piernas y el de 90° entre cada pierna y el tronco, alcanzándose una puntuación general de 9 puntos de los 50 posibles a obtener, lo que representó para el grupo una  $\bar{x} = 0,9$ . En igual prueba pero en la posición de Arco en la superficie el resultado final fue un tanto superior, ya que el # de atletas ubicadas en el rango de regular fue de 4, mientras que para el rango de mas sólo trabajaron 6 , por lo que se terminó en dicha posición básica con una puntuación de 12 puntos para una  $\bar{x} = 1,2$ . En este caso la ubicación en el rango de Regular se debió fundamentalmente a la formación del ángulo de 90° de las piernas con respecto al tronco, y de la no colocación en la

superficie de los muslos hasta los empeines. Como se puede apreciar en la posición básica de arco en la superficie las atletas estaban mejor preparadas con respecto a la posición de split, logrando ambos elementos técnicos que las atletas obtuvieron una puntuación de 21 puntos, para una  $x = 2,1$  y que en el orden individual la suma de las medias alcanzadas por las atletas fuera de 10,5 para terminar esta primera prueba con una  $x = 1,05$ , lo que es igual al rango de Mal.

En la segunda prueba se manifiesta un avance cuantitativo en ambos elementos técnicos objeto de evaluación, vistos estos, ésta vez, mediante diferentes transiciones de las figuras de la categoría. Así podemos decir que la posición básica de split sólo una atleta alcanzó los 5 pts, lo que la colocó en el rango de Excelente, 2 obtuvieron calificación de 4 pts. Correspondiente al rango de Bien, 4 se colocaron en el rango de Regular, al alcanzar una calificación de 3 pts. Y sólo tres atletas trabajaron Mal. En el caso de las atletas evaluadas de bien, aún no se apreció el ángulo de 1800 entre las piernas, mientras las que se ubicaron en el rango de regular ni se formó el ángulo anteriormente explicado ni se formó el ángulo de 900 correspondiente a la posición de cada pierna con respecto al tronco. Asimismo en idéntica prueba se expuso que en la posición básica de arco en la superficie, manifestado a través de diferentes transiciones, sólo la atleta # 5 si ubicó en el rango de Excelente, tras alcanzar una puntuación de 5 pts, 3 atletas obtuvieron calificación de 4 pts, lo que las ubica en el rango de Bien y el resto obtuvo calificación de 3 pts., para un rango de Regular. En este particular continúa reflejándose la no formación del ángulo de 900 de las piernas respecto al tronco en las atletas ubicadas en el rango de bien, y en las evaluaciones de regular, lo que se expuso fue idéntico error, más la no colocación en la superficie de los muslos hasta los empeines.

Nuevamente se logró mayor puntuación en esta posición básica respecto a la de split, al recogerse una puntuación total igual a 35 pts., para una  $x = 3,5$ , dando lugar así a que esta 2da prueba la puntuación total, suma de ambos elementos técnicos, fuera de 60 pts., correspondiente la media ( $x$ ) alcanzada igual a 6, mientras que individualmente la

(x) alcanzada fuera de 3, lo que dio lugar a que finalmente, la prueba concluyera con un rango de Regular. Como se puede apreciar aún los resultados arrojados fueron insuficientes, pero no obstante se expone una notable mejoría, con respecto al test inicial, ya que en aquella ocasión alcanzaron calificación de 0 correspondiente al rango de Mal.

En la tercera y última prueba técnica los resultados, tanto en el orden individual, como posición básica fueron satisfactorias, ya que en el caso de la posición de split (2) atletas se colocaron en el rango de excelente, tras obtener calificación de 5 pts., 5 atletas trabajaron en el rango de Bien, igual a 4 pts. Y las 3 restantes en el de Regular, al alcanzar una puntuación de 3 pts., A pesar de ser ésta una etapa fundamental de la preparación, por encontrarse próxima a los J.E.N. (evento competitivo más importante de estos atletas ) aún se apreciaron , en el caso de los que obtuvieron calificación de 4 pts., la no formación del ángulo de 1800 entre las piernas, y en las que se quedaron sólo con tres pts., se reflejó igual definición, más el ángulo de 900 a formarse entre las piernas con el tronco; no obstante no cabe duda que mejoró éste elemento técnico notablemente, a pesar de quedar plasmado tras una compleja ejecución, como fue el caso de las figuras de la categoría, con respecto al logrado en las pruebas anteriores, muestra de ello lo es la calificación de 39 pts. , obtenidos por el grupo en sentido general, por lo que alcanzó la  $x = 3,9$ . En la misma ocasión pero en la evaluación de la posición básica de arco en la superficie, igualmente expuesto por medio de las figuras de la categoría; 3 atletas trabajaron para un rango de Bien y 4 obtuvieron calificación de 3 pts, correspondiente al rango de Regular.

Las calificaciones de 4 pts. Alcanzadas se debieron en esta ocasión a la no formación del ángulo de 900 de las piernas respecto al tronco, mientras que la s que se ubicaron en el rango de Regular, ni lograron dicho ángulo, ni se colocaron de inicio de los muslos a empeine en la superficie. En esta posición básica, al igual que en la de split se alcanzó un total de 39 pts., para una media (x) igual a 3,9.

En sentido general en esta última prueba técnica, los atletas obtuvieron una puntuación de 78 ptos., tras sumar ambas posiciones básicas por atletas, lo que permitió que se lograra  $x = 7,8$ . Asimismo decimos que la  $x$  final por las  $x$  individuales de ambos elementos técnicos fue igual 39, lo que arrojó el resultado final de ubicarse los atletas en un rango de Bien debido a la  $x$  final obtenida igual a 3,9.

Como pudimos apreciar al realizar el análisis de los resultados arrojados en cada una de las pruebas efectuadas, por posiciones básicas, tenemos que las  $x$  generales se van diferenciando, llegándose a obtener en la 3ra y última prueba, logrando una  $x$  general de 2,43 para una  $F = 11,20$ , con una probabilidad de 0,000286, lo que al compararse con  $L = 0,01$ , nos da que existió una diferencia altamente significativa en la posición básica de split.

En el caso de la posición básica de arco en la superficie se presentó igual situación donde, de una  $x = 1,2$  en la primera prueba efectuada, se llegó a alcanzar una  $x = 3,9$  en la tercera y última prueba, lo que trajo que de forma general se obtuviera una  $x = 2,97$ , para una  $F = 17,39$ , con una probabilidad de 0,0000141, lo que al compararse con  $L = 0,01$ , nos dio una diferencia altamente significativa.

El resultado alcanzado en el último test, así como los valores arrojados a partir del análisis de las  $x$  resultantes por posiciones básicas, corrobora nuestra hipótesis de trabajo, lo que nos permitió validar la efectividad del sistema de ejercicios aplicados al verse frecuentemente elevado el rendimiento deportivo de las atletas.

## **Anexo**

### **Sistema de ejercicios.**

#### Articulación coxofemoral

- En la posición básica de vertical, con un pomo en cada mano, realizar empujes hacia abajo hasta adoptar la posición de split, y nuevamente retornar a la posición de vertical.
- Ídem, pero con una liga en los tobillos.
- En la posición de split con un pomo en cada mano y una liga en los tobillos, mantener dicha posición (hacerle resistencia a la liga).
- En split invertido con un pomo en cada tobillo y en cada mano mantener dicha posición.
- Realizar split en la pared en parejas; la compañera le mantendrá la rodilla de la pierna de atrás rotada hacia arriba.
- Realizar split en la pared, pero en un eje vertical, igualmente en parejas; la compañera le presionará las caderas hacia el borde.

#### Articulación Dorsal. (Columna Vertebral).

- En la posición de caballero invertido, con un pomo en cada mano ,colocar la pierna de arco en la superficie del borde (la de atrás).
- En la posición básica de split con un pomo en cada mano y una liga en los tobillos realizar flexión de la pierna de atrás y arqueo.
- Realizar arco en la superficie, con un pomo en los tobillos, de frente a la pared, en parejas, la compañera sentada frente a ella le presiona las caderas hacia la pared.

## **ARTICULACIÓN COXO-FEMORAL (CADERA)**

En la articulación coxo-femoral se ponen en contacto el acetábulo del coxal y la cabeza del fémur. Es una articulación esferoidea que permite grandes movimientos, que están bastante restringidos y limitados a la extensión y flexión (sobre todo en angulados). En carnívoros, se permite la aducción y abducción.

Para que el acetábulo acoja mejor a la cabeza del fémur, el borde del acetábulo está ampliado y presenta un labio acetabular, que es de carácter cartilaginoso y que aumenta su superficie.

No presenta ligamentos extrínsecos pero sí ligamentos intrínsecos, es decir, que si se quita la cápsula articular, existe un par de ligamentos que unen la cabeza del fémur y el coxal. Su función es la misma, pero están cubiertos por la cápsula articular, pero no están dentro de la cavidad articular porque siempre la membrana sinovial los cubre y nunca están en contacto con la sinovia. Estos ligamentos intrínsecos en caballo son:

- Ligamento de la cabeza del fémur: une la fóvea de la cabeza del fémur con la fosa del acetábulo.
- Ligamento accesorio: une la fóvea de la cabeza del fémur con la cara ventral del pubis y se une al tendón pre-púbico.

Estos ligamentos limitan de manera considerable los movimientos e impiden que el miembro se abduzca. También lo impide un amplio grupo de los músculos mediales del miembro.

En carnívoros los movimientos son más amplios.

El ligamento accesorio es propio de los équidos (tienen la abducción del miembro menos limitada que los ungulados).

## MÚSCULOS QUE ACTÚAN SOBRE LA ARTICULACIÓN DE LA CADERA

Son muy numerosos y potentes y se dividen topográficamente según su localización:

\* **Músculos glúteos.** Forman la región glútea y forman la grupa del animal. Son varios:

+ El más superficial es el **músculo glúteo superficial**: se origina en la fascia glútea, en el sacro y en las primeras vértebras caudales. Converge para dirigirse hacia el fémur ( en caballos hacia el tercer trocánter, pero en otras especies, en el trocánter mayor (porque no existe el tercer trocánter)). Está inervado mediante el nervio glúteo caudal.

En los rumiantes y el cerdo el músculo glúteo superficial está fusionado con el bíceps femoral formando el **músculo gluteobíceps**.

+ Eliminándolos, se ventral el **músculo glúteo medio**, que se origina en la facies muscular del ilion y se inserta en el trocánter mayor del fémur. Está inervado por el nervio glúteo craneal.

+ Eliminándolo se ve el **músculo glúteo accesorio** (propio de los ungulados), que tiene el mismo origen, inserción e inervación aunque más medial.

+ El **músculo glúteo profundo** se origina en la cresta isquiática y en la cara lateral del ilion y se inserta en el trocánter mayor del fémur. Su inervación se debe al nervio glúteo craneal.

+ El **músculo piriforme** es típico de carnívoros. En general tiene una disposición similar y se inserta en el trocánter mayor del fémur o alrededores y por eso, tiene como función la extensión de la cadera y son importantes en la impulsión del tronco hacia delante.

+ El **músculo tensor de la fascia lata** es también muy superficial. Se origina en la tuberosidad coxal y diverge para insertarse en la fascia femoral lateral. Tiene la fascia lata. Por medio de la fascia lata se inserta en la rodilla. Es un flexor de la cadera y puede actuar sobre la extensión de la rodilla. Está inervado por el nervio glúteo craneal.

- **Músculos mediales del muslo.** Hay dos superficiales:

- El más grande y caudal es el **músculo gracilis**. Se origina ventralmente en el coxal, a nivel de la sínfisis pélvica mediante un tendón aponeurótico (tendón sinfisario). Termina insertándose mediante aponeurosis en la cara medial de la rodilla y también en la fascia de la pierna. También en la cresta tibial y en la cara medial de la tibia y en la región de la rodilla. Está inervado, como todos los de su grupo, mediante el nervio obturador. Es, como todos los de su grupo, un músculo aductor del miembro, su función es evitar la abducción del miembro.
- El **músculo sartorio** es alargado. Se origina en la fascia ilíaca (ungulados), aunque en el perro se origina en la tuberosidad coxal. Se inserta en la fascia de la rodilla y en la fascia de la pierna (a nivel de la cara medial), aproximadamente donde el gracilis. Es un músculo aductor del miembro. Debido a su posición, también es un flexor de la cadera y extensor de la rodilla. Está inervado, a diferencia de los de su grupo, por el nervio safeno (que es un ramo del nervio femoral).

Los otros músculos que son más profundos son:

- El **músculo pectíneo** ( que es más pequeño y craneal). Se origina en el borde craneal del pubis (pecten) y se inserta en el labio medial de la fascias áspera del fémur. Su función es aductora del miembro y se inerva mediante el nervio obturador.
- El **músculo aductor** ( que se encuentra caudalmente al pectíneo y es más grande). Se origina en la cara ventral del isquion y del pubis y se inserta en la fascias áspera del fémur. Su función es aductor del miembro. Se inerva mediante el nervio obturador.
- Además, también se considera al **músculo obturador externo**, que está cubriendo y tapizando ventralmente el agujero obturado. Se origina en la cara ventral del isquion (bordes del agujero obturado) y se inserta en la fosa trocantérica del fémur. Está inervado por el nervio obturador. Su función es aductor del miembro. También es un rotador externo del fémur.
- **Músculos caudales del muslo**. Son músculos que forman los contornos caudales del muslo. Son tres:
  - \* **Músculo bíceps femoral**
  - \* **Músculo semitendinoso**
  - \* **Músculo semimembranoso**

Son músculos muy voluminosos y, por tanto, potentes. Su inserción varía ampliamente según la especie. Se disponen entre la tuberosidad isquiática y la región de la rodilla. Se sitúan caudalmente en el muslo. Algunos, además, tienen un origen más proximal.

Pueden tener dos orígenes, en la cabeza vertebral, el músculo se origina más proximalmente. Se origina a nivel del sacro, de las vértebras caudales y del ligamento ancho de la pelvis.

Estos músculos también se originan en la propia pelvis (tuberosidad isquiática) y tienen también una cabeza pélvica. El músculo se origina ventralmente en la tuberosidad isquiática.

En el caballo, los tres músculos presentan cabeza vertebral. Esto implica que cuando observamos caudalmente la grupa del animal, se puede observar que está muy musculada debido a las cabezas vertebrales de estos músculos.

En otras especies no ocurre lo mismo (ej: vaca, perro), porque algunos de estos músculos no tienen cabeza vertebral.

- El **músculo bíceps femoral** tiene cabeza vertebral y cabeza pélvica en el caballo. Es el más lateral de los tres músculos del grupo. Desde su origen doble, se inserta en la fascia lata de forma muy amplia, en la rótula, en la fascia de la pierna (lateralmente) y parte de este músculo se dirige distalmente y se inserta en el tarso (se inserta en el calcáneo). Salta sobre varias arterias. Tiene una función múltiple: extensor de la cadera, cuando el animal tiene el miembro apoyado en el suelo en su extensión de la rodilla; si no, es un flexor de la rodilla; también es un extensor del tarso. Está inervado en la cabeza vertebral por el nervio glúteo caudal y en la cabeza pélvica por el nervio ciático. Además, también es abductor del miembro. Es un músculo muy importante en la locomoción del animal y movimientos especiales del caballo, como cocear, también en el encabritamiento.
- En rumiantes, el músculo bíceps femoral también tiene cabeza vertebral, pero el bíceps se ha fusionado al músculo glúteo superficial. Se llama **músculo**

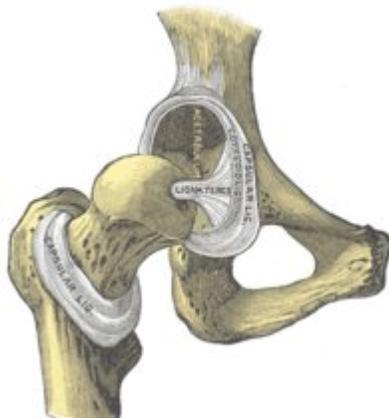
**gluteobíceps.** La cabeza vertebral del bíceps procede de la fusión del glúteo superficial. También es típico del cerdo.

En el caso del perro, no existe cabeza vertebral.

- El **músculo semitendinoso** es el más caudal de los tres músculos del grupo. Es un músculo potente. En el caballo tiene una cabeza vertebral y una cabeza pélvica. En el cerdo, también tiene una cabeza vertebral. En los rumiantes y el perro nervio existe la cabeza vertebral.
- En la vaca, el ligamento ancho de la pelvis es palpable directamente porque no lo cubre ningún músculo. Se usa para saber si el parto está próximo.
- El músculo semitendinoso se inserta proximalmente en la tibia, a nivel de la cara medial. Su inervación es la misma que la del bíceps femoral. También tiene una función idéntica. También tiene una prolongación terminal que llega hasta el tarso. Como es más caudal no es abductor del miembro.
- El **músculo semimembranoso** se sitúa medialmente en el muslo. Sólo en el caballo tiene cabeza vertebral. Se inserta medialmente en los cóndilos del fémur y de la tibia. No llega hasta el tarso. Su función es similar al resto. Como es medial , es aductor del miembro.
- **Músculos profundos de la cadera.** El músculo más voluminoso de ellos es el **músculo obturador interno**, que cubre internamente al agujero obturado. Se origina en los bordes del agujero obturado. Su vientre muscular está dentro de la cavidad pélvica. Se inserta en la fosa trocantérica del fémur. El tendón de inserción del músculo tiene que abandonar la cavidad pélvica saliendo por el agujero ciático menor. Está inervado por una rama del nervio ciático y es un rotador externo del fémur.

- También forma parte de este grupo los **músculos gemelos de la pelvis**, el **músculo cuadrado femoral**. Todos están inervados por el nervio ciático y tienen la misma función. Todos unen al isquion con la fosa trocantérica del fémur.

### Coxofemoral



Articulación de la cadera, uniendo al fémur con el coxal.

La **articulación coxofemoral** es la articulación de la cadera y relaciona al hueso coxal con el fémur. Es de la familia de articulaciones diartrosis, de tipo enartrosis: la enartrosis más perfecta del cuerpo humano (junto con la articulación del hombro), uniendo el tronco con la extremidad inferior. La articulación está recubierta por una cápsula y tiene membrana y líquido sinovial. Junto con la enorme musculatura que la rodea, soporta el cuerpo en posturas tanto estáticas como dinámicas.

## **2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS**

**AEROBICA:** Cuando se produce energía al desdoblarse los sustratos metabólicos en presencia de oxígeno, glucosa del torrente circulatorio, glucógeno, hepático, grasas y proteínas en situaciones extremas.

**ACONDICIONAMIENTO FÍSICO:** Es una preparación básica de las capacidades físicas del deportista.

**AGILIDAD:** Considerada como la máxima conjugación de todas las capacidades coordinativas y es frecuente tomarla como sinónimo de coordinación.

**ANTROPOMETRÍA:** Es una rama de la antropología que estudia las proporciones y medidas del cuerpo humano.

**ARTICULACIÓN:** en anatomía, zonas de unión entre los huesos o cartílagos del esqueleto. Se pueden clasificar en: sinartrosis, que son articulaciones rígidas, sin movilidad, como las que unen los huesos del cráneo; sínfisis, que presentan movilidad escasa como la unión de ambos pubis; y diartrosis, articulaciones móviles como las que unen los huesos de las extremidades con el tronco (hombro, cadera).

Las articulaciones sin movilidad se mantienen unidas por el crecimiento del hueso, o por un cartílago fibroso resistente. Las articulaciones con movilidad escasa se mantienen unidas por un cartílago elástico. Las articulaciones móviles tienen una capa externa de cartílago fibroso y están rodeadas por ligamentos resistentes que se sujetan a los huesos. Los extremos óseos de las articulaciones móviles están cubiertos con cartílago liso y lubricado por un fluido espeso denominado líquido sinovial producido por la membrana sinovial. La bursitis o inflamación de las bolsas sinoviales (contienen el líquido sinovial) es un trastorno muy doloroso y frecuente en las articulaciones móviles.

El cuerpo humano tiene diversos tipos de articulaciones móviles. La cadera y el hombro son articulaciones del tipo esfera-cavidad, que permiten movimientos libres en todas las direcciones. Los codos, las rodillas y los dedos tienen articulaciones en bisagra, de modo que sólo es posible la movilidad en un plano. Las articulaciones en pivote, que permiten sólo la rotación, son características de las dos primeras vértebras; es además la articulación que hace posible el giro de la cabeza de un lado a otro. Las articulaciones deslizantes, donde las superficies óseas se mueven separadas por distancias muy cortas, se observan entre diferentes huesos de la muñeca y del tobillo.

**ARTICULACION COXOFEMORAL:** En la articulación coxo-femoral se ponen en contacto el acetábulo del coxal y la cabeza del fémur. Es una articulación esferoidea que permite grandes movimientos, que están bastante restringidos y limitados a la extensión y flexión (sobre todo en angulados). En carnívoros, se permite la aducción y abducción. Articulación de la cadera, uniendo al fémur con el coxal. La **articulación coxofemoral** es la articulación de la cadera y relaciona al hueso coxal con el fémur.

**CALAMBRE:** espasmo doloroso de un músculo, que ocurre cuando son expuestos al frío o al calor intenso. Pueden ser también producidos por deficiencias en la dieta, como la ausencia de calcio, sodio, vitamina B1.

**CALENTAMIENTO:** conjunto de actividades que sirven de preparación al organismo para la aplicación de cargas más exigentes, con el fin de activar los sistemas funcionales y predisponer al individuo para conseguir rendimientos más elevados.

**COMPOSICIÓN CORPORAL:** El término de composición corporal denota un sistema de teorías y modelos físicos, matemáticos y estadísticos, expresiones de cálculo, y métodos analíticos orientados a comprender cómo está constituido el ser humano, y cómo interactúan entre sí los distintos elementos o compartimientos componentes a lo largo del ciclo biológico del ser humano, y en cada una de las facetas del proceso salud-enfermedad.

**ESTATURA:** Altura total de de una persona.

**FLEXIBILIDAD:** alcance del movimiento alrededor de una articulación (flexibilidad estática); oposición o resistencia de una articulación al movimiento.

**ÍNDICE DE MASA CORPORAL (IMC):** es una manera sencilla para determinar si una persona tiene un peso adecuado. Su fórmula es  $\text{Peso corporal} / (\text{estatura})^2$

**MUSCULOS:** Cada uno de los órganos formados por fibras contráctiles, que producen o contrarrestan los movimientos en los hombres.

**NADO SINCRONIZADO:** es una disciplina que combina natación, gimnasia y danza, consiste en nadadores (solos, por parejas, o en equipos) que realizan en el agua una rutina de movimientos elaborados, al ritmo de la música.

**PESO:** Fuerza con que un cuerpo es atraído asía el centro de la tierra

**PLIEGUES CUTANEOS:** Los pliegues cutáneos son, cómo su nombre lo indica, pliegues en la piel. Pero generalmente se utilizan para checar la cantidad de grasa que se tiene en el cuerpo.

**SOMATOTIPO:** Cuantificación de los tres componentes primarios (endomorfía, mesomorfía y ectomorfía) del cuerpo humano que configuran la morfología del individuo, expresado en tres cifras

**SPLIT:** posición gimnástica que se usa con frecuencia en la clase de Educación Física y que sirve a su vez como punto de partida para la realización de otros ejercicios gimnásticos.

**TALLA:** Estatura o altura de una persona

## 2.4 HIPÓTESIS Y VARIABLES

### 2.4.1 HIPÓTESIS

La estructura somatotipo influye directamente en el desarrollo en la articulación coxofemoral del Nado Sincronizado en la selección de las deportistas del club FEDERAZO en la provincia de Chimborazo año 2008-2009?

### 2.4.2 VARIABLES

Variable independiente: Estructura somatotipo

Variable dependiente: articulación coxofemoral

## 2.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Estructura Somatotipo	Es la composición corporal de un individuo la misma que puede clasificarse en dependencia de las características físicas	Características físicas : Endomorfia Mesomorfia Ectomorfia	Diámetros ( muñecas , codos y rodillas) Perímetros (brazos y piernas)	Hoja de cálculo del somatotipo Grafica de somatocarta.	Bascula tallímetro paquímetro plicómetro o compas de pliegues cutáneos cinta métrica
Articulación coxofemoral	La <b>articulación coxofemoral</b> es la articulación de la cadera y relaciona al hueso <b>coxal</b> con el <b>fémur</b> que se puede medir en el nado sincronizado su amplitud con determinados ejercicios.	Amplitud de la articulación coxofemoral	Parámetros del Split : que se evalúan en tres categorías (B,R,M) 1.-Flor 2.-Paseo al frente. 3.-Paseo atrás.	Experimental Demostrativa	sistema de ejercicios

## **CAPITULO III**

### **3. MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 MÉTODO**

El método de estudio utilizado para esta investigación fue el deductivo –inductivo

#### **TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de investigación utilizada fue descriptivo porque sirvió para explicar las características más importantes del fenómeno estudiado (somatotipo del nado sincronizado)

#### **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

El diseño de la investigación es de campo experimental ya que se realizo la investigación en el lugar donde se desarrollaba el problema, el investigador fungió como mero observador.

#### **TIPO DE ESTUDIO**

El tipo de estudio utilizado en esta investigación es transversal, ya que se recolectaron los datos en un periodo específico de la investigación.

### **3.2 POBLACION Y MUESTRA**

#### **3.2.1 POBLACIÓN**

La población de estudio es la selección de nado sincronizado del club FEDERAZO un total de 15 niñas.

La muestra es la parte representativa de la población en la que realizaremos el estudio y nuestra población es muy pequeña por tanto se estudiara toda la población como muestra de la investigación.

### **3.3 TECNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **OBSERVACIÓN**

#### **GUIA DE OBSERVACIÓN**

### **3.4 TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

#### **Tabulación**

#### **Cuadros**

#### **Gráficos**

#### **Análisis**

#### **Participantes**

Se escogió trabajar con las deportistas del club FEDERAZO. Se trabajaron con 15 deportistas solo mujeres.

### **INSTRUMENTOS Y MATERIALES**

- Hoja del cálculo del somatotipo
- Grafica somatocarta
- Material utilizado
- Programas de Computación
- Báscula:

## Análisis de los resultados

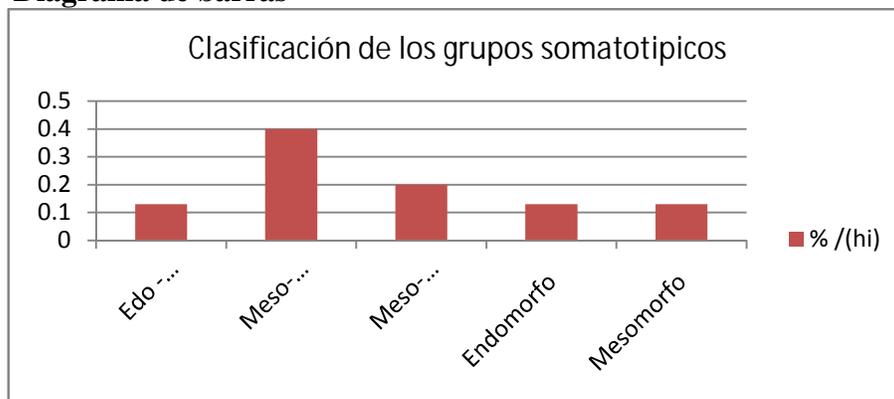
**TABLA No. 1**  
**Clasificación de los grupos somatotípicos**

CLASIFICACIÓN SOMATOTÍPICOS	No. DE DEPORTISTAS(NI)	% / (hi)	Angulo $\leq 360^\circ \times hi$
Endo – Mesomorfo	2	0,13	46,8°
Meso-ectomorfo	6	0,4	144°
Meso-endomorfo	3	0,2	72°
Endomorfo	2	0,13	47°
Mesomorfo	2	0,13	47°
	15	0,99	357°
	n	$\sum hi$	$\sum <$

Fuente: Club  
**FEDERAZO**  
**POR:** Beatriz Quinchuela

**ni**=frecuencia absoluta  
**hi**= frecuencia relativa  
**n**= tamaño de la muestra

**Gráfico No.1**  
**Diagrama de barras**

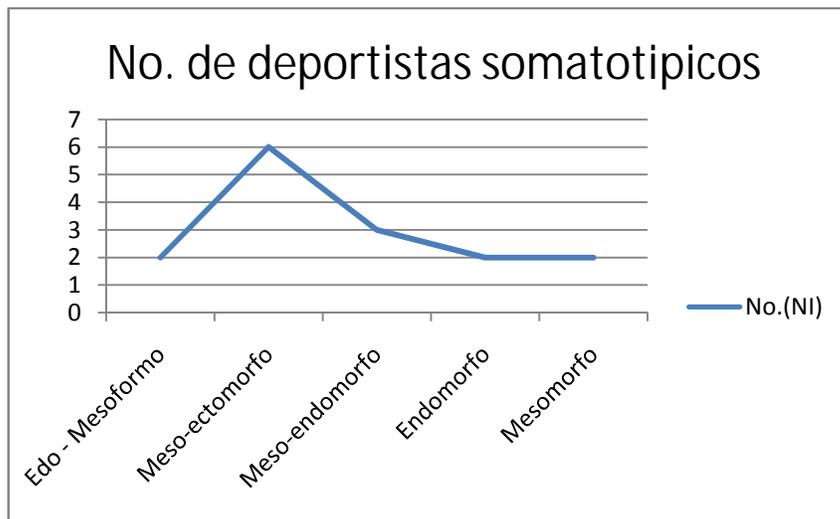


Fuente: Club **FEDERAZO**  
Por: **Beatriz Quinchuela**  
**Interpretación:**

Podemos observar que el 40% de deportistas tienen una clasificación somatotípica meso-ectomorfo; el 20% es meso-endomorfo; el 13% es endo-mesomorfo y el 13% es

endomorfo y 13% mesomorfo. Podemos concluir que el 40% son deportistas con un mejor somatotipo para la realización nado sincronizado

### GRAFICA N.2



**Fuente:** Club FEDERAZO

**Por:** Beatriz Quinchuela

**Interpretación:** Podemos observar que los 6 deportistas son meso-ectomorfo; 3 deportistas meso-endomorfo; las dos son endo-mesomorfo; las dos son endomorfo y las dos últimas son mesomorfo. Podemos concluir que las 6 deportistas están aptas para realizar el nado sincronizado.

**Tabla No. 2**

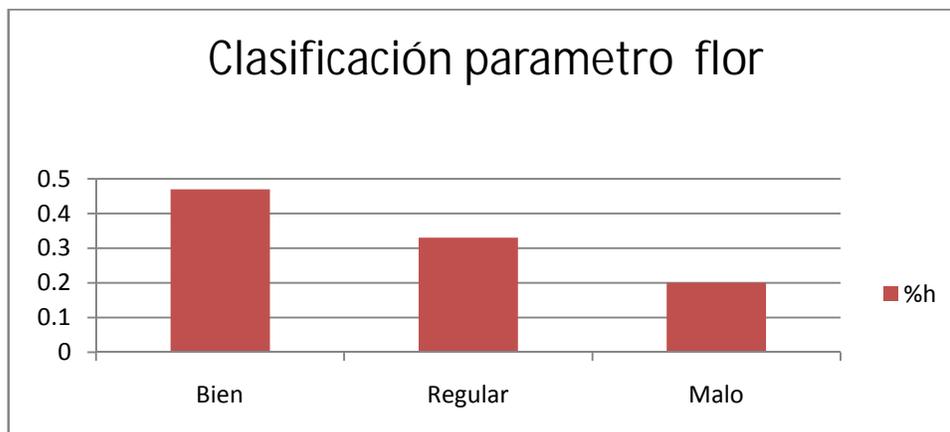
Clasificación de parámetros de flexibilidad

Parámetros Flor	Deportistas	%h
Bien	7	0.47
Regular	5	0.33
Malo	3	0.2
	15	$\sum hi$

Fuente: CLUB FEDERAZO

Por: Beatriz Quinchuela

**Gráfico # 1**



Fuente: Club FEDERAZO

Por: Beatriz Quinchuela

Interpretación: Podemos observar que 7 deportistas tiene una clasificación bien, los 5 deportistas regular y 3 deportistas malo.

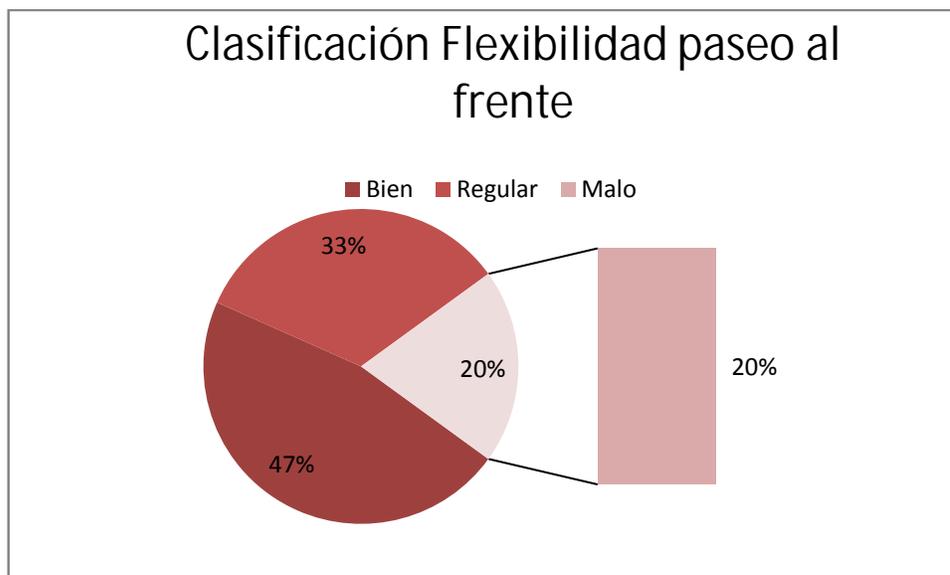
**Tabla No. 3**  
**Clasificación Flexibilidad paseo al frente**

Clasificación paseo al frente	No. De Deportistas	% hi	Ángulo $\leq 360^\circ \times hi$
Bien	7	0,47	169,2
Regular	5	0,33	118,8
Malo	3	0,2	72
	15	1	360
	n	$\sum hi$	$\sum <$

Fuente: CLUB FEDERAZO  
 Por: Beatriz Quinchuela

**Grafica No. 1**

Clasificación  
 Paseo al frente



Fuente: Club FEDERAZO  
 Por: Beatriz Quinchuela

Interpretación podemos observar que el 47% de deportistas tienen el paseo al frente bueno, 33% de deportistas tienen en el paseo al frente regular y el 20% malo

**Tabla # 4**

**Clasificación flexibilidad paseo atrás**

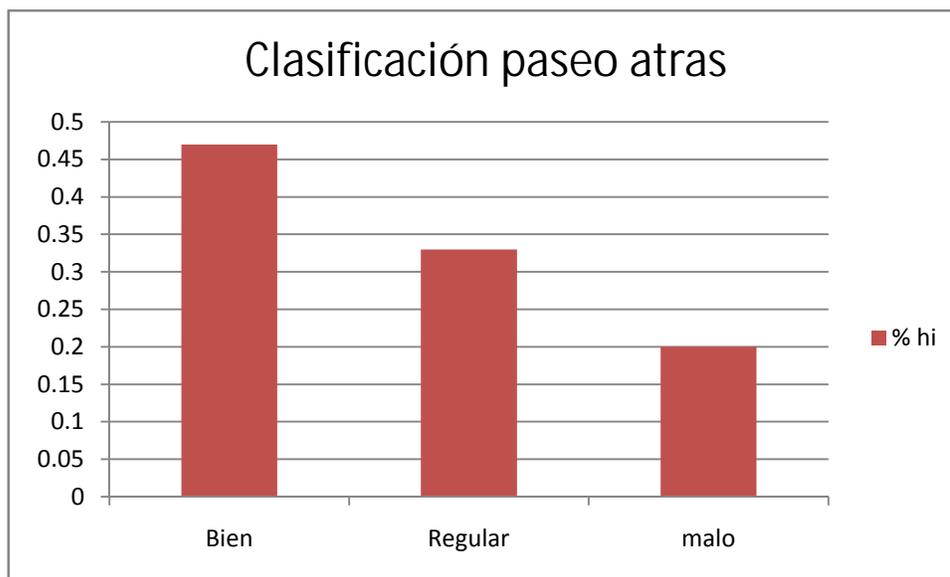
Clasificación paseo atrás	No de deportistas	% hi	Ángulo $\leq 360^{\circ} \times hi$
Bien	7	0,47	169,2
Regular	5	0,33	118,8
malo	3	0,2	72
	15	1	$360^{\circ}$
	n	$\sum hi$	$\sum <$

Fuente: Club FEDERAZO

Por: Beatriz Quinchuela

Gráfico No. 1

Clasificación Paseo atrás



INTERPRETACIÓN: Observamos que 7 deportistas tiene paseo atrás bien, 5 deportistas tiene paseo atrás regular y 3 deportistas tiene paseo atrás malo

**Tabla No.5**

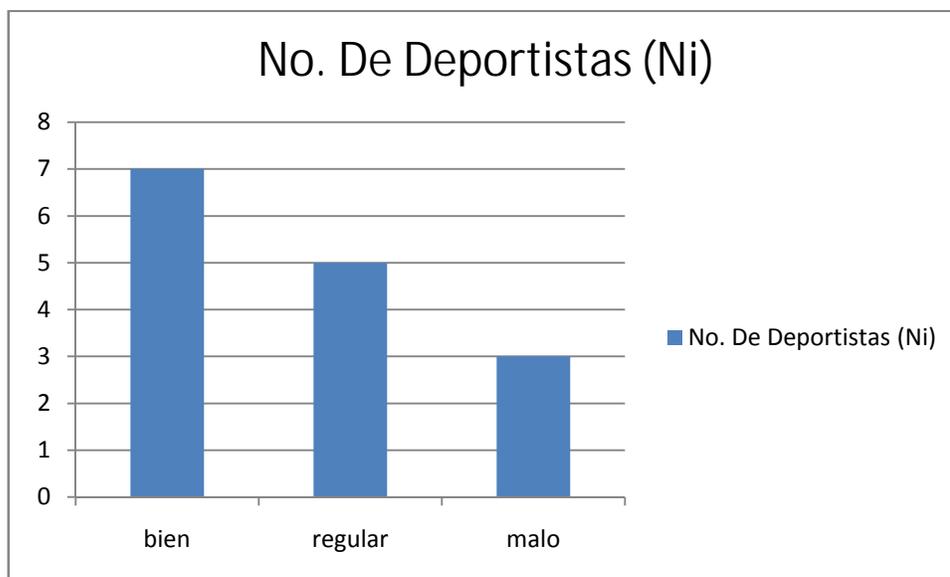
Clasificación de la flexibilidad de los deportistas

Clasificación de la flexibilidad	No. De Deportistas (Ni)	%hi	ángulo $\leq 360^\circ \times hi$
bien	7	0,47	169,2
regular	5	0,33	118,8
malo	3	0,2	72
	15	1	360
	n	$\Sigma hi$	$\Sigma <$

**Fuente: Club FEBERAZO**

**Por: Beatriz Quinchuela**

Gráfica No. 1



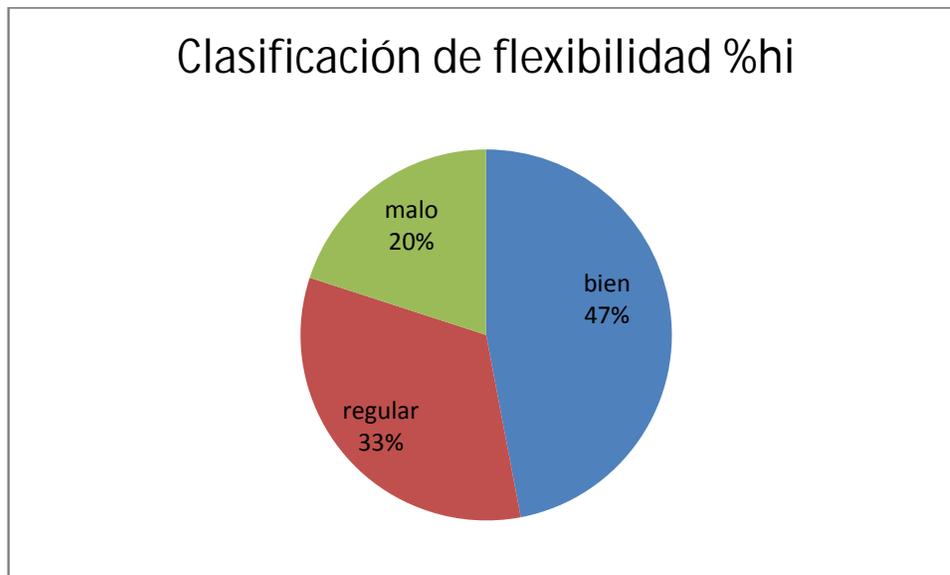
**Fuente: Club FEDERAZO**

**Por: Beatriz Quinchuela**

**Interpretación:** Podemos observar que los 7 deportistas tienen una calificación BIEN, los 5 deportistas REGULAR y los 3 deportistas MALO

Podemos concluir que las 7 deportistas están aptas para la flexibilidad.

### **Grafica No.2**



**Interpretación:** Podemos observar que el 47% de deportistas tiene una buena flexibilidad el 33% regular y el 20% malo.

## **COMPROBACION DE LA HIPOTESIS**

Podemos establecer que la estructura somatotipica influye directamente en el desarrollo en las articulación coxofemoral; teniendo en cuenta que la flexibilidad tiene mucho que ver, al igual que el somatotipo para el desarrollo del nado sincronizado.

En la estructura somatotipica tenemos a las deportistas meso-ectomorfo; con el grado de flexibilidad buena para este deporte.

Estableciendo como resultado que un somatotipo adecuado y con un desarrollo en las articulaciones coxofemorales dan deportistas en nado sincronizado.

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **CONCLUSIONES**

1. Los indicadores somatotipicos de las niñas de nado sincronizado son los que se obtuvieron como resultado: endo-mesomorfo 2niñas, meso-ectomorfo 6 niñas, meso-endomorfo 3 niñas, endomorfo 2 niñas y mesomorfo 2niñas.
2. El número de niñas con el grado de flexibilidad en el desarrollo en la articulación coxofemoral en el nado sincronizado en la selección del club FEDERAZO en la provincia de Chimborazo es de 7 niñas.
3. Se puede establecer que las niñas con un mejor desarrollo de las articulaciones coxofemorales son meso-ectomorfo y con un grado de flexibilidad en el rango establecido bien, que favorecen al nado sincronizado.
4. Los sujetos endomórficos y mesomórficos son típicamente menos flexibles, mientras que los ectomorfo tienden a ser más flexibles, por tanto los indicadores que favorecen al desarrollo de la articulación coxofemoral son: Diámetros y perímetros, parámetros del Split: flor, paseo al frente y paseo atrás.

## RECOMENDACIONES

1. Crear y aplicar un sistema de ejercicios para el desarrollo de la flexibilidad en los deportistas
2. Se debe dar la importancia necesaria al estudio somatotípica para el acontecer deportivo, para así conseguir mejores resultados en cada deporte, y una mayor eficiencia; llevando todos los estudios e investigaciones a la práctica, consiguiendo mejores resultados deportivos.
3. Se debe utilizar los métodos adecuados para el control somatotípica y no causar riesgos en la salud y el rendimiento, y se busque un mejor bienestar de los deportistas

## **BIBLIOGRAFIA**

1. KEVIN Norton, Tim Olds. ANTROPOMETRICA (2000). Edición en Español: Dr. Juan Carlos Mazza. Biosystem Servicio Educativo.
2. Manual de Educación Física y deportes “Editorial Océano” 2005
3. Manual de Federación Cubana de Nado Sincronizado, “Editorial Normas de Selección de Nado Sincronizado y Centro de Alto Rendimiento” 2005
4. Plan de Preparación del Deportista” 2000- 2004
5. Programa de la Federación Internacional de Nado Sincronizado, Editorial “Perfeccionamiento
6. SANDOVAL, Pascorvo. “Medicina del deporte y cultura física”
7. [www.cnar.gob.mx/nado\\_sincronizado.html](http://www.cnar.gob.mx/nado_sincronizado.html)
8. <http://www.efdeportes.com/> Revista Digital - Buenos Aires - Año 10 - N° 84 - Mayo de 2005
9. <http://www.efdeportes.com/> Revista Digital - Buenos Aires - Año 9 - N° 65 - Octubre de 2003
10. <http://www.portalfitness.com/articulos/entrenamiento/somato.htm>

## ANEXOS

### FINANCIEROS

**Tabla 1 PRESUPUESTO**

<b>N°.</b>	<b>DETALLE</b>	<b>COSTO</b>
1	Impresión de tesis	\$ 50,00
2	Copias de las hojas de cálculo somatotipo, hojas de graficas del somatocarta	\$ 50,00
3	Papelería	\$ 20,00
4	Anillados	\$ 15,00
5	Báscula	\$ 45,00
6	Paquímetro	\$ 11, 00
7	Plicómetro	\$ 40,00
8	Tallímetro	\$ 100,00
9	Cinta métrica	\$ 1,50
10	Transporte	\$ 40,00
	<b>Total</b>	\$ 372.50



Foto 19

Se utiliza para determinar el peso corporal total. En realidad, mide la fuerza con la que las personas son atraídas por la tierra y no la masa corporal propiamente dicha. Sin embargo, está establecido que esta fuerza representa la masa corporal. Es conveniente usar modelos que estén validados y que tengan una precisión de 100 gramos. Y su peso máximo debe de ser de al menos de 150 Kg.

- **Tallímetro:**



Foto 20

Utilizado para medir la altura del vértex y la talla sentando.

Consiste en un plano horizontal adaptado, por medio de una guía que acompañan a una escala métrica vertical o un cursor anclado a un carro de medida, que se instala perpendicularmente a un plano base.

La precisión necesaria es de 1mm. Se calibrará periódicamente mediante la comprobación con otra cinta métrica de la distancia entre la horizontal y los diferentes niveles del cursor deslizante.

- **Paquímetro o compás de pequeños diámetros:**



Foto 21

Es un compás de corredera graduado, de profundidad en sus ramas de 50 mm, con capacidad de medida de 0 a 259 mm.

Sirve para medir los diámetros óseos. Normalmente acompañan al conjunto del antropómetro.

La precisión es de 1 mm

- **Plicómetro o compás de pliegues cutáneos:**



Foto 22

También llamado espesímetro o plicómetro.

Mide el espesor del tejido adiposo en determinados puntos de la superficie corporal.

Su característica básica es la presión constante de  $10 \text{ gr/cm}^2$  en cualquier abertura. La precisión debe de ser de 0.1 mm. Los márgenes de medida oscilan entre 0 y 48 mm.

- **Cinta métrica o cinta antropométrica:**



Foto 23

Utilizada en la determinación de perímetros y para la localización del punto medio entre dos puntos anatómicos.

Existen diversos tipos en el mercado pero debe de ser flexible pero no elástica, preferiblemente metálica, de anchura inferior a 7 mm.

Es importante que disponga de un espacio sin graduar antes

del cero y con una escala de fácil lectura que permita una identificación fácil de los números. La precisión debe de ser de 1 mm.

Se recomienda que las unidades de lectura estén en centímetros exclusivamente.

## HOJA DE CÁLCULO DEL SOMATOTIPO

SEXO	FEMENINO
PESO (Kg)	
ESTATURA (cm)	
PI. TRICEPS (mm)	
PI. SUBESCAPULAR (mm)	
PI. PANTORILLA (mm)	
PI. SUPRAESPINAL (mm)	
P. BRAZO FLEXIONADO (cm)	
P. PANTORILLA (cm)	
D. BICONDILAR FEMUR (cm)	
D. BICONDILAR HÚMERO (cm)	

### ENDOMORFIA

	INDICADOR
ESTATURA	
PI. TRICEPS	
PI. SUBESCAPULAR	
PI. SUPRAESPINAL	

$$\text{ENDO} = 0,0000014 * X - 0,00068 * X + 0,1451 X$$

SUMA DE PLIEGUES	
170.18/ESTATURA	

$$\text{ENDO} = 0,0000014X - 0,00068X + 0,1451X =$$

### MESOMORFIA

	INDICADOR
ESTATURA	
PI. TRICEPS (mm)	
PI. PANTORILLA (mm)	
P. BRAZO FLEXIONADO (cm)	
P. PANTORILLA (cm)	
D. BICONDILAR FEMUR (cm)	
D. BICONDILAR HÚMERO (cm)	

$$\text{MESO} = 0,858 * H + 0,601 * F + 0,188 * B + 0,161 * P - 0,131 * E + 4,5$$

$$\text{MESO} = 0,858 * \quad + 0,601 * \quad + 0,188 * (\quad) + 0,161 * (\quad) - 0,131 * \quad + 4,5 =$$

## ECTOMORFIA

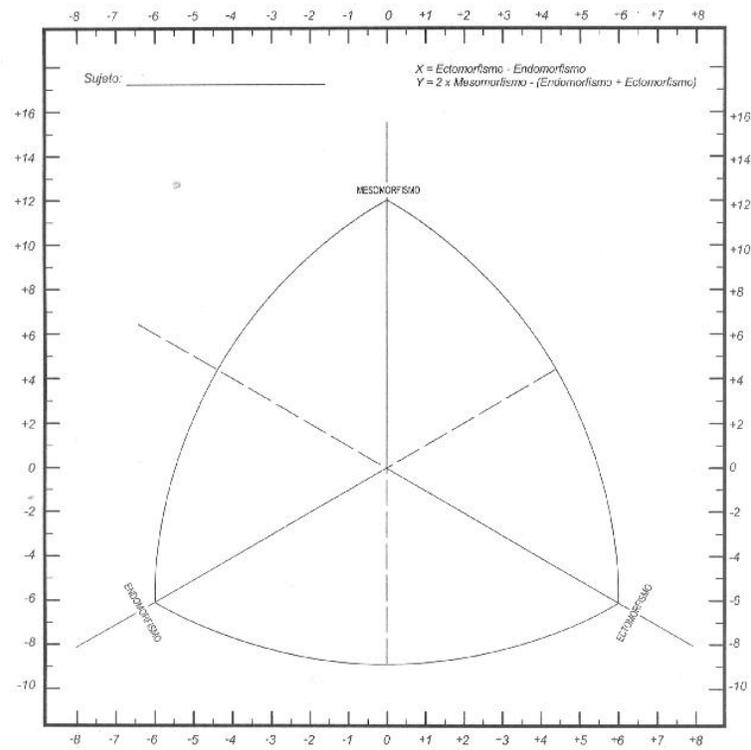
INDICADORES	
ESTATURA	
PESO	

**IP**=estatura/ raíz cubica de peso =

**ECTO**=0,732\* -28,58=

## GRAFICA

### Somatocarta



**X**=ECTO-ENDO

**Y**=2\*MESO-(ECTO+ENDO)

**X**= - =

**Y**=2\* ( )=

