



COLECTIVO DE AUTORES
ADAPTACIONES BIOLÓGICAS EN NIÑOS
Y ADOLESCENTES DEPORTISTAS
PARA EL ALTO RENDIMIENTO
COMPILADOR PEDRO GARCÍA AVENDAÑO



Ministerio
del Poder Popular para el
Deporte



Colectivo de autores

Adaptaciones biológicas
en niños y adolescentes
deportistas
para el alto rendimiento

COMPILADOR PEDRO GARCÍA AVENDAÑO



DEPOSITO LEGAL
LF 2522010796584
I S B N
978 - 980 - 7336 - 00 - 0

Elaboración y producción
Ediciones Olímpicas C.A.

Diseño
FS Imagen y Comunicación

Infografías
Reinaldo Pacheco

Impresión
Editorial Arte

Caracas, enero 2010

PRESENTACIÓN

Uno de los grandes retos que tiene el deporte venezolano es profundizar en la investigación científica y aplicar los conocimientos para seguir aumentando el nivel competitivo de nuestros atletas de alto rendimiento. El deporte moderno tiene cada vez más exigencias y aquella época romántica en la que nuestros deportistas de mayor jerarquía podían florecer de manera silvestre quedó para la memoria de los viejos tiempos.

El Gobierno Bolivariano ha hecho cambios profundos para redimensionar el sistema deportivo nacional. Y una de ellas ha sido, precisamente, valorar, colocar en su justa dimensión el aporte de las ciencias para dotar a los deportistas de mejores herramientas para fortalecer cada aspecto de su fase de formación, desarrollo, preparación deportiva y competencias.

No se trata de utilizar el laboratorio y la investigación para cumplir con la monstruosa formación del súper atleta, que la concepción mercantilista del deporte necesita para superar marcas de manera permanente y alimentar la maquinaria propagandística de infinito progreso.

La concepción del atleta en el socialismo bolivariano es la de un hombre integral. Con la dotación técnica y científica necesaria para competir al más alto nivel, sin violentar los valores esenciales del deporte como son la integridad, la solidaridad y el respeto absoluto por el rival. Ganar es una meta que se construye con constancia, disciplina y sacrificio; porque en el socialismo deportivo la manipulación y la trampa no tienen cabida.

Por ello, saludamos con regocijo este trabajo de investigación, que con paciencia y sabiduría ha recopilado Pedro García Avendaño. Se trata de una obra indispensable para abordar con rigor metodológico cada una de las fases de formación y entrenamiento de los niños y jóvenes que están en pleno proceso de crecimiento y desarrollo deportivo.

Desde el Ministerio del Poder Popular para el Deporte nos comprometemos a difundir esta publicación entre los entrenadores y técnicos que tienen en sus manos la captación y formación de nuestros futuros campeones, en aras de construir ese socialismo deportivo en el que vale tanto una medalla como el esfuerzo, la dedicación y la honestidad para competir sin trampas.

VICTORIA MATA
MINISTRA DEL PODER POPULAR PARA EL DEPORTE

ÍNDICE

Prólogo	13
Introducción a las adaptaciones biológicas de niños y jóvenes deportistas	15
REFERENCIAS	22
1 Crecimiento y respuesta morfofuncional al ejercicio	15
I. INTRODUCCIÓN	23
II. MORFOLOGÍA Y CRECIMIENTO	23
<i>Las relaciones herencia-medio ambiente</i>	25
<i>El patrón general de crecimiento</i>	28
III. DIFERENCIAS SEXUALES EN EL FÍSICO	29
<i>Diferencias en velocidad de crecimiento</i>	31
<i>Adolescencia</i>	31
<i>El desarrollo de los caracteres sexuales en la adolescencia</i>	33
IV. ACTIVIDAD FÍSICA Y CRECIMIENTO	36
<i>Relaciones crecimiento-madurez</i>	36
<i>Antecedentes en el estudio de a actividad física</i>	37
V. LA RESPUESTA FISIOLÓGICA AL EJERCICIO	40
<i>Aparato cardiovascular</i>	41
<i>Frecuencia cardíaca</i>	42
<i>Presión sanguínea</i>	43
<i>Respiración</i>	44
<i>Capacidad vital</i>	47
<i>Temperatura</i>	48
<i>Cambios morfológicos y funcionales bajo condiciones de entrenamiento</i>	50
REFERENCIAS	51
2 Modelos de evaluación integral del potencial atlético en edad escolar. Experiencias y sugerencias	55
I. INTRODUCCIÓN	55
II. LOS MODELOS DE EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ATLÉTICO ESCOLAR	57
III. TRES ASPECTOS BÁSICOS A TOMAR EN CUENTA EN LA SELECCIÓN DEL POTENCIAL ATLÉTICO	60
IV. DETECCIÓN MASIVA DE TALENTOS	65

V.	PAPEL DEL ESTADO DE LA MADURACIÓN DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO, EN EL RENDIMIENTO DEPORTIVO.	
	EL USO DE LA EDAD BIOLÓGICA	67
	<i>Importancia de los ritmos de crecimiento en las variables morfofuncionales, motoras y del rendimiento deportivo</i>	68
VI.	APLICACIONES DE MODELOS DE EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ATLÉTICO ESCOLAR (MEPAE)	70
	<i>Exigencias para la clasificación</i>	70
VII.	EL PESO DE LAS VARIABLES Y PRIORIDADES DENTRO DE CADA SUBSISTEMA DE EVALUACIÓN	74
	<i>Táctica para la evaluación del deportista escolar sobre la base del deporte, sexo y edad</i>	77
VIII.	CONSIDERACIONES FINALES	81
	REFERENCIAS	82
3	Edad biológica, fases sensibles y períodos adecuados para el entrenamiento en el deporte menor	87
I.	INTRODUCCIÓN	87
II.	FASES SENSIBLES Y LOS PERÍODOS ADECUADOS PARA EL ENTRENAMIENTO	88
III.	EDAD BIOLÓGICA, MADURACIÓN Y RENDIMIENTO DEPORTIVO	95
IV.	PICO MÁXIMO DE VELOCIDAD Y RENDIMIENTO DEPORTIVO	98
V.	CONSIDERACIONES FINALES	99
	REFERENCIAS	101
4	Estimación de la composición corporal en niños y jóvenes deportistas: problemas y alternativas	105
I.	INTRODUCCIÓN	105
II.	COMPOSICIÓN CORPORAL: ALCANCES Y LIMITACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS PARA SU ESTIMACIÓN EN NIÑOS Y JÓVENES DEPORTISTAS	106
III.	COMPOSICIÓN CORPORAL Y SU RELACIÓN CON EL CRECIMIENTO Y LA MADURACIÓN	114
IV.	ALTERNATIVAS PARA EL DIAGNÓSTICO Y SEGUIMIENTO DE LOS CAMBIOS EN LA COMPOSICIÓN CORPORAL DE NIÑOS Y JÓVENES DEPORTISTAS	120
V.	CONSIDERACIONES FINALES	121
	REFERENCIAS	122

5	Recomendaciones nutricionales para niños y jóvenes deportistas	129
I.	PRINCIPIOS GENERALES PARA UNA ALIMENTACIÓN EQUILIBRADA	129
II.	MODIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES NUTRICIONALES EN FUNCIÓN DEL EJERCICIO FÍSICO	132
	<i>Cálculo de la ración calórica</i>	133
	<i>Reparto de los principios inmediatos</i>	136
	<i>Aporte de vitaminas y minerales</i>	139
	<i>Distribución de la ingesta</i>	141
	<i>Hidratación</i>	144
III.	CONSIDERACIONES FINALES	147
	REFERENCIAS	148
6	Menarquia en estudiantes de ballet de Cuba	153
I.	INTRODUCCIÓN	153
II.	LOS RESULTADOS	155
III.	DISCUSIÓN	157
IV.	CONSIDERACIONES FINALES	161
	REFERENCIAS	162
	Colectivo de autores	166

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1.	CURVA DE CRECIMIENTO DE LOS DIFERENTES TEJIDOS Y ÓRGANOS	28
FIGURA 1.2.	VOLÚMENES PULMONARES (VALORES PARA ADULTOS EN LITROS)	46
FIGURA 2.1.	EL TALENTO DEPORTIVO Y SU POTENCIAL	57
FIGURA 2.2.	ALGUNAS CONDICIONES BÁSICAS PARA LA REALIZACIÓN DEL MODELO DE EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ATLÉTICO	59
FIGURA 2.3.	MODELO DE PREPARACIÓN MULTILATERAL DEL DEPORTISTA DE ALTO RENDIMIENTO	60
FIGURA 2.4.	MODELO DE EVALUACIÓN INTEGRAL DEL POTENCIAL ATLÉTICO. ESTRUCTURAS DEL RENDIMIENTO DEPORTIVO	60
FIGURA 2.5.	DISTRIBUCIÓN PERCENTILAR DE LA EDAD BIOLÓGICA EN ATLETAS ESCOLARES DE LA RESERVA DEPORTIVA CUBANA	68
FIGURA 2.6.	EVALUACIÓN DEL RITMO DE INCREMENTO Δ DE LA VARIABLE	69
FIGURA 2.7.	MODELO DEL POTENCIAL ATLÉTICO – SUBSISTEMA MORFOLÓGICO.	71
FIGURA 2.8.	MODELO DEL POTENCIAL ATLÉTICO – SUBSISTEMA FUNCIONAL.	72
FIGURA 2.9.	SUBSISTEMA DE EVALUACIÓN MORFOLÓGICA	75
FIGURA 2.10.	SUBSISTEMA DE EVALUACIÓN PSICOLÓGICA	75
FIGURA 2.11.	SUBSISTEMA DE EVALUACIÓN FUNCIONAL. ATLETISMO: VELOCIDAD.	76
FIGURA 2.12.	SUBSISTEMA DE EVALUACIÓN FUNCIONAL. ATLETISMO: FONDO.	76
FIGURA 2.13.	TÁCTICA PARA LA EVALUACIÓN DEL DEPORTISTA ESCOLAR SOBRE LA BASE DEL DEPORTE, SEXO Y EDAD.	77
FIGURA 2.14.	ESTUDIO NACIONAL DE LA RESERVA DEPORTIVA	77
FIGURA 2.15.	ESTUDIO NACIONAL DE LA RESERVA DEPORTIVA	77
FIGURA 2.16.	ESTATURA COMO INDICADOR DEL SUBSISTEMA MORFOLÓGICO DE DEPORTISTAS ESCOLARES CUBANOS EN EL BALONCESTO	78
FIGURA 2.17.	RESISTENCIA COMO INDICADOR DEL SUBSISTEMA MORFOLÓGICO DE DEPORTISTAS ESCOLARES CUBANOS EN EL BALONCESTO.	78
FIGURA 2.18.	VOLEIBOL VARONIL. MASA MUSCULAR. ESTUDIO SOMA.	79
FIGURA 2.19.	BÉISBOL. DISTANCIA, CARRERA 40 SEG.	80
FIGURA 2.20.	BÉISBOL Y BALONCESTO. VELOCIDAD: 50 M/V.	80
FIGURA 2.21.	BÉISBOL Y BALONCESTO. DESPEGUE VERTICAL	80
FIGURA 3.1.	REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LAS FASES Y PERÍODOS SENSIBLES	89
FIGURA 3.2.	DISTINTOS NIVELES DE MADURACIÓN, DIFERENTES RESPUESTAS AL ENTRENAMIENTO	97
FIGURA 3.3.	VELOCIDADES DE DESARROLLO RELATIVO PARA EL PICO MÁXIMO DE VELOCIDAD EN ESTATURA (PMVE)	99
FIGURA. 4.1.	MODELO DE FRACCIONAMIENTO DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL EN CINCO NIVELES.	107
FIGURA 4.2.	REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA DERIVACIÓN DE VALORES DEL PORCENTAJE DE GRASA A PARTIR DEL MÉTODO DENSITOMÉTRICO.	111
FIGURA 4.3.	CAMBIOS EN EL GROSOR DE LOS PANÍCULOS ADIPOSOS (TRÍCEPS Y SUBESCAPULAR) EN VARONES Y HEMBRAS DE 2 A 18 AÑOS.	118
FIGURA 4.4.	CAMBIOS EN LA MASA GRASA Y EN LA MASA MAGRA PARA VARONES Y HEMBRAS DE 8 A 28 AÑOS	118
FIGURA 5.1.	NORMAL GENERAL PARA PLANIFICAR UNA ALIMENTACIÓN BALANCEADA	130
FIGURA 5.2.	GASTO ENERGÉTICO EN FUNCIÓN DE LA MODALIDAD DEPORTIVA.	132
FIGURA 5.3.	FACTORES EXÓGENOS QUE ACTÚAN SOBRE EL GASTO CALÓRICO.	134
FIGURA 5.4.	CARGA FÍSICA Y CANTIDAD DE CARBOHIDRATOS	137
FIGURA 5.5.	FACTORES QUE INCIDEN EN AUMENTO DE TEMPERATURA CORPORAL DURANTE EL EJERCICIO	145

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1.1. CUADRO CRONOLÓGICO DE LA FRECUENCIA DE PULSACIONES	43
CUADRO 1.2. VALORES DE PRESIÓN ARTERIAL	44
CUADRO 1.3. CAPACIDAD VITAL EN DISTINTOS GRUPOS (EN CM CÚBICOS)	47
CUADRO 2.1. NORMAS PERCENTILARES DE LA POBLACIÓN CUBANA PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL TOTAL (%). SEXO MASCULINO	62
CUADRO 2.2. INDICADORES DEL TAMAÑO. VOLEIBOLISTAS ÉLITES NORTEAMERICANOS	63
CUADRO 2.3. CARACTERÍSTICAS PSICOLÓGICAS DE ESCOLARES ESPAÑOLES DEPORTISTAS Y NO DEPORTISTAS	63
CUADRO 2.4. MODELO CINEANTROPOMÉTRICO DE LA DIVISIÓN DE 57 KG. DISTRIBUCIÓN PERCENTILAR	64
CUADRO 2.5. CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA LA DETECCIÓN MASIVA DEL POTENCIAL ATLÉTICO, MEDIANTE LAS NORMAS NACIONALES DE EFICIENCIA FÍSICA	66
CUADRO 2.6. ESQUEMA DE DETERMINACIÓN DE LAS POSIBILIDADES POTENCIALES DEL DEPORTISTA	69
CUADRO 2.7. PRUEBAS DE CAMPO. NIVEL DE PREPARACIÓN FÍSICA GENERAL	73
CUADRO 2.8. PRUEBAS DE CAMPO. NIVEL DE PREPARACIÓN FÍSICA ESPECIAL	74
CUADRO 2.9. EXIGENCIAS PARA LOS INDICADORES CINEANTROPOMÉTRICOS A EVALUAR Y SU CALIFICACIÓN. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ATLÉTICO ESPAÑOL	76
CUADRO 3.1. MODELO DE LAS FASES FAVORABLES DE LA CAPACIDAD DE ENTRENAMIENTO (FASES SENSIBLES)	92
CUADRO 3.2. TENDENCIAS EN EL NIVEL DE MADURACIÓN BASADAS EN LA EDAD ESQUELÉTICA Y LAS CARACTERÍSTICAS SEXUALES SECUNDARIAS (EXCLUYENDO LA MENARQUIA) EN NIÑOS Y ADOLESCENTES ATLETAS.	98
CUADRO 4.1. MODELOS TEÓRICOS DE REFERENCIA UTILIZADOS EN LA ESTIMACIÓN DE DISTINTAS FRACCIONES DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL	109
CUADRO 5.1. REQUERIMIENTOS ENERGÉTICOS DIARIOS TOTALES Y POR UNIDAD DE PESO	130
CUADRO 5.2. REQUERIMIENTOS DIARIOS DE PROTEÍNAS.	130
CUADRO 5.3. MINERALES: CANTIDADES DIARIAS RECOMENDADAS	130
CUADRO 5.4. VITAMINAS LIPOSOLUBLES: CANTIDADES DIARIAS RECOMENDADAS.	131
CUADRO 5.5. VITAMINAS HIDROSOLUBLES: CANTIDADES DIARIAS RECOMENDADAS	131
CUADRO 5.6. CÁLCULO DEL CER Y DEL GASTO ENERGÉTICO DIARIO TENIENDO EN CUENTA LAS DIFERENTES ACTIVIDADES REALIZADAS A LO LARGO DEL DÍA. NIÑOS Y NIÑAS HASTA LOS DIECIOCHO AÑOS	136
CUADRO 5.7. CONSUMO ENERGÉTICO DIARIO EN DISTINTOS GRUPOS DE DEPORTISTAS	136
CUADRO 5.8. CONSUMO PROTEICO DIARIO EN DISTINTOS GRUPOS DE DEPORTISTAS	139
CUADRO 5.9. CANTIDADES DE ALIMENTOS SEGÚN SE COMPRAN (INCLUIDO DESPERDICIO), QUE CONSTITUYEN UNA RACIÓN PARA NIÑOS ENTRE UNO Y DOCE AÑOS.	142
CUADRO 5.10. CANTIDADES DE ALIMENTOS SEGÚN SE COMPRAN (INCLUIDO DESPERDICIO), QUE CONSTITUYEN UNA RACIÓN PARA JÓVENES ENTRE TRECE Y DIECIOCHO AÑOS	142
CUADRO 5.11. TASAS DE SUDORACIÓN EN DEPORTISTAS ADOLESCENTES	146
CUADRO 5.12. CONSUMO DE AGUA TOTAL DIARIO	146
CUADRO 5.13. INGESTIÓN DIARIA DE LÍQUIDOS TOTALES	146
CUADRO 6.1. VALORES MEDIOS DE LA EDAD DE LA PRIMERA MENSTRUACIÓN EN ESTUDIANTES DE BALLETO DE CUBA.	156

PRÓLOGO

La idea sobre este manuscrito surgió a partir de los contactos y conversaciones realizadas entre los distintos investigadores que en este libro integran el Colectivo de Autores. Tal inicio se sitúa en el marco del Congreso de Iberoamericano de Antropología Física, realizado en Cuba en el año 2007, donde se presentaron algunos avances de las investigaciones desarrolladas en países como Cuba, México, España y Venezuela sobre distintas disciplinas deportivas, observándose una preocupación generalizada por el deporte infantil y sus implicaciones sobre la biología humana, los proceso de adaptación de acuerdo al crecimiento, desarrollo, maduración y nutrición. Durante las exposiciones se expuso la necesidad de contar con referencias y material bibliográfico actualizado que reflejaran la realidad del deporte infantil y su adecuada conducción hacia la alta competencia tomando en cuenta los múltiples factores que intervienen en ese camino. Fue así como iniciamos este plan, a cada investigador o investigadora se le asignó un tema o contenido según sus líneas de investigación, luego se discutieron los lineamientos generales sobre la estructuración y desarrollo de los temas y por último la revisión de cada uno de los textos, todos ellos aplicados al deporte menor. Es necesario destacar que es mucho lo que falta por hacer e investigar, tanto en el ámbito nacional como internacional, en lo que respecta a los estudios sobre el niño y sus respuestas al ejercicio. En ese sentido, considero que por primera vez se conjugan en nuestro continente un loable esfuerzo por reunir a tan renombrados expertos y expertas, que con sus conocimientos en el área, pueden aportar soluciones a los múltiples problemas que se derivan del entrenamiento para la alta competencia y con ello ayudar al control biomédico que garantice el éxito deportivo y sobre todo preserve la salud de los noveles atletas a largo plazo.

DR. PEDRO GARCÍA AVENDAÑO
COORDINADOR DE LA OBRA

INTRODUCCIÓN A LAS ADAPTACIONES BIOLÓGICAS DE NIÑOS Y JÓVENES DEPORTISTAS

PEDRO L. BRITO N.
RUBÉN J. PEÑA O.

Una breve presentación a la temática de las *Adaptaciones Biológicas en Niños y Jóvenes Deportistas* plantea un tema de múltiples enfoques y que requiere de un amplio abordaje, los puntos a señalar en este texto preliminar se limitan a ser una presentación de los contenidos hacia los que se orientaran las discusiones. En un inicio se hace necesario presentar la panorámica de la actividad física actual, pasando luego a indicar el origen de las capacidades físicas humana contemporáneas, así como las definiciones e implicaciones de la adaptación en el contexto de los deportes, con especial atención a los niños y jóvenes.

En la era actual, con sus avances e invenciones, se evidencia una progresiva reducción de las demandas físicas en la población general, en contraste con una exigencia cada vez mayor ante los deportistas de todas las edades. En uno y otro caso se tienen casos de adaptación, entendiendo por la misma la capacidad de dar respuestas a las condiciones del medio ambiente. En el caso concreto de la adaptación en deportistas, se está ante un grupo humano peculiar, en tanto que sus ambientes y las expectativas sobre los mismos los diferencian de cualquier otro conjunto de sujetos. Este conjunto de individuos, a pesar de ser contemporáneos con una población general con tendencia a disminuir su actividad física, se encuentran sometidos a regímenes o estilos de vida que exigen el desplie-

gue de gran actividad física, por lo que su adaptación a tales demandas les proporcionan características distintivas (Platonov, 1994).

Lo que comúnmente los profesionales e investigadores de ciencias del deporte evalúan de la adaptación es un producto de genética y de medio ambiente, es decir, el fenotipo como resultado de la interacción es lo que se observa en una evaluación morfológica. Este tipo de exámenes abordan lo actual del cuerpo en estudio, tratan de describir e interpretar las variables presentes en un momento dado, considerando las mismas como resultado de una historia particular a cada caso, sin embargo se mantiene en mente que es también un fruto de la historia colectiva de la humanidad en el proceso evolutivo (Ortega, 1990).

La morfología de la especie humana es un producto de la evolución, en donde se considera la progresiva adaptación al medio y la reproducción diferencial. Las habilidades y características físicas actuales, tales como el bipedismo, la coordinación podomotora, tacto-visual y la percepción y manejo del espacio corporal en general, fueron en su momento rasgos para la supervivencia de los especímenes que las presentaban, logrando (gracias a su uso y desarrollo) una adaptación que posibilitó el traspaso de la carga genética que les daba origen a la siguiente generación, con lo que al paso del tiempo se producían variaciones que eran sometidas nuevamente a la presión selectiva del medio, siendo este un proceso evolutivo continuo. En la actualidad las presiones adaptativas sobre la especie humana continúan, pero en el caso de los deportistas las mismas no son estrictamente sobre su supervivencia como organismos si no como miembros de su propio grupo de practicantes, en todo caso las adaptaciones que se presentan están enmarcadas en principios asimilables a los de la antigüedad, pero bajo motivaciones diferentes (Ortega, 1990).

La adaptación es tanto un proceso como un resultado, en lo primero designa las fases durante las cuales el sistema biológico se ajusta a condiciones medioambientales internas y externas, en cuanto a lo segundo refiere a respuestas concretas que da el organismo ante la presión del medio procurando mantener su aptitud para sobrevivir en el mismo. En todo esto cabe indicar que la adaptabilidad es un término que indica el potencial de adaptarse presente en una entidad dada (Platonov, 1994; Kent, 2003).

Los conceptos mencionados en el párrafo anterior hallan especial importancia en el ámbito de los deportes. Se espera de los deportistas los ideales subyacentes en la esencia de la competencia olímpica, resumido en el “más rápido, más alto, más fuerte” (*citius, altius, fortius*), de allí que las exigencias que enfrentan son de un nivel extremadamente elevado.

El entrenamiento al que se ven sometido los organismos, se enfoca en el mejoramiento duradero de las respuestas biológicas, con los incrementos que tales mejoras implican (Hahn, 1988). En tal contexto, se presenta la continua necesidad de adaptación, con la existencia de diferentes ciclos de entrenamiento que se orientan al logro de reacciones adecuadas a diversos requerimientos, esto lleva al logro de una adaptación a condiciones específicas, lo que se denomina especialización deportiva y que puede ser identificado en todo tipo de deportes (Vólkov y Filin, 1989).

Las adaptaciones humanas en el deporte se manifiestan de manera más patente en los cambios morfofuncionales, siendo morfológicos al implicar cambios de las estructuras corporales y funcionales al dar origen a transformaciones de los sistemas fisiológicos, todo esto en relación con los estímulos o estrés que sufran los sujetos. Un entrenamiento sistemático diseñado para un lapso de tiempo en las etapas de inicio de la vida conllevan transformaciones que obtendrán resultados según el estado general del desarrollo, crecimiento y maduración, ya que cada variable por separado y en conjunto presentan diferentes grados de sensibilidad a influencias del medio o eco-sensibilidad, aunando a esto la necesaria preparación didáctico-metodológica de profesionales que desarrollen en paralelo los aspectos biológicos y motivacionales o volitivos de los individuos (Hahn, 1988).

Ampliando lo referido a la morfología, se ha de considerar que las variables de la estructura física difieren en su eco-sensibilidad, existiendo limitantes que condicionan la adaptación y por ende el rendimiento deportivo. En el caso de sujetos de corta edad, los procesos de crecimiento, desarrollo y maduración juegan un peso fundamental en su morfología y adaptabilidad (Peña, 1991; Malina, Bouchard y Bar-Or, 2004).

Estos procesos que se mencionan en el párrafo anterior se hallan íntimamente ligados. Las etapas iniciales de la vida muestran una sucesión rápida de transformaciones, adecuaciones y ajustes de todo tipo que se encaminan a la configuración corporal adulta, en un proceso que plantea cierta teleología, en tanto que traza una finalidad última que es el logro del estado de adultez o de término del organismo. Se tiene que considerar en primer lugar que el crecimiento es un aumento de tamaño por hipertrofia o hiperplasia o ambos inclusive, al superar la juventud el crecimiento general decae e incluso se produce una disminución en el tamaño ante procesos degenerativos asociados al avance de la edad. El desarrollo implica en buena parte el crecimiento corporal, pero centra su sentido en la progresiva especialización que surge del incremento aditivo de la complejidad del organismo y los subsistemas que lo conforman. Finalmente, la

maduración tiene que ver con el proceso de adquisición de forma y función adulta de un sistema o estructura, por lo que la finalización de este proceso marca el advenimiento de la adultez (Zielinsky, 1996; Kent, 2003).

El entrenamiento sistemático de los deportistas lleva, en el caso de la fisiología, a la presencia de importantes ajustes orgánicos en diversos sistemas, entre los cuales resaltan el cardio-pulmonar y osteo-muscular, en donde las adaptaciones apuntan en dos direcciones: la primera a la producción de mayores cantidades de energía (aumento del volumen sanguíneo impulsado por el corazón, expansión del sistema de venas y arterias, así como el aumento de la capacidad vital, entre otras); mientras que la segunda se dirige hacia el aprovechamiento de la energía a fin de dar respuesta directa al medio (hiperplasia e hipertrofia del tejido sometido a entrenamiento, acondicionamiento de fibras de contracción rápida y lenta, entre otras adaptaciones). En ambas direcciones el organismo percibe una carga de estímulos que desencadenan estrés y respuestas adaptativas (Peña, 1991; Kent, 2003).

El término adaptación se asocia con el de estrés al considerar al primero como un estado de tensión general del organismo, situación que se manifiesta ante un excitante fuerte (estrés) y tiene una finalidad evolutiva de supervivencia. Se muestran dos posibles reacciones: si el excitante de muy fuerte naturaleza o de muy larga duración se conduce a la larga a un síndrome de estrés-fatiga, pero si el excitante no supera la capacidad de respuesta del organismo y permite períodos de recuperación, sirve de desencadenante del proceso adaptativo llevando a la movilización y distribución de los recursos energéticos y estructurales (Platonov, 1994).

Aplicando los principios señalados, el entrenamiento de deportistas es un factor estresante, que en el caso de llevarse a cabo con adecuada dosificación logra estimular la adaptación del organismo a condiciones de mayor exigencia a lo habitual de un modo progresivo, con lo que se cultiva un repertorio de respuestas adaptativas que enriquecen al deportista en procura de sus mejores resultados, cuando conduce al síndrome estrés-fatiga se halla ante un sobreentrenamiento que puede atentar contra el logro de máximos resultados a lo largo del tiempo de vida deportiva (Vólkov y Filin, 1989; Platonov, 1994).

El problema del sobreentrenamiento se hace común cuando los profesionales de la salud y ciencias aplicadas al deporte no logran brindar orientación a un número cada vez mayor de deportistas o cuando las exigencias de los deportistas se incrementan a fin de superar sus marcas. En estas condiciones, las lesiones por deficiencia en la adaptación del cuerpo a los requerimientos se consideran difíciles de evitar, para el caso de de-

portistas de alto nivel (sea cual sea su edad) estas lesiones constituyen un gran problema ya que les impiden realizar su entrenamiento además de que y pueden hacerse crónicas si es que continúan con él (Arroyo, 2006).

Cuando las lesiones por sobreentrenamiento se hacen crónicas son aún más difíciles de tratar y pueden provocar un retiro prematuro, de allí que se necesita de un diagnóstico correcto y tratamiento adecuado, a fin de superar tales situaciones. En este sentido de prevención de sobreentrenamiento y sus lesiones, especialmente en niños y jóvenes, se encuentran recomendaciones de dosificación de las cargas de entrenamiento personalizadas a fin de considerar la individualidad del sujeto y su estado dentro de los procesos en los que se ve inmerso hacia la adultez. Se ha de recordar que si bien el estímulo con cargas llevando al límite del cansancio al sistema obliga al mismo a su preparación para este nuevo nivel de exigencia, tal adecuación solo es posible si media un tiempo adecuado de recuperación, así el equilibrio del binomio esfuerzo-descanso es fundamento para las adaptaciones sin lesiones por sobreentrenamiento (Hahn, 1988; Arroyo, 2006).

Los diversos problemas de las adaptaciones en el deporte cobran nuevas dimensiones en el caso de niños y adolescentes, en donde hay que considerar tres aspectos peculiares. El primero es la individualización del entrenamiento, no sólo a las características presentes (cuestión que se encuentra en el acondicionamiento de otros grupos etarios) sino con miras a sus transformaciones y el estado de sus procesos de maduración, crecimiento y desarrollo, que cuentan con diferentes ritmos e hitos que posibilitan o no determinadas adaptaciones en un momento dado. El segundo aspecto se enfoca en el entrenamiento; esta actividad es orientada por los entrenadores respectivos, pero tal como se indicó en la idea anterior, los diferentes períodos de la vida de un joven deportista implicarán variaciones en su preparación a fin de ajustar los entrenamientos al ciclo natural de su desarrollo y posibilitar el logro de máximos beneficios con los menores riesgos, de allí la importancia de que el entrenador conozca los procesos involucrados y en consecuencia aplique sus planes de trabajo adecuadamente. Finalmente, se tiene la detección de talentos deportivos, para su correcta orientación es imprescindible el conocimiento del primer aspecto a fin de identificar verdaderos talentos, así como no llevar a cabo sobreentrenamientos que trastoquen el futuro deportivo de los jóvenes atletas (Vólkov y Filin, 1989; Blimkie, 2006).

El entrenamiento de los niños y jóvenes enfoca hacia la mejora duradera de las capacidades biológicas y volitivas, conduciendo las adaptaciones progresivamente y por fases hacia el dominio de exigencias mayores,

apoyando el aprendizaje de nuevos movimiento, capacidades y patrones motrices en otros previamente adquiridos. Es vital en estas actividades observar el *tempo* natural de cada organismo, en donde los períodos de incrementos rápidos se siguen de cierta estabilidad relativa, cuestión que hace discutir sobre la continuidad del entrenamiento ya que si bien se necesita de descanso para la recuperación un cese de actividades prolongado puede dar al traste los resultados positivos del entrenamiento (Hahn, 1988). Es ante este equilibrio de condiciones que se puede considerar a un talento deportivo como producto complejo entre una herencia genética que favorecen el rendimiento de un sujeto dentro de una práctica deportiva, un entrenamiento dosificado según sus etapas de desarrollo y una selección adecuada por parte del entrenador, ya que su conocimiento y *praxis* le permite identificar individualidades excepcionales.

Es claro que para lograr una aplicación real de un conocimiento, primero este ha de ser adquirido y procesado por parte de la persona que lo hará posible. Tal idea puede ser considerando como el eje a partir del cual se estructuran todos los contenidos de la obra a la que este apartado sirve de introducción, es decir, hacer accesible el conocimiento teórico y ejemplificar con investigaciones de casos particulares.

Para cumplir con el objetivo de brindar informaciones pertinentes y útiles para su aplicación en el entrenamiento de niños y jóvenes se inicia la exposición de los restantes apartados, en donde se abordan los temas del crecimiento humano, el desarrollo del cuerpo, la maduración de los sistemas orgánicos de niños y adolescentes con especial atención a las adaptaciones biológicas que se asocian con la práctica de actividad física y muy especialmente con la ejecución deportiva. Seguidamente, se procede a discutir los modelos de evaluación del potencial atlético en etapas tempranas de la vida, marcando la importancia que tiene la detección de talentos y la evaluación de las variables biológicas, así como su desarrollo y las formas de estimular el dominio y logro de nuevos niveles de manejo del cuerpo como medio de expresión deportivo.

Un aspecto que se afronta en capítulo posterior resulta clave para el logro del éxito de los encargados del entrenamiento de niños y jóvenes, es el referido a las fases sensibles y las fases críticas de desarrollo, términos con los que se señalan en distintas bibliografías los lapsos de la vida de los sujetos en que son particularmente susceptibles de dar una respuesta entrenada optima, tiempo en el que el entrenamiento debería enfocarse con atención y respetar la evolución del sistema bio-sicológico a fin de no exigir fuera de la etapa correspondiente resultados que en tal instante se encuentran fuera de alcance, a fin de que al término del entrenamiento

se domine realmente las habilidades y se acoplen las mismas con el ritmo natural del desarrollo, la maduración y el crecimiento del ser humano.

Para el siguiente apartado se presenta un tema que requiere especial atención por parte de los profesionales encargados del control del entrenamiento de niños y adolescentes, es el referido a la estimación de la composición corporal en estos grupo de edades, puesto que presentan peculiaridades que exhortan a la cautela al momento de emitir resultados sin una previa y clara reflexión, los procedimientos de arreglo según la masa total muestran consecuencias adversas al no tomar en cuenta la separación de los componentes de esta variable, esto es así porque cada especialidad deportiva requiere una cierta proporción de estos para lograr el fenotipo óptimo para el éxito deportivo, pero además, las etapas iniciales de la vida se caracterizan por los cambios en la constitución y el reacomodo de los porcentajes presentes e incluso de su densidad, siendo un ejemplo clásico la flacidez de los músculos en la infancia por la mayor proporción de agua corporal y la progresiva tonificación del tejido muscular a partir de la pubertad asociado al desarrollo sexual y a la maduración del sistema osteo-neuro-muscular (Tanner, 1978; Malina, Bouchard y Bar-Or, 2004).

Es obvio que la composición de un cuerpo dado lo será en función de la ingesta que el mismo realice, por ello, en el capítulo siguiente se abordan los temas referidos a las adaptaciones que se han de llevar a cabo en cuanto a la nutrición de los niños y jóvenes deportistas, considerando que los mismos no son pequeños adultos, pero tampoco resultan niños estadísticamente normales, puesto que para pertenecer a tal grupo deben exhibir rasgos que los ubiquen por encima del promedio, esto conlleva particularidades en su nutrición que incluso varían según el tipo y las demandas del deporte que practiquen.

Finalmente, como una muestra de una investigación desarrollada en el campo y abordando específicamente la aplicación en el área de la maduración sexual de adolescentes femeninas, se discute la menarquia en estudiantes de ballet de cuba y la interacción de este importante hito en el desarrollo y maduración con la actividad física desarrollada por este grupo de jóvenes féminas. Ya una vez presentados los temas anteriores, se vislumbra un amplio panorama para investigaciones, discusiones y aplicaciones de muy diversas áreas del conocimiento, lo que resulta ser la motivación central del desarrollo de los trabajos que conforman la obra que se presenta, en la que se espera aportar ideas y recomendaciones para materializar el ideal de un niño y joven deportista pleno, no explotado sino vital, haciendo realidad la frase platónica "Mente sana en cuerpo sano" (*Mens sana in corpore sano*).

Referencias

- ARROYO, F (2006). Lesiones por sobrentrenamiento en niños y adolescentes. *XII Curso de Ciencias del Deporte GSSI "Niño y Ejercicio Físico"* Caracas, 20 y 21 de noviembre, 2006
- BLIMKIE, CJ (2006). Más alto, más fuerte, más rápido... ¿Cual es el mejor consejo para atletas que buscan ganar peso, velocidad y potencia? *XII Curso de Ciencias del Deporte GSSI "Niño y Ejercicio Físico"* Caracas, 20 y 21 de noviembre, 2006
- HAHN, E (1988) *Entrenamiento con niños: Teoría, Práctica, Problemas Específicos*. Ediciones Martínez Roca, S.A., Barcelona-España
- KENT, M (2003) *Diccionario Oxford de Medicina y Ciencias del Deporte*. Paidotribo, Barcelona-España.
- MALINA, R.M., Bouchard, C. y Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation and physical activity*. Human Kinetics, Champaign, Il, EE.UU.
- ORTEGA, A (1990) "Bases evolutivas de la actuación deportiva" en *Simposium de Kinantropometría*. Cuaderno N° 8, Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales – FACES – UCV, Caracas.
- PEÑA, ME, (1991) *Crecimiento y respuesta morfofuncional al ejercicio*. Colección Científica-Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- PLATONOV, V.N. (1994) *Las Adaptaciones en el Deporte*. Paidotribo, Barcelona-España.
- TANNER, J.M. (1978) *El hombre antes del hombre*. Fondo de Cultura Económica. México.
- VÓLKOV, VM y Filin, VP (1989) *Selección Deportiva*. Vnesshtorgizdat, Moscú.
- ZIELINSKY, L (1996). Crecimiento, desarrollo y maduración. Parte I. *Rev Cubana Ortod* 1996; 11(1) Disponible en línea en: http://bvs.sld.cu/revistas/ord/vol11_1_96/ord08196.htm Consultado: 23/01/2007

1. CRECIMIENTO Y RESPUESTA MORFOFUNCIONAL AL EJERCICIO

MARÍA EUGENIA PEÑA REYES

I. Introducción

El contenido de este capítulo se fundamenta en el contenido teórico del libro de mi autoría *Crecimiento y Respuesta Morfofuncional al Ejercicio*, publicado en la colección científica, Serie Antropología Física, editado por el Instituto Nacional de Antropología e Historia en 1991 en México. El presente texto incorpora algunos elementos adicionales que complementan la versión original, con las respectivas referencias, encaminadas a la búsqueda de nuevas perspectivas en la exploración del estado actual de los estudios de crecimiento, desarrollo y la respuesta morfofuncional ante el ejercicio y la actividad física.

El propósito de este texto a manera de introducción para el volumen se justifica en razón de su énfasis en la necesidad de considerar el conocimiento de la dinámica de los procesos de crecimiento y desarrollo en el contexto de la actividad física en general y en particular en la práctica deportiva, que se abordan con mayor profundidad en los apartados posteriores.

II. Morfología y Crecimiento

La influencia de la morfología corporal sobre el rendimiento deportivo se ha estudiado con gran interés, desde mediados del siglo pasado de-

bido a la creciente participación de atletas jóvenes, con especial atención en sus inicios, en los atletas olímpicos, poniendo especial atención a la relación entre los deportes y la composición corporal, estimada a través de los somato tipos, destacando los de Correnti (1964), Tanner (1964) y De Garay (1974), referidos por este último. Sin embargo, Bouchard et al (1997: 365) señalan que los atletas de clase mundial constituyen un grupo especial, en tanto que no solo poseen talento para una actividad deportiva, sino que además han tenido que enfrentarse con otros en diversas competencias de carácter internacional, hasta alcanzar el estatus de elite, de ahí que el deporte de alto rendimiento estaría aglutinando a los individuos más talentosos desde el punto de vista biológico, físico y psicológico. En este proceso de formación no puede pasarse por alto la selección, que se ha tornado cada vez más rigurosa, en la medida en la cual las competencias son más demandantes, pero se advierte una participación mayor de atletas cada vez más jóvenes y con entrenamiento y equipamientos cada vez más sofisticados, con mayor preparación psicológica y con un nivel de competencia cada vez más alto, que sólo los mejor dotados pueden alcanzar. Estos autores concluyen que el atleta de elite es el individuo que posee un perfil favorable en términos morfológicos, psicológicos, metabólicos, motores, preceptuales, biomecánicos, así como de personalidad, que son relevantes para el deporte, por lo que el atleta de elite es capaz de responder al entrenamiento regular.

La morfología corporal depende de múltiples procesos fisiológicos entre los que destacan la eficiencia respiratoria y cardiovascular, determinantes del desarrollo de la capacidad física.

Una relación favorable entre esos dos componentes puede conducir a un óptimo desempeño de las actividades deportivas.

Son bien conocidas las diferencias en tamaño corporal y capacidad funcional que presentan los preadolescentes y adolescentes de la misma edad cronológica, atribuidas fundamentalmente al tipo de relaciones entre los componentes genético y ambiental.

Durante el brote puberal de crecimiento se producen cambios morfológicos y funcionales importantes, puesto que la gran velocidad de crecimiento que experimentan los distintos tejidos y órganos en esta etapa conduce también a una modificación de las funciones cardiovascular y respiratoria vinculadas directamente con la capacidad y aptitud física en los adolescentes. Es por ello que la actividad física deportiva durante esta fase de crecimiento es uno de los estímulos ambientales que pueden influir en los grandes cambios que experimenta el organismo en estos momentos.

El crecimiento y el desarrollo son los fenómenos esenciales de las dos primeras décadas de la vida y dependen en gran medida de la interacción de los factores genéticos y ambientales a través del tiempo. El tamaño y la forma que un niño alcanza en la vida adulta expresarán el carácter de tales relaciones.

Los cambios debidos a la edad se dan de hecho durante toda la vida, aunque son más espectaculares durante el período inicial intrauterino, y empiezan a reducir su ritmo hasta alcanzar los caracteres relativamente estables del estado adulto.

Suele distinguirse entre los cambios principalmente cuantitativos debidos al crecimiento y los esencialmente cualitativos, como los que trae consigo el desarrollo, aunque los términos no pueden considerarse en su sentido estrictamente literal. El crecimiento incluye no sólo incrementos en el tamaño absoluto, sino también cualquier decremento parcial con el avance de la edad. Se refiere a los cambios significativos de tamaño relativo a causa de las tasas de crecimiento de cada una de las partes del cuerpo.

El desarrollo no implica únicamente un incremento en la diferenciación, sino que señala además la gradual degeneración y pérdida de los caracteres que normalmente están limitados a estadios transitorios de la ontogenia (Schultz, 1979).

Las relaciones herencia-medio ambiente

El tamaño final, así como la forma que alcanzará un niño en la vida adulta, son el resultado de una interacción continua entre los componentes genético y ambiental durante todo el crecimiento. Se piensa que dos genotipos que producen la misma talla adulta bajo condiciones ambientales óptimas pueden producir tallas diferentes bajo condiciones de privación. Esto significa que si un estímulo ambiental particular no se presenta en el momento en el cual es esencial para el niño, su desarrollo puede verse desviado del curso normal; estos momentos constituyen los períodos críticos del desarrollo o períodos sensibles, debido a su gran plasticidad ante las influencias ambientales.

El crecimiento es de hecho un movimiento a través del tiempo y su progreso puede ser lento o rápido, y aun cuando al interior de una población los individuos alcancen las características adultas a distintas edades, el tamaño resultante mantendrá un patrón general en la población.

Eveleth (1976) señala que dentro de una población particular la talla adulta no está condicionada por el momento en el cual se alcanza, en cam-

bio la forma corporal muestra los efectos de la velocidad de crecimiento, por ejemplo, en aquellos individuos que se caracterizan por un avance más lento de crecimiento (maduradores tardíos), se observa un físico más lineal y un peso más bajo para la talla que en quienes la maduración más temprana hace que la velocidad de crecimiento sea más rápida y los procesos de crecimiento concluyan antes (maduradores tempranos).

En relación al medio ambiente, es indispensable señalar la gran variedad de factores que encierra y que hace más compleja la interacción de los mismos sobre el crecimiento. Entre los elementos ambientales más importantes se encuentran la nutrición, enfermedad, estatus socioeconómico, urbanización, actividad física, estación del año y clima, así como el estrés psicológico entre otros (Eveleth, 1979).

Los factores ecológicos parecen tener mayor importancia en la determinación del tamaño en cualquier edad desde la concepción hasta la madurez (Malcom, 1974).

Las diferencias socioculturales y económicas conducen a posibles deficiencias y limitaciones que pueden constituirse en desventajas para la reproducción de los seres humanos (Eveleth, 1976).

Todos los organismos vivos requieren de un suplemento continuo de energía y nutrientes para sostener el crecimiento y maduración. Un niño puede enfrentar numerosas agresiones ambientales durante su crecimiento y aún sobrevivir, pero las adaptaciones corporales que tienen lugar en la busca del restablecimiento del equilibrio, para la supervivencia, pueden tener un costo con distintas consecuencias, entre otras, la posible reducción en el tamaño corporal. Cuando esos factores adversos no sólo afectan a un individuo, sino que involucran una población completa, como es el caso de las deficiencias en el acceso a los alimentos, que se reflejan en una dieta baja en calorías y proteínas, el impacto se observa en un número mayor de individuos, además de que al ocurrir de manera continua, podrá extenderse hasta la fase final del crecimiento, dando por resultado que el tamaño del adulto será menor, aunque si las condiciones ambientales mejoran, el tamaño tanto en niños como en adultos también experimentará recuperación.

Aún cuando son muchos los factores ambientales que influyen sobre la tasa de crecimiento, entre los más importantes se encuentran la nutrición, las infecciones y algunos otros problemas de salud, que afectan la calidad de vida de los individuos o de grupos más amplios, cuando las condiciones materiales de vida se deterioran de manera general una población como resultados de problemas sociales y económicos.

Se ha observado que el primer efecto de la subnutrición es la lentitud

del crecimiento y el retardo en las edades de aparición de los indicadores la madurez física con disminución en la capacidad motora y el desarrollo funcional (Malina, 1969; Eveleth, 1976; Chávez, 1979).

Los factores ambientales ejercen influencia, ya sea de manera directa o indirectamente, sobre la nutrición o el estado de salud. Entre esos factores se encuentran: la ingesta mínima necesaria para continuar el crecimiento, los cuidados sociales, la disponibilidad de los servicios, las condiciones sanitarias, el acceso a la atención preventiva, la educación, etcétera (Susanne 1980).

El estatus y la proporción de crecimiento durante la infancia son dos de los indicadores más sensibles a las influencias ambientales; ejemplo de ello es que la talla puede aproximarse al potencial genéticamente determinado cuando las condiciones son favorables (Susanne, 1980).

En la mayor parte de las poblaciones el período en el cual el niño se encuentra en mayor riesgo de que la desnutrición se combine con infección es del nacimiento a los cinco años, aunque la desnutrición puede haberse iniciado desde la vida intrauterina.

El siguiente período en el cual el niño es especialmente sensible a la influencia de la subnutrición es la adolescencia, puesto que los requerimientos calóricos se incrementan en este tiempo debido a la aceleración, de tal manera que la insuficiencia de calorías puede limitar el brote de crecimiento o bien retrasar la edad del mismo. Así, el déficit puede acumularse desde los años que preceden a la adolescencia.

A partir de la información obtenida en diversos grupos humanos, se ha observado la existencia de una variación estacional en crecimiento, en longitud, en maduración y en la aptitud reproductiva lo que parece estar relacionada con las diferencias en la cantidad de luz durante los cambios estacionales en el año.

Cuando algunos de los factores ambientales actúan de manera permanente, como es el caso de la altitud en algunas regiones geográficas las respuestas de crecimiento son significativamente diferentes de las que se observan en poblaciones que habitan al nivel del mar o por debajo de los 2500 s.n.m, por lo que el patrón de crecimiento se modifica, tanto en vida prenatal como en la postnatal, conduciendo a diversos tipos de adaptaciones ya sean morfológicas como funcionales. Entre algunas de ellas es conveniente mencionar el menor tamaño corporal y el retraso en la madurez general, y en lo particular, la esquelética y sexual (Savage, 1982; Tanner, 1966; Frisancho, 1970; Eveleth y Tanner. 1976; Joinx, 1979; Palomino y col. 1979; Grindlay, 1983). En contraste, datos más recientes sobre el patrón de crecimiento en niños chinos de 10 a 14 años, en sitios de gran

altitud como Barkan, Sichuan a 3000 m; Lhasa, Tibet a 3650m y Xígaze, Tibet a 4150m, reportan que éstos tienen estaturas más altas, son más pesados y tienen un mayor desarrollo pulmonar que los niños de origen genético similar, pero que habitan a menor altitud. Las diferencias en la respuesta de crecimiento con los estudios en Sudamérica son atribuidas por los autores a ventajas nutricionales, así como a la presencia de una tendencia secular positiva en la región (Bailey y Ming, 2001).

El patrón general de crecimiento

Aun cuando se ha señalado que el crecimiento es un fenómeno común a todo el organismo, debe tenerse en cuenta que el crecimiento se da en tiempos y en tasas diferentes para cada área o sistema corporal. Mientras que la estatura es considerada como una medida general y estable del crecimiento y ha sido tomada como un ejemplo del efecto de la edad sobre el crecimiento, se han definido otras tres categorías, en función de la velocidad de crecimiento con, la que progresan hacia las dimensiones adultas otra serie de tejidos y órganos: curvas linfoide, neural y general, que se han explicado tradicionalmente por el esquema que reproducimos en la figura 1.1 para recordar que hay diferencias en el ritmo de crecimiento aun en el interior de un mismo individuo (Malina, 1975).

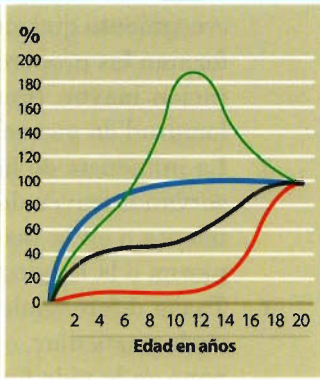
Las características de crecimiento de la estatura en el período postnatal se han denominado curva general de crecimiento, que comprende un proceso regular y uniforme. El recién nacido crece a una gran velocidad al inicio del período postnatal, que empieza a desacelerarse desde los primeros meses hasta los tres años, en que la mayoría de los niños inician un período de incrementos regulares denominado de crecimiento intermedio. En algunos casos se ha señalado la existencia de una aceleración hacia la mitad de éste último, previa al brote puberal y otra después de experimentarlo.

Se considera que el período intermedio termina al iniciarse la gran aceleración característica del brote adolescente. Como señalamos antes, la curva general es válida para muchos tejidos, especialmente el óseo y muscular, además de los grandes órganos como: riñones, hígado, bazo, corazón y pulmones.

FIGURA 1.1.

Curva de crecimiento de los diferentes tejidos y órganos

- A. Curva linfoide** — Se caracteriza por una gran velocidad en la infancia y la niñez; alcanza alrededor del doble a los 12 años y disminuye en la vida adulta.
- B. Curva neural** — Crecimiento extremadamente rápido en la vida temprana. Lo representa claramente el crecimiento del cerebro.
- C. Curva general** — Es la que representa los cambios de velocidad de crecimiento en talla.
- D. Curva genital** — Inicia lentamente y tiene un período latente durante a niñez y seguido por un crecimiento extremadamente rápido en la adolescencia.



Nos centraremos de manera especial en la curva general ya que es el indicador más claro de los cambios que suceden con el brote de crecimiento, periodo de transición hacia la vida adulta, en el que se consolidarán las diferencias sexuales típicas de la especie que empezaron a delinear desde el momento del nacimiento.

III. Diferencias sexuales en el físico

Estas referencias que afectan el tamaño corporal, la forma y la estructura de los tejidos pueden detectarse a todo lo largo del proceso de crecimiento; así, algunas de ellas, como las de genitales externos, aparecen durante el desarrollo fetal y otras como las de la longitud de brazo en el sexo masculino, se desarrollan continuamente durante todo el proceso de crecimiento.

Tanner (1963) identifica el tipo de cambios en el patrón de crecimiento, así como el período en el cual se presentan considerando las siguientes categorías:

1. Tasas de crecimiento diferentes, que operan sólo en la adolescencia y como resultado directo de la secreción diferencial de hormonas en ese momento (un ejemplo de ello lo encontramos en la diferenciación de la anchura hombros-caderas que distinguen a los hombres de las mujeres en la vida adulta).
2. La aceleración de crecimiento adolescente, que ocurre más tarde en el sexo masculino que en el femenino, por que el cuerpo masculino tiene un período de crecimiento más prolongado, lo que le confiere un mayor tamaño total. A éstas se suman, las tasas de

crecimiento que operan igualmente para ambos sexos, que transforman las proporciones infantiles en adultas, siendo éstos de duración mayor. (Por ejemplo, para mantener la relación entre la longitud de piernas y brazos con respecto al tronco.)

3. La influencia de las tasas diferenciales de crecimiento que se observan a través de todo el período de crecimiento, desde el nacimiento o en la fase más temprana (el antebrazo en relación a la pierna o la longitud total del brazo son ejemplo de ellas).
4. Tasas diferenciales de crecimiento que ocurren durante un período particular, o en un período crítico, como es el desarrollo del pene en la vida fetal, o bien las relativas a la fase adolescente.

En relación con cada uno de los mecanismos señalados, se considera que el primero está determinado por una secreción diferencial de hormonas durante la adolescencia, a la que coadyuva la respuesta diferencial de los tejidos.

El segundo de los mecanismos es atribuido a la menor madurez masculina en todas las edades, pues las niñas tienen siempre una mayor edad biológica.

En los mecanismos tercero y cuarto no están precisamente definidas las causas, No obstante, se piensa que el control es ejercido fundamentalmente por el balance entre los dos cromosomas "X" por un lado y por la combinación "XY" con los autosomas por el otro, aunque los detalles en el nivel fisiológico no son del todo precisos.

Aparentemente las niñas son menos fácilmente sacadas de sus curvas de crecimiento por circunstancias adversas que los niños, dado que ellas están mejor canalizadas, o bien podría decirse que muestran mayor poder de homeorresis. Presumiblemente en razón de la presencia de dos cromosomas "X", por lo que se cree que este factor genético es responsable de la canalización del desarrollo.

En general las mujeres son más maduras esqueléticamente que los hombres al nacimiento, pero además avanzan más rápido y completan su crecimiento alrededor de dos años más temprano que los hombres, lo que es cierto en términos generales para todas las poblaciones. Aunque, como se ha referido antes, las circunstancias ambientales suelen afectar en mayor proporción a los niños que a las niñas, en algunas poblaciones los primeros tienen mayor atención por razones culturales (Tanner, 1978).

Diferencias en velocidad de crecimiento

Hay un orden bastante regular con el cual las diversas dimensiones aceleran su crecimiento; como regla general la longitud de pierna alcanza primero su velocidad pico, seguida 4 meses más tarde por la longitud del tronco y la profundidad del tórax que es la última de las dimensiones esqueléticas en alcanzarlo.

En la longitud del miembro inferior hay gradientes definidos en tiempo. El pie tiene más bien una pequeña aceleración alrededor de 6 meses antes que la pierna y el muslo. La longitud del pie es probablemente la primera de todas las longitudes esqueléticas que termina de crecer en la región postcraneal. La longitud de la pierna acelera antes que el muslo. En el miembro superior se ha visto un gradiente en el que el antebrazo tiene su velocidad pico alrededor de 6 meses antes del brazo, lo que significa que las partes periféricas de los miembros se encuentran más avanzadas que las proximales durante el crecimiento.

Con una separación de alrededor de un año, la máxima velocidad en la longitud total de pierna (miembro inferior) y longitud de tronco, son los dos constituyentes de la estatura.

El brote en estatura es más bien debido a un incremento en la longitud del tronco que a la longitud de la pierna; sin embargo, la proporción de la longitud de tronco/longitud de pierna se incrementa de manera continua durante la adolescencia.

Los músculos parecen alcanzar el pico alrededor de tres meses después de la máxima velocidad en talla. En tanto que el pico en peso ocurre alrededor de seis meses después que en talla. El máximo incremento en fuerza medido por dinamómetro es alrededor de 14 meses después del correspondiente a talla y 9 meses después del correspondiente al peso (Tanner, 1963).

Adolescencia

Aun cuando la concepción social de cada etapa de la vida se modifica a través de la historia, siempre se ha reconocido que existen diferencias ya sean biológicas, sociales o culturales, que marcan a transición a otro estado de la vida; estas etapas son infancia, niñez, adolescencia, juventud, edad adulta y senectud.

Este apartado pone el énfasis en la adolescencia; su ubicación cronológica depende del momento en que se inicia el brote de crecimiento, que encierra diversos acontecimientos biológicos dirigidos a la transforma-

ción de las dimensiones corporales y funciones que trasformarán el niño en adulto.

El período adolescente abarca de los 8 a los 17 años en mujeres y de los 10 a 19 años en hombres. Los límites inferior y superior se modifican entre poblaciones y entre individuos, a causa de las diferencias en el ritmo individual de madurez (Grinder, 1981).

Los términos adolescencia y pubertad se han empleado en ocasiones como sinónimos para definir el mismo período; sin embargo la adolescencia involucra los procesos de madurez psicológica que permiten al individuo efectuar los ajustes necesarios en el proceso de socialización hacia el futuro estado adulto, al que conducen todos los cambios morfológicos y fisiológicos a que se hace referencia concretamente con el término pubertad. De hecho se considera que la pubertad no se completa hasta que el individuo logra la capacidad física para concebir. Las principales manifestaciones de la pubertad son:

1. El brote adolescente de crecimiento, implica una aceleración de crecimiento de las dimensiones esqueléticas y algunos órganos internos.
2. El desarrollo de gónadas.
3. El desarrollo de órganos reproductivos y caracteres secundarios.
4. Cambios en la composición corporal que resultan de las modificaciones en la cantidad y distribución de grasa en asociación con el crecimiento del esqueleto y musculatura.
5. Desarrollo de los sistemas circulatorio y respiratorio, destacando además en los niños un incremento en fuerza y resistencia.

De tal manera que la pubertad es el resultado de procesos complejos de desarrollo en el sistema nervioso central y del sistema endocrino (Marshall, 1978; Picazo, 1979).

Los principales cambios que conducen al típico dimorfismo sexual se inician con la diferenciación desde el nacimiento, debido fundamentalmente a la rapidez de maduración.

Los cambios somáticos y funcionales que experimentan los muchachos les confieren ventajas respecto de las mujeres, para realizar esfuerzos físicos pesados y de mayor intensidad, como correr con mayor rapidez en distancias largas (Tanner, 1986).

Este fenómeno generalizado del brote de crecimiento puberal puede observarse en prácticamente todas las dimensiones corporales, abarcando las estructuras musculares y esqueléticas, aunque cada una lo experi-

menta en momentos específicos y con distinta intensidad.

Los cambios abarcan las diversas funciones orgánicas, así encontramos que el corazón de los muchachos alcanza un tamaño mayor que el de las muchachas, lo mismo que los músculos esqueléticos y los pulmones, además de que la presión sistólica es más alta, el número de latidos cardíacos en reposo es menor y presentan una mayor capacidad de transporte de oxígeno en la sangre, asociada a un mayor poder para neutralizar los catabólicos producto del trabajo muscular. El número de glóbulos rojos así como de hemoglobina aumenta durante la adolescencia en el varón, pero permanece igual en la mujer.

Como resultado de los grandes cambios morfológicos y funcionales, la fuerza, destreza atlética y resistencia física aumentan progresiva y rápidamente a lo largo de la adolescencia haciéndose más intenso el cambio en los muchachos.

El desarrollo de los caracteres sexuales en la adolescencia

Los cambios en los caracteres sexuales que acompañan a las grandes modificaciones en tamaño y proporciones corporales tienen un orden similar entre todos los niños, aunque no puede decirse lo mismo de la edad cronológica a la cual se presentan.

El primer signo de la pubertad en los muchachos suele ser la aceleración del crecimiento de los testículos y el escroto; hacia la misma época suele empezar un crecimiento ligero en el pelo púbico, que generalmente es un poco tardío. El pelo axilar aparece por término medio unos dos años después de que comienza el crecimiento del pelo púbico, al iniciarse de lleno la etapa adolescente; aunque el pelo púbico no alcanza aún la distribución adulta, las características están encaminadas en tal dirección.

En los muchachos el vello facial empieza a crecer hacia la misma edad en la que aparece el de las axilas. Se encuentra un orden definido en la aparición del vello del bigote y la barba, primero en los ángulos del labio superior, después en la parte alta de las mejillas y en la línea media por debajo del labio inferior y finalmente por los lados y el borde inferior del mentón.

El crecimiento diferencial del pelo del pubis, axilas y cara parece explicarse por la presencia de umbrales al estímulo con diferenciación local, asociados quizá a una mayor afinidad del vello en cada uno de los sitios, con la hormona testicular o andrógeno suprarrenal. Según esta hipótesis, la piel del pubis tiene un umbral más bajo y responde a aldosterona y dehidroepiandrosterona cuando aumenta en la primera fase de la pubertad.

El vello axilar tiene un umbral más elevado, se desarrolla más tarde y es algo más sensible a la testosterona; la barba tiene un umbral todavía más alto para los andrógenos suprarrenales y una preferencia más marcada por testosterona.

Por lo que respecta a las niñas el primer signo de pubertad corresponde al crecimiento de los pechos, aunque en ocasiones puede precederle el vello púbico. El siguiente indicador ampliamente reconocido como signo de madurez sexual es la edad de la menarquia, que es precedida por el máximo incremento en la estatura; aun cuando este cambio señala una transformación fundamental en el desarrollo uterino no implica el alcance de la función reproductora cabal, es necesario esperar a que se establezcan los ciclos ováricos y hormonales resultantes del brote adolescente.

La edad de la menarquia, según estudios realizados en niñas que habitaban en la Ciudad de México muestran una alta frecuencia de presentación entre los 12 y 12.5 años en promedio para los años 60 a 70 (Ramos Galván, 1964; Peña Gómez, 1970; Ramos Rodríguez, 1978). Estudios posteriores, muestran una tendencia similar (con edades promedio de 12.5 ± 1.3 años) para muestras urbanas de distintos estratos socioeconómicos (Siegel, 1999).

La rapidez de la maduración y la edad de comienzo de la pubertad dependen de una complicada interacción de factores genéticos neuroendócrinos y ambientales (Tanner, 1963, 1978; Frisancho, 1970; Tvaroh y Zelenka, 1971; Falkner, 1969; Picazo, 1979, Malina et al, 2004b). Cuando el ambiente es favorable, la mayor parte de la variabilidad en la edad de la menarquia de una población depende fundamentalmente de diferencias en el control genético de las tasas de madurez.

Entre los caracteres, cuyas desigualdades se acentúan durante la diferenciación sexual en la adolescencia puede señalarse la relación hombros-caderas, que se asocia con la respuesta diferencial a hormonas femeninas y masculinas que podrían conducir a distinta especialización morfológica por la desigualdad en el tamaño tanto absoluto como relativo.

El mayor dimorfismo sexual en el esqueleto, ocurre después de la pubertad, en las dimensiones hombros-caderas. Estas diferencias ocurren porque las células cartilaginosas de la articulación de la cadera tienen una mayor sensibilidad para responder a estrógenos y las células de la articulación escapular a andrógenos, especialmente testosterona.

Se ha observado que existe un breve período durante el cual la longitud del tronco ha crecido en relación a las piernas y puede crear problemas de equilibrio, mientras que los músculos aún no han llegado a su pleno desarrollo y poder. El período no es mayor de 6 meses, pero puede

ocasionar problemas transitorios en grupos de actividad especializada como es el caso de las bailarinas de ballet, jóvenes levantadores de pesas y atletas de pista y campo.

El mayor crecimiento masculino de hombros y tórax representa una mayor sensibilidad a andrógenos sobre parte del cartilago en el proceso coracoides y acromion en la escápula, la porción distal del esternón, las cabezas y tubérculos de las costillas, en los cuales aparecen centros de osificación en esos momentos. Aunque en el tórax los incrementos se manifiestan en anchura, no en profundidad.

La aceleración en la estatura sentado se debe al crecimiento de los discos epifisiales en la parte superior e inferior de cada cuerpo vertebral y después la velocidad es mayor en niños que en niñas; parece ser que este cartilago es más sensible a andrógenos.

Hay un orden regular en el que se acelera el crecimiento de las dimensiones corporales, por regla general la longitud de las piernas es la primera en alcanzar el máximo; meses después toca a la anchura del cuerpo; un año más tarde a la longitud del tronco. La mayor parte del incremento en estatura se debe al crecimiento del tronco más que al aumento en la longitud de las piernas.

En la composición corporal se observa que los cambios adolescentes reflejan un incremento del tejido magro, entre los hombres especialmente en músculo, el que va acompañado de una disminución en las proporciones de tejido adiposo, a diferencia del incremento gradual de este componente en la adolescencia femenina. Si se observan las curvas de desarrollo adiposo en pantorrilla y muslo individualmente, se nota que en los tres segmentos, los hombres tienen absolutamente menos grasa, lo que coincide con una mayor velocidad de crecimiento en estatura (Malina, 1974).

Aunque se reconocen períodos críticos para el desarrollo del tejido adiposo, dos de esos períodos tiene especial importancia en el desarrollo de la obesidad. El primero de ellos se extiende del nacimiento a los dos años y el segundo ocurre hacia el período prepuberal y puberal comprendiendo el lapso de 8 o 10 años hasta los 16. En ambos períodos las alteraciones tanto en el número como en el tamaño celular ocurren en todos los individuos, lo que en algún momento podría resultar en sobrepeso u obesidad. Las alteraciones en el tamaño y la multiplicación celular están muy relacionadas con factores nutricionales y hormonales. El número de adipocitos aumenta de dos a tres veces, en las edades de uno a dos años, y continúa hasta la niñez media. Al inicio de la adolescencia prácticamente se duplica y luego se estabiliza en la etapa adulta joven, cuando las diferencias entre sexos se hacen más evidentes (Knittle, 1978; Malina et al, 2004a).

IV. Actividad física y crecimiento

Relaciones crecimiento-madurez

Las tasas de maduración en el tamaño corporal se miden por el porcentaje de talla alcanzada a edades sucesivas. Esta tasa es influida por factores tanto genéticos como ambientales.

Un aspecto de gran importancia para la práctica deportiva es la variación de la madurez biológica en las características antropométricas y de la composición corporal.

Los niños que presentan una mayor maduración esquelética y sexual, se caracterizan por tener un mayor tamaño corporal, mayor desarrollo psicológico y composición corporal, cuando se comparan con el promedio del grupo al cual pertenecen o con quienes se encuentran retrasados en los índices de maduración biológica.

Las diferencias relacionadas con el patrón de maduración se hacen más pronunciadas durante la fase de crecimiento de la adolescencia, aproximadamente entre 9 y 16 años de edad, estas diferencias cobran mayor importancia al observar que el estatus de madurez de los atletas jóvenes influye en su rendimiento físico (Malina et al, 1982).

La efectividad de muchas aptitudes se relaciona con diversas características físicas básicas en los niños, incluyendo su maduración, tamaño corporal y tipo físico. Algunas de esas características están relacionadas con la herencia en tanto que otras, como el peso corporal, aunque influidas por la herencia, son altamente susceptibles a las condiciones ambientales como la cantidad de ejercicio, prácticas nutricionales y condiciones de salud (Clarke, 1976).

Los estímulos ambientales pueden actuar sobre la morfología en general, aunque es evidente que no todas las características tienen la misma susceptibilidad a estos estímulos, ya que en aquellos en los que existe un mayor control genético, es probable que puedan modificarse en menor proporción a través de un programa de ejercicio o de cambios en la dieta. Además, cabe destacar que el efecto directo es sobre las características fenotípicas y no sobre aspectos como el patrón general de madurez o desarrollo esquelético.

Por otra parte, el ritmo de crecimiento individual condicionará respuestas diferentes a estímulos similares, de tal manera que es indispensable conocer en primer término las características individuales de los niños y adolescentes en crecimiento, para explorar sus potencialidades, antes de introducirlos en la práctica de actividades físicas que tienen re-

querimientos físicos y fisiológicos que pueden exceder la capacidad de respuesta de los participantes.

Las relaciones entre composición corporal y rendimiento deportivo son ilustradas por Clarke (1976) al señalar que mientras entre los escolares que tienen un alto grado de mesomorfia se observa un mejor desempeño en los deportes, en quienes predomina la endomorfia están en desventaja, para la realización de las actividades que requieren de una mayor capacidad física y muscular. Asimismo al comparar tamaños totales se observa que los muchachos maduros y de mayor tamaño tienen grandes ventajas sobre los inmaduros de menor tamaño.

Antecedentes en el estudio de la actividad física

La actividad física, ya sea trabajo, ejercicio, juego o deporte, actúa sobre el equilibrio fisiológico homeostático. El ejercicio vigoroso no sólo somete al aparato locomotor (huesos, músculos, tejido conectivo) a tensiones o fuerzas de compresión, sino que además modula las respuestas circulatoria, respiratoria, metabólica, térmica y química (Malina, 1969).

El valor potencial de los programas de actividad física puede ser grande si el programa se encuentra graduado, favorecería un óptimo crecimiento y desarrollo si se inicia desde etapas tempranas.

La observación de los cambios morfológicos, así como de los procesos fisiológicos que tienen lugar durante la práctica deportiva, han favorecido en algunos países la optimización de las técnicas de entrenamiento, y con ello la destreza y rendimiento de los atletas. De ahí nuestro énfasis en la necesidad de estudiar de manera conjunta los procesos físicos y fisiológicos que se suceden a lo largo de la etapa de crecimiento.

Los efectos de la actividad física sobre el crecimiento pueden ser entendidos como la inducción de respuestas al ejercicio, que conducen al desarrollo de características que podrían ser permanentes. No hay evidencias consistentes de que el entrenamiento regular tienda a incrementar la estatura, aunque algunos datos tempranos sugieren un incremento en estatura con el entrenamiento físico (el problema fundamental radica en el control durante el estudio). Lo cierto es que como se ha señalado el crecimiento y desarrollo pueden inhibirse o facilitarse por circunstancias ambientales pero sólo hasta los límites en que tales modificaciones estén determinadas por el genotipo (Malina, 1980).

Una mayor proporción de la estatura está comprendida en los huesos largos de las extremidades inferiores, los cuales están constantemente

sujetos a presiones de compresión al soportar el peso característico de muchas actividades físicas.

La actividad física podrá estimular el crecimiento en la longitud de los huesos en la extremidad superior en ausencia de cargas de peso. Además, se sabe que la actividad física tiende a incrementar la mineralización ósea mientras que la inactividad reduce la mineralización.

El entrenamiento es un *continuum* con un rango de estrés de actividad de leve a severa. Por esta razón es esencial realizar un seguimiento de los efectos de la actividad regular sobre la actividad que realizan los niños y adolescentes de manera cotidiana, aún cuando el interés por conocer los patrones de actividad de los niños y adolescentes ha aumentado de manera progresiva desde finales del siglo pasado, aún sabemos poco de los efectos de la práctica deportiva de nivel competitivo entre los jóvenes en desarrollo.

Estudios experimentales que comparan sujetos entrenados (bajo estudio) y no entrenados (control), muestran que el estímulo del entrenamiento varía en tipo, intensidad y duración, así como en la edad de inicio. No obstante, surgen problemas en la definición del entrenamiento tratándose de estudios transversales.

El entrenamiento regular produce un incremento en la masa magra corporal y una correspondiente disminución en la grasa en los niños y jóvenes. El efecto en adultos es similar, aunque sin cambios apreciables en el peso corporal; no obstante, la información obtenida de estudios transversales no es consistente.

El entrenamiento prolongado influye favorablemente sobre la regulación del peso corporal, la proporción grasa-masa magra, la mineralización esquelética, el tamaño muscular, el metabolismo y la función cardiorespiratoria.

Los cambios asociados con la actividad física están en función de la intensidad y duración del entrenamiento, y algunos cambios son específicos debido al tipo de entrenamiento.

La actividad regular durante la niñez y la adolescencia puede ser significativa en la determinación de la cantidad y/o calidad de la grasa y tejido muscular, mineral y óseo así como de la función aeróbica en la edad adulta.

Los individuos más activos generalmente muestran menos grasa y mayor capacidad funcional en todas las edades.

La actividad física y el ejercicio durante la adolescencia están en relación no solamente con el desarrollo de tejidos blandos sino también con los cambios en la proporcionalidad del esqueleto (Parizkova, 1973).

Se ha dicho que deportes diferentes tienen demandas funcionales distintas tanto respiratorias como circulatorias, observándose que cada tipo de entrenamiento ejerce efectos funcionales específicos. Spynorova y Parizkova (1969) estudiaron la capacidad circulatoria y respiratoria en gimnastas y nadadoras; encontraron diferencias significativas en consumo de oxígeno con mejores valores para las nadadoras, en la estimación de los valores absolutos. Sin embargo, cuando los datos se evaluaron tomando en cuenta el peso corporal, se advirtió una reducción de las diferencias entre ambos grupos, lo que refuerza la necesidad de estudiar los caracteres fisiológicos en relación con los rasgos morfológicos a fin de determinar sus alcances. Esto puede lograrse observando datos como máximo consumo de oxígeno, el pulso y la máxima ventilación por minuto, cuyos valores dependen en gran medida del tamaño total y proporciones corporales.

La forma del cuerpo es resultante de las proporciones esqueléticas, y de la cantidad y distribución de los tejidos blandos, especialmente músculo y tejido adiposo subcutáneo. La grasa corporal y la masa magra cambian considerablemente durante el crecimiento y desarrollo, como se ha demostrado a través de numerosos estudios realizados en niños en crecimiento, (Parizkova, J. 1968). Montagu es el primero en llamar la atención sobre el estudio de la masa y volumen del cuerpo como un todo, diferenciando los principales componentes. Brozek (1961) señala como probable que la intensidad del ejercicio físico habitual, además de la actividad ocupacional, sean dos elementos modeladores de la composición corporal.

El desarrollo del tejido muscular es afectado por factores tales como la edad, sexo, grado de entrenamiento físico, estado hormonal y metabólico.

La masa muscular estimada como porcentaje del peso corporal se incrementa entre los 5 y los 17 años en hombres, de un 42% a un 54%. Mientras que en las mujeres el incremento es de 40% a 45% de los 5 a los 13 años de edad, con una posible reducción posterior.

Los músculos de las extremidades incrementan su tamaño de la infancia a la adolescencia, su curva de crecimiento es parecida a la de otras estimaciones de masa muscular. Las diferencias entre sexos, aunque aparentes, son reducidas durante la niñez (Malina, 1978).

El crecimiento de las partes blandas de cualquiera de las áreas de la pelvis y los hombros también responde directamente al estímulo hormonal y a las propias tensiones del crecimiento en los huesos. El aumento en el tamaño de los músculos va acompañado de un incremento de la fuerza, que resulta superior en los niños que en las niñas; el aumento muscular

en la adolescencia es debido a andrógenos suprarrenales en ambos sexos, actuando la testosterona en los muchachos como un factor complementario (Gardner, 1971; Malina, 1974).

Las relaciones entre desarrollo de fuerza, crecimiento general y madurez durante la adolescencia masculina son tales que, la fuerza frecuentemente se considera como un indicador de madurez. El máximo desarrollo en fuerza ocurre después de la máxima velocidad de crecimiento en estatura y peso, resultando mejor la relación con el peso corporal. El pico adolescente en fuerza ocurre alrededor de nueve meses a un año después de que se alcanza el pico en peso, así que el tejido muscular se incrementa primero en masa y después en fuerza. Esto sugeriría un cambio cualitativo en el tejido muscular con un progreso en la adolescencia, o quizá una madurez neuromuscular que afecta la demostración volitiva de la fuerza.

El gran incremento en la fuerza durante la adolescencia masculina es más evidente en las extremidades superiores que en las inferiores o aun en el tronco.

El incremento en el perímetro muscular se debe casi completamente a la hipertrofia de fibras musculares existentes y no a la hiperplasia. El incremento en el diámetro de las fibras varía de acuerdo al músculo de que se trate y se encuentra relacionado a la función que realiza o bien a la intensidad de la carga de trabajo a la que es sometido.

El entrenamiento tísico resulta en una hipertrofia muscular y la intensidad del trabajo muscular es el factor crítico bajo la hipertrofia observada en músculos normales de sujetos bajo entrenamiento (Malina, 1980).

En el esqueleto las principales diferencias se manifiestan en una mayor anchura de hombros masculina, aunada a caderas estrechas, piernas y brazos relativamente largos, especialmente los antebrazos; mientras que los mayores incrementos femeninos corresponden a la anchura de caderas debida principalmente a la multiplicación de ciertas células en el cartílago de conjunción de ilion, isquion y pubis, de un lado y otro del acetábulo. Este efecto parece deberse a la estimulación directa de estrógeno en ese momento.

V. La respuesta fisiológica al ejercicio

Entre los factores que modifican el comportamiento fisiológico del organismo cabe destacar al ejercicio; bajo su influencia deben realizarse importantes ajustes orgánicos para adaptarse a los requerimientos de acción muscular y provisión de oxígeno, indispensables en la producción

de energía durante la actividad física.

Al mismo tiempo se reconoce que en muchos casos, los cambios fisiológicos que ocurren durante el ejercicio y que acompañan al crecimiento, pueden parecerse a los que podrían observarse después de un período de entrenamiento aeróbico. En ambos casos, las modificaciones fisiológicas dan por resultado una mejora en la resistencia para la actuación deportiva (Rowland, 1996:110).

Las funciones cardíaca y respiratoria son elementos clave en la expresión de la capacidad funcional del organismo, el aumento en los requerimientos de oxígeno durante la actividad debe satisfacerse incrementando su transporte a los tejidos, lo que se logra a través de dos formas: por derivación de la sangre a los músculos activos desde las regiones de menor actividad, o bien por el aumento del volumen sanguíneo impulsado por el corazón por minuto (Clarke, 1976; Falkner, 1969).

Aparato cardio-vascular

El objetivo fundamental del sistema cardiocirculatorio durante el esfuerzo físico es llevar el mayor volumen de oxígeno posible en una unidad de tiempo al efector muscular, con la finalidad de satisfacer adecuadamente las exigencias energéticas que impone el trabajo físico. En general, cuanto más intenso sea el ejercicio realizado, mayor será el consumo de energía requerido y la demanda de oxígeno.

La limitante final de la intensidad del esfuerzo es la velocidad con la que el oxígeno se utiliza en los fenómenos biofísico-químicos, productores y consumidores de energía del músculo (Férez y Shapiro, 1981).

En la fisiología del ejercicio el corazón es en primer lugar un órgano respiratorio; en los períodos de reposo entre cada contracción, los músculos pueden almacenar suficiente cantidad de materiales alimenticios para iniciar una nueva carga de actividad; sin embargo, no hay en el organismo ningún mecanismo para almacenar oxígeno, por lo que el aumento en las demandas del mismo debe satisfacerse con el incremento del transporte a los tejidos.

Durante la actividad no solamente aumenta el flujo sanguíneo sino además se extrae un mayor volumen de oxígeno de la sangre gracias a ciertas propiedades de la hemoglobina.

El índice más importante de la función cardíaca es el volumen-minuto que corresponde a la cantidad de sangre que impulsa cada ventrículo por minuto; aquél es determinado por dos factores: la frecuencia cardíaca y el volumen sistólico. la primera puede estimarse directamente y la se-

gunda se deriva de otros componentes; en general el volumen-minuto ha sido medido durante ejercicios estacionarios como en bicicleta, ergómetro o banda sinfín.

Frecuencia cardíaca

La máxima frecuencia y la velocidad con la cual se alcanza durante el ejercicio varían de acuerdo a la intensidad y duración del mismo, a la condición física y emocional del sujeto y por efecto de factores ambientales como temperatura y humedad. En algunos casos la máxima frecuencia se alcanza en menos de un minuto, en otros en cambio, se eleva lentamente y puede pasar hasta una hora antes de alcanzar el máximo.

El volumen total de sangre expulsado por el corazón, o gasto cardíaco, es de aproximadamente 5000 ml por minuto en reposo y puede aumentar a 20 o 30 litros por minuto durante el ejercicio enérgico. La mayor parte del caudal sanguíneo se distribuye hacia la masa muscular, que representa más de la mitad de las estructuras del organismo. Es importante apuntar que en reposo dichas estructuras reciben sólo un 15% del caudal sanguíneo total, mientras que durante el ejercicio el riego sanguíneo a los músculos puede llegar hasta un 75%.

Para una cantidad de trabajo dada, la frecuencia cardíaca aumenta menos en un sujeto apto que en uno no apto, ya que es precisamente el mayor volumen sistólico de una persona entrenada el que le permite obtener el necesario volumen-minuto cardíaco con un menor aumento en la frecuencia.

Aún cuando la frecuencia cardíaca durante el ejercicio sea aproximadamente igual en un atleta que en un no atleta, las diferencias corresponden al volumen-minuto; que es mayor en los primeros, resultado del mayor volumen sistólico favorecido por un corazón más poderoso. Los valores máximos del volumen sistólico son de 150-170 cm³ en atletas contra 100-125 cm³ en no atletas.

Una característica de la función cardiovascular en los niños, es la declinación de la frecuencia cardíaca, y el aumento en el volumen cardíaco en una tasa submáxima de trabajo, como parte de los cambios que se experimentan durante el crecimiento, aún cuando los cambios pueden atribuirse simplemente al crecimiento de las cavidades ventriculares, o a la alteración en la respuesta autonómica, con la disminución de las influencias neurales simpáticas en el corazón, que con mayor probabilidad son la expresión de los efectos del entrenamiento (Rowland, 1996:118).

Al igual que muchas de las características morfológicas, las funciones orgánicas se modifican progresivamente durante la vida, después de

alcanzar su máxima expresión, momento considerado como de madurez funcional, la tendencia se invierte y se observa una reducción en lugar de incrementos; este período representa una nueva fase orgánica.

La frecuencia cardíaca no difiere mayormente entre sexos en la primera fase del período postnatal; es hasta después de los 10 años que la frecuencia es constantemente más elevada en muchachas que en muchachos, además de aumentar progresivamente desde el nacimiento hasta la edad adulta, donde las frecuencias corresponden a 70-80 latidos por minuto, rango que varía en función del sexo y el patrón de actividad de cada individuo, así como por la influencia de los factores ambientales a los que se ha hecho referencia. En el siguiente cuadro se muestran los cambios en la frecuencia cardíaca durante el crecimiento.

CUADRO 1.1

Cuadro cronológico de la frecuencia de pulsaciones

Edad	P.P.M
Vida intrauterina	120-160
Recién nacido	125-140
6 meses	100-140
1 año	100-130
2 años	100-120
8-10 años	85-90
Adultos	Hombres 70-75 Mujeres 78-82

P.P.M.: pulsaciones por minuto

Fuente: Parámetros Clínicos, Bayer de México, Ed. Croissier, S. A., México, 1983, P. 165

Presión sanguínea

Es la fuerza con la que la sangre distiende las paredes de los vasos. La sangre fluye de un punto a otro a través del sistema circulatorio debido a la diferencia de presión sanguínea entre dos puntos. Al nivel máximo de la presión arterial se le llama presión arterial sistólica (máxima); al producirse la relajación ventricular y el cierre de la válvula aórtica, la presión arterial comienza a caer al nivel más bajo alcanzado por la presión arterial; a esta declinación se le conoce como presión diastólica (mínima).

Un ajuste importante durante el ejercicio es la elevación de la presión sanguínea arterial que conduce al incremento del flujo sanguíneo a través de los músculos (Morehouse y Miller, 1965).

La presión arterial diastólica se modifica realmente poco por efecto de la edad, como lo muestran los valores comparativos en el rango de edad de 6 a 29 años, pues mientras que en la primera la presión diastólica es de 54 mm Hg, a los 17 años ha aumentado a 67 mm Hg. acercándose a los valores adultos de los 80 mm Hg.

En general, no se encuentran diferencias sexuales significativas, pero sí en función de la edad que corresponde a una tendencia al descenso de la presión diastólica después del ejercicio, efecto que es más evidente en los niños que en los adultos (Falkner, 1969).

La presión arterial sistólica no difiere entre sexos durante la infancia y la niñez a partir de los 10 años se generan cambios que determinan las diferencias que se observan hacia los 13 años y que se incrementan progresivamente en la vida adulta, hasta alrededor de los 50 años.

En respuesta a la actividad física, se observa en los niños un incremento en la presión arterial sistólica después del ejercicio, lo que no sucede con las niñas; estas diferencias pueden estar relacionadas con la aptitud física a la que nos hemos referido al exponer la importancia del volumen-minuto y el volumen sistólico como indicadores sensibles al estímulo del ejercicio.

En el siguiente cuadro se presentan los valores correspondientes a la presión arterial en distintas edades.

Edad	P. Sistólica (mm Hg)	P. Diastólica (mm Hg)
Recién nacido	75	50
1	90	60
1-10	100	70
10-20	110	75
20-30	110	80
30-60	130	80
Anciano	145	-

CUADRO 1.2.
Valores de presión arterial

mm Hg: milímetros de mercurio, unidad de medida de presión

Fuente: Parámetros Clínicos, Bayer de México, Ed. Croissier, S. A., México, 1983, P. 161

Respiración

La respiración en sentido amplio está referida a todos los procesos que contribuyen al intercambio gaseoso entre el organismo y el medio. Estos procesos se han dividido en cuatro grandes etapas:

1. Ventilación pulmonar. que consiste en la entrada y salida del aire entre la atmósfera y los pulmones;
2. Difusión del oxígeno y bióxido de carbono entre los alveolos y la sangre.
3. Transporte de oxígeno y bióxido de carbono en la sangre y líquidos corporales a las células y viceversa,
4. Regulación de la ventilación y otros aspectos de la respiración.

En este apartado se hará referencia solamente a la ventilación pul-

monar, ya que la función respiratoria puede estimarse a través de los volúmenes pulmonares.

El volumen de ventilación pulmonar es el aire inspirado y espirado durante la respiración normal, su valor en el adulto es de aproximadamente 500 ml, en tanto que la frecuencia respiratoria es de 12 por minuto.

Los músculos respiratorios se contraen en respuesta a los impulsos provenientes de fibras nerviosas motoras. La contracción y relajación es coordinada por el centro respiratorio situado en el bulbo, en estrecha relación con los centros cardíacos y vasomotores.

Durante la inspiración se incrementa el tamaño de la cavidad torácica al contraerse los músculos respiratorios, pues la contracción de los músculos intercostales eleva las costillas y el esternón produciendo un alargamiento de los diámetros anteroposterior y transversal del tórax. La relajación de los músculos respiratorios permite a las paredes del tórax retornar a la posición de reposo junto con la expulsión del aire de los pulmones.

Durante el ejercicio los músculos accesorios de la inspiración que no se contraen en la fase de reposo de la respiración, pueden determinar un aumento considerable en el costo energético de la respiración.

El peso de los pulmones aumenta alrededor de tres veces de los cuatro años a la pubertad; en este período, la capacidad vital aumenta de 1000c.c. a 3000c.c. y la capacidad pulmonar total, de 1400c.c. a 4500 c.c., en ese lapso, los valores del $VO_2\text{max}$ se incrementa por un factor de 2.0 a 2.5. La estructura pulmonar no está completamente desarrollada al nacimiento, por lo que el número de alvéolos y de vías aéreas aumenta alrededor de 10 veces antes de llegar al estado adulto. Los cambios pulmonares en maduración se completan alrededor de los 8 años y se presume que en la niñez tardía y la adolescencia, el aumento en el espacio aéreo ocurre principalmente por el alargamiento de los alvéolos existentes y las vías aéreas (Rowland, 1996:142).

La amplitud de la respiración aumenta de manera importante en el ejercicio, aunque también puede hacerlo en reposo por un acto voluntario. El mayor volumen de aire que puede ser inspirado desde el nivel espiratorio de reposo (posición del tórax al finalizar una espiración normal tranquila) es llamado capacidad inspiratoria y corresponde a un volumen de 2 a 3 litros, Desde el mismo nivel puede ser eliminada, por una espiración forzada, una cantidad considerable de aire (alrededor de 1,5 litros), es el volumen de reserva espiratoria.

La suma de la capacidad inspiratoria y el volumen de reserva espiratoria constituyen el volumen de la capacidad vital.

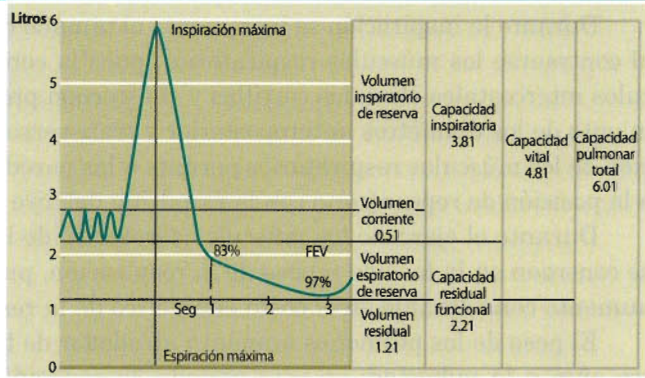
Un esfuerzo espiratorio máximo no vacía completamente los pulmo-

nes, pues queda un volumen de aire de alrededor de 1.2 a 1.5 litros (volumen residual). Al finalizar una respiración normal el volumen de aire que permanece en los pulmones es la suma del volumen de reserva espiratoria y el volumen residual. Este volumen es de alrededor de 3 litros y recibe el nombre de capacidad funcional residual; con él se mezcla el volumen corriente que ingresa en cada inspiración.

En la figura 1.2 se ilustra de manera esquemática la distribución de los volúmenes pulmonares.

FIGURA 1.2.

Volúmenes pulmonares (valores para adultos en litros)



Fuente: Parámetros clínicos, Bayer de México, Ed. Croissier, S.A. México, 1983.

El volumen-minuto durante el ejercicio está influido por la condición física del sujeto y por el entrenamiento, lo que se manifiesta de dos maneras.

1. Por la disminución del volumen minuto respiratorio requerido para la realización de un trabajo dado, lo que indica una ventilación más eficiente.
2. Por un aumento en el volumen-minuto respiratorio máximo, que se logra durante un esfuerzo extenuante.

La frecuencia de 25-30 respiraciones por minuto a los 12 meses de edad, empieza a reducirse a 20-24 por minuto a los 5 años y así progresivamente hasta llegar a los valores adultos de 12 respiraciones por minuto.

El tiempo necesario para que la respiración retorne a los niveles previos al ejercicio está determinado por la intensidad y duración del mismo, además de la condición física de cada persona. En trabajos de intensidad moderada, el volumen-minuto respiratorio aumenta rápidamente; un exceso en la respiración durante este período es suficiente para compensar la pequeña deuda de oxígeno contraída en la fase inicial del ejercicio, antes de completarse los ajustes circulatorios.

Para una cantidad de trabajo dada, una persona con poca aptitud física contrae una mayor deuda de oxígeno, lo que provoca un retardo en la recuperación del nivel respiratorio previo al ejercicio (Morehouse y Miller, 1965; Hanne-Paparo, 1970).

Diversos indicadores de la función respiratoria permiten evaluar el estado de salud y la eficiencia de la respuesta frente a estímulos ambientales como la actividad física. Además de la frecuencia respiratoria, es conveniente analizar los volúmenes pulmonares; la capacidad vital es uno de los datos que permiten analizarlos.

Capacidad vital

Es una medida de los límites del volumen estático de la caja torácica, comprende el volumen de una espiración máxima que sigue a una inspiración máxima.

La capacidad vital se incrementa durante el crecimiento como resultado de los cambios en tamaño torácico y masa muscular asociados a las modificaciones en los volúmenes pulmonares y eficiencia respiratoria.

Los valores en niños exceden los valores de las niñas durante los primeros años de la infancia, y los incrementos en los primeros son mayores durante la pubertad, aumentando de manera progresiva de los 6 a los 18 años.

En hombres, la capacidad vital media fluctúa entre 4.3 y 5.3 litros, hacia el inicio de la vida adulta, mientras que en edades avanzadas muestra una reducción, a consecuencia de la menor elasticidad de los tejidos pulmonares y fuerza muscular. Las diferencias relacionadas con el tamaño corporal determinan un incremento promedio de 50 cc. en hombres y 40 cc. en mujeres por cada centímetro de aumento en talla.

CUADRO 13.

Capacidad vital en distintos grupos

Cifras en cm cúbicos

M.s.n.: metros sobre el nivel del mar

Fuente: Comas, 1976

Grupo estudiado	9 años		11 años		13 años	
	Niños	Niñas	Niños	Niñas	Niños	Niñas
Checoslovacos 700 m.S.N.	1.594	1.414	1.809	1.618	2.293	2.038
Italianos 115 m.S.N.	1.541	1.176	1.975	1.770	2.079	2.064
Mexicanos, DF 2.240 m.S.N.	1.400	1.300	2.000	1.750	2.350	2.300
Peruanos, Lima M.S.N.	1.500	1.405	1.818	1.715	2.200	2.126

Se observan variaciones importantes en los valores absolutos de capacidad vital entre grupos humanos por efecto del clima, altitud, patologías y actividad física. Diversos autores han señalado la importancia de

factores ambientales, como clima y altitud en el desarrollo de diferencias morfológicas y funcionales entre las que destaca de manera especial el mayor tamaño torácico y el incremento en los volúmenes pulmonares por efecto de hipoxia a grandes alturas (Eveleth y Tanner, 1976; Palomino y col., 1979; Frisancho 1979; Comas, 1976; Grindlay 1983).

La capacidad vital puede disminuir por la reducción absoluta del funcionamiento del tejido pulmonar como en el caso de lesiones, carcinomas broncogénicos, neumonía, congestión pulmonar o deficiencias cardíacas.

Otro grupo de causas en la alteración puede ser el relativo a las limitaciones de expansión del tórax, deformaciones óseas, dolor torácico, alteraciones neuromusculares, problemas de tipo postural, alteraciones en el descenso del diafragma, expansión pleural, neumotórax hernia diafragmática y gran expansión pericárdica.

Se han seleccionado algunos datos de poblaciones que habitan en distintas condiciones de clima y altitud, con el propósito de observar las diferencias en los valores de capacidad vital que pueden estar determinadas por altitud. Sólo se refieren los datos correspondientes a las edades que nos interesan para el presente estudio.

Temperatura

Los tejidos que generan la mayor cantidad de calor son los de reacciones químicas rápidas; en estado de reposo el hígado, corazón, cerebro y casi todas las glándulas endocrinas producen mucho calor. La cantidad de calor producido por los músculos estriados, considerados de manera individual no es grande; sin embargo, cuando se toma en conjunto la producción de calor, que procede de la masa muscular total, ésta llega a un 30% del calor total aun en reposo. El aumento o la disminución ligeros del tono muscular pueden modificar de manera importante el calor producido, en el ejercicio intenso puede ser 20 veces mayor al que generan todos los tejidos combinados.

El cuerpo humano trabaja dentro de límites reducidos de temperatura, en un rango de 35° a 41°, el exceso crea signos u síntomas de estrés por calor como son: la debilidad, el mareo, calambres musculares, desorientación, que en condiciones extremas pueden generar un colapso cardiovascular y hasta la muerte. Sin embargo, se ha señalado que existen diferencias en la respuesta térmica al ejercicio entre individuos en el período prepuberal, y quienes han alcanzado la madurez, ya que a un nivel determinado de trabajo, los niños producen una cantidad mayor de calor en relación a su masa corporal, en comparación con los adultos. Los

individuos más jóvenes serían capaces de mantener el equilibrio térmico por pérdida de calor, gracias a que tienen una superficie corporal relativamente mayor. Por otra parte, se observa que los niños no sudan tanto como los adultos durante el ejercicio, ya que las glándulas sudoríparas de los prepúberes se activan a niveles de ejercicio más intensos, su umbral es más elevado que el de los adultos. Mientras que la respuesta adaptativa a condiciones de calor es similar a la de los adultos, la diferencia radica en que los niños requieren de un período de aclimatación más prolongado para lograr la aclimatación (Rowland, 1996:245-246).

El calor que produce el cuerpo debe eliminarse constantemente, de otra manera la temperatura se elevaría indefinidamente. El cuerpo expulsa calor hacia el medio ambiente por mecanismos como radiación, conducción y evaporación.

1. La radiación depende del principio de que los objetos cercanos siempre irradian calor entre sí.
2. La conducción está determinada por el movimiento del aire.
3. La evaporación implica que un pequeño volumen de líquido extracelular se difunde continuamente a través de la piel llevando así a la eliminación del calor.

El ejercicio intenso a veces hace aumentar la temperatura corporal de 2° a 3°C, aunque en un lapso de 10 a 20 minutos después de concluido el ejercicio la temperatura habrá disminuido a la del estado basal.

En contraste, durante la exposición a climas fríos, el papel de la termorregulación se centra en prevenir el enfriamiento excesivo, ya que aún cuando la temperatura ambiente es más baja, que la temperatura de la piel, el calor se transfiere de la piel al ambiente, entre los factores de influencia en la pérdida de calor se encuentran el medio que la rodea (agua i aire) y el área de contacto entre la piel y el medio así como el grado de aislamiento térmico, representado por la grasa subcutánea o la ropa. En un estudio realizado por Sloan y Keatinge (citado en Malina et al, 2004), se encontró que la fase de enfriamiento es mayor en niños de menor edad, además de que disminuye a medida que avanza la edad en ambos sexos. La respuesta diferencial se asocia con la variación en la proporción de la superficie corporal y la masa corporal, así como con la cantidad de tejido adiposo, por lo que una mayor superficie en relación a la masa corporal y con menos grasa aislante conduce a un enfriamiento más rápido. Estos mecanismos cobran importancia durante la supervisión de los jóvenes en desarrollo en la práctica de deportes caracteriza-

dos por cambios significativos en los extremos de temperatura ambiental y las diferencias en la composición corporal individual como recursos de adaptación morfofuncional.

Cambios morfológicos y funcionales bajo condiciones de entrenamiento

Existen numerosos antecedentes en la literatura respecto de las notables diferencias entre personas entrenadas y no entrenadas en condiciones de salud semejantes, para responder a programas de actividad física observándose en los primeros respuestas más eficientes, además de una más rápida recuperación después de la actividad.

Distintos niveles de entrenamiento modifican los requerimientos funcionales del organismo, de manera particular el rendimiento del sistema cardiovascular.

Algunos autores describen elevados niveles de consumo de oxígeno y volumen del gasto cardíaco durante el ejercicio, datos que indican la existencia de un mayor crecimiento ventricular izquierdo, que resulta favorable para el rendimiento durante el ejercicio y que se reconoce como característica del atleta con gran entrenamiento (Hanne-Paparo, 1970; Harvey-Scott, 1970; Raskoff y Goldman, 1976).

El poder aeróbico es uno de los indicadores del rendimiento físico. Máček y Vávra (1971) consideran que la edad más conveniente para la obtención de datos sobre este carácter es a partir de los 10 años evaluándolo en función de cargas de trabajo determinadas bajo entrenamiento físico. Se encontró que la ventilación por minuto tuvo incrementos significativamente mayores en niños que en niñas. Con el incremento en las demandas de energía, el consumo de oxígeno es también mayor, dada su relación con la intensidad del ejercicio y el peso corporal.

El poder aeróbico, medido en litros por minuto, se incrementa desde la infancia en ambos sexos. Sin embargo, en relación con el entrenamiento parece difícil valorar el efecto del entrenamiento de resistencia sobre el poder aeróbico antes de los 11 años. En una revisión de Malina et al (2004a), se encuentra que los niños mayores y los adolescentes, las respuestas en poder aeróbico mejoran con el entrenamiento, aun cuando, los resultados varían entre estudios, lo que se atribuye a las características de los programas de entrenamiento, además de los cambios en la composición corporal y el tamaño que no siempre se toman en cuenta, a estos factores se agrega la variación individual en el momento del brote de crecimiento, así como al ritmo de maduración durante esta etapa en cuanto a crecimiento, maduración sexual y máximo poder aeróbico, que se considera suscepti-

ble de entrenamiento, las diferencias en la respuesta a niveles similares de entrenamiento apuntarían a la existencia de un patrón de alta o baja respuesta, lo que sugiere un componente genético en la definición de la respuesta al entrenamiento aeróbico (Malina et al, 2004:449).

Estudios de las respuestas de velocidad del flujo respiratorio máximo durante la actividad física han puesto de manifiesto la importancia del ejercicio en el tratamiento de niños con problemas de vías respiratorias como es el caso del asma, al afirmar que las actividades en las que participa sobre todo la parte superior del cuerpo contribuyen a contrarrestar cualquier deformación torácica o efectos postulares derivados del asma infantil persistente. Entre otros deportes se recomienda el baloncesto, béisbol, fútbol y el hockey, que representan un ejercicio discontinuo (Fitch y Godfrey, 1976).

Los cambios en respuesta asociada al entrenamiento en el corto plazo generalmente no son permanentes y varían de acuerdo al tipo de estímulo que representa el programa de entrenamiento. Algunos de ellos son los referidos a los cambios fisiológicos que exige una rápida respuesta al ejercicio intenso, otros son morfológicos y requieren de tiempos más prolongados para ser observados; otros más son los relativos a dimensiones corporales como las circunferencias musculares, los panículos adiposos y otros, como el peso que resume a la totalidad de los componentes corporales. Bell (1970) encontró cambios importantes en peso en grupos bajo entrenamiento, reducción atribuida a la pérdida de agua durante el ejercicio, en tanto que la disminución en pliegues sobre tríceps, subescapular y suprailíaco, así como las circunferencias de brazo y pierna, fueron reducidas y no significativas.

Referencias

- BAILEY, S.M. y Ming, X (2001). High-altitude growth differences mong Chinese and Tibetan children. En: G. Guilli, L.M. Shell y L. Benso. *Human growth from conception to maturity*, pp. 237-247. Smith Gordon, London, Gran Bretaña.
- BAYER DE MÉXICO (1983). *Parámetros clínicos*. Ed. Croissier, S. A., México.
- BELI, W. (1970). Prolonged continuous Physical activity its effect upon selected anthropometric measurements. *J. Sports Med.* 10: 157-164.

- BOUCHARD, C., Malina, R.M. y Pérusse, L. (1997). *Genetic fitness and physical performance*. Human Kinetics, Champaign, Il, EE.UU.
- BROZEK, J. (1961). Determinación somatométrica de la composición corporal. INAH. México.
- CHÁVEZ, A. y Martínez, C. (1979). *Nutrición y desarrollo infantil*. Edit. Interamericana, S.A. México.
- CLARKE, H. (1976). *Application of measurements to health and physical education*. Prentice-Hall. New Jersey.
- COMAS, J. (1976). *Manual de Antropología Física*. UNAM-IIA. México.
- CORRENTI, V. y Zauli, B. (1964). *Olimpionici 1960*. Tipolitografie Marves. Roma
- EVELETH, P. (1979). Population differences in growth: Environmental and genetic factors. Capítulo 12 de *Human Growth. Neurobiology and nutrition*. Falkner, F y Tanner J.M. (Eds). Plenum Press, New York-EE.UU. Vol. 3: 393-394.
- EVELETH, P. y Tanner, J.M. (1976). *Worldwide variation in human growth*. International Biological Programme, Vol. 8, Cambridge University Press. Gran Bretaña.
- FALKNER, F. (1969). *Desarrollo Humano*. Salvat. México.
- FÉREZ, S. y Shapiro, M. (1981). *Adaptaciones cardiovasculares a la prueba de esfuerzo*. Salvat. México.
- FITCH, K. y Godfrey, S. (1976). *Asma y marcas atléticas*. *JAMA en México*. Vol. 1(7): 656-662.
- FRISANCHO, R. (1970). Developmental responses to high altitude hypoxia. *American Journal of Physical Anthropology*. 32: 401-408
- DE GARAY, L. y Levine, L. (1974). *Genetic and anthropological studies of Olympic athletes*. Academia Press. EE.UU.
- GARDNER, L. (1971). *Enfermedades genéticas y endocrinas de la infancia*. Salvat. España.
- GRINDER, E.R. (1981). *Adolescencia*. Limusa, S.A. México. 2ª reimpresión de la 1ª Edición.
- GRINDLAY, L. y Regeinteiner, J. (1983). Adaptation to high altitude. *Annual Review of Anthropology*. Vol. 12: 285-304
- HANNE-PAPARO, N. (1970) Norms for a physical fitness test in the laboratory. *J. Sports Med*. Vol. 10: 185-189.
- HARVEY, V. y Scout, G. (1970). The validity and reliability an one minute step test for woman. *J. Sports Med*. Vol. 10: 178-185.
- JOINX, H.P. (1979). *Crecimiento y desarrollo del niño nacido a término y del prematuro*. El Manual Moderno. México.
- KNITTLE, J. (1978) Adipose tissue development in man. Capítulo 11 en:

- Human Growth 2. Postnatal growth.* Falkner, F y Tanner J.M. (Eds). Plenum Press, New York-EE.UU. 295-315
- MÁČECK, M. y Vávra, J. (1971). Cardiopulmonary and metabolic changes during exercise in children 6-14 old. *Journal of Applied Physiology*. Vol 30 (2): 200-204
- MALCOM, L.A. (1974). Ecological factors to child growth and nutritional estatus. En *Nutrition and malnutrition*. Roche, A. y Falkner, F. Plenum Press. New York – Londres: 329-325
- MALINA, R.M. (1969). Exercise as an influence upon growth. *Clinical Pediatrics*. Vol. 8: 16-26
- MALINA, R.M. (1974). Adolescent changes in size build composition and performance. *Human Biology*. Vol. 48: 117-131.
- MALINA, R.M. (1975). *Growth and development the first twenty years*. Buges Publishing, Co. EE.UU.
- MALINA, R.M. (1978). Growth of muscle tissue and muscle mass. Capítulo 10 en: *Human Growth 2. Postnatal growth*. Falkner, F y Tanner J.M. (Eds). Plenum Press, New York-EE.UU.
- MALINA, R.M. (1980). Physical activity, growth and functional capacity. En: *Human physical growth and maturation. Methodologies and factors*. Johnston, F.; Roche, F.A. y Sussane, Ch. Plenum Press, New York-EE.UU.: 303-327
- MALINA, R.M.; Meleski, B. y Shoup, R. (1982). Anthropometric, body composition and maturity characteristics of selected school-age athletes. *Pediatric Clinics of North America*. Vol. 29: 1305-1323.
- MALINA, R.M., Bouchard, C. y Bar-Or, O. (2004a). *Growth, maturation and physical activity*. Human Kinetics, Champaign, Il, EE.UU.
- MALINA, R.M., Peña, M.E., Tan, S., y Little, B. (2004b). Secular change in age at menarche in rural Oaxaca, southern. Mexico: 1968-2000. *Annals of Human Biology*. No-Dic. 2004. Vol. 31 (6):634-646.
- MARSHALL, W.A. (1978). Puberty. Capítulo 6 en: *Human Growth 2. Postnatal growth*. Falkner, F y Tanner J.M. (Eds). Plenum Press, New York-EE.UU.
- MOREHOUSE, L. y Miller, A. (1965) *Fisiología del ejercicio*. El Ateneo. Argentina
- PALOMINO, H.; Mueller, W.H. y Shull, W. J. (1979). Altitude, heredity and body proportions in Northern Chile. *American Journal of Physical Anthropology*. Vol. 50: 39-50.
- PARIZKOVA, J. (1968). Longitudinal study of development of body composition and body build in boys of various physical activity. *Human Biology*. Vol. 40: 212-225.

- PARIZKOVA, J. (1973). Body composition and exercise during growth and development. Capitol 6 en: *Human growth and development*. Ar-rack, L. Academic Press. Lenders.
- PEÑA GÓMEZ, a.m. (1970). *Edad de menarquia entre grupos de niñas mexicanas*. Repto. De Invs. Antros. (Nº 24) INAH. México.
- PICAZO, E. Palacios, JAL. (1979). *Introducción a la pediatría*. Méndez Oteo. México.
- RAMOS GALVÁN, R. (1964). Desnutrición y crecimiento infantil. *Médico del Hosp. Infantil*. Vol XXI. Nº. 4. México.
- RAMOS RODRÍGUEZ, R.M. (1978). *Crecimiento físico, composición corporal y proporcionalidad corporal. Estudio en un grupo de mujeres de 12 a 20 años de edad*. (Tesis) ENAH. México.
- RASKOFF, W. y Goldman, S. (1976) *El corazón del atleta, prevalencia y significación fisiológica de la hipertrofia ventricular izquierda de los corredores de fondo*.
- ROWLAND, T.W. (1996). *Developmental exercise physiology*. Human Kinetics, Champaign, Il, EE.UU.
- SAVAGE, S.(1982). *The effect of Light on long bone growth*. University Microfilms International Ann Arbor. Michigan-EE.UU.
- SCHULTZ, A. (1979). *Los Primates*. Destino. España.
- SUSANNE, CH. (1980). Socioeconomic difference in growth patterns. En: *Human physical growth and maturation. Methodologies and factors*. Johnston, F.; Roche, F.A. y Sussane, Ch. Plenum Press, New York.
- TANNER, J.M. (1963). *Growth at adolescent*. Blackwell Scientific Publications. Oxford-Londres.
- TANNER, J.M. (1964). *The physique of olympics athletes*. George Allen And Unwlin, LTD. Londres.
- TANNER, J.M. (1966). *Educación y desarrollo físico*. Siglo XXI. México.
- TANNER, J.M. (1978). *El hombre antes del hombre*. Fondo de Cultura Económica. México.
- TANNER, J.M. (1986) Use and abuse of growth standards. En: Tanner J.M. y Falkner F. *Human Growth*. Plenum Press. London. P.P.: 95-108.
- TANNER, J.M.; Whitehouse, R.; Healy, M.L. y Goldstein, H. (1975). *Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height*. Academic Press. Londres
- TVAROH, F. y Zelenka, V. (1971). Hormonal Influences on morphogenesis. En *Anthropological Congress Dedicated to Ales Hrdlicka*. Academia PRHA. P.P.: 441-445.

2. MODELOS DE EVALUACIÓN INTEGRAL DEL POTENCIAL ATLÉTICO EN EDAD ESCOLAR. EXPERIENCIAS Y SUGERENCIAS

CARLOS ALBERTO RODRÍGUEZ ALONSO

I. Introducción

Diversos autores han indicado que se hace imprescindible comenzar el entrenamiento y la competición antes de empezar la pubertad si se aspira a obtener resultados deportivos relevantes en etapas posteriores de la vida (Rowley, 1987). Somos del criterio también, junto a otros muchos autores de que la práctica sistemática de la actividad atlética desde edades tempranas, debe realizarse en un contexto adecuado y bien programado de acuerdo a las características individuales de los sujetos, que incluye su potencialidad atlética, madurez biológica, así como el tipo de actividad deportiva. Las condiciones idóneas de salud son indispensables, sugerimos como requisito fundamental a tener en cuenta de este decisivo aspecto, el listado de patologías invalidantes, así como las limitantes que reportara Komadel (1988), en su capítulo del libro Olímpico de la Medicina Deportiva.

En el tema específico de la participación deportiva, De Rose (1996), plantea que no se debe permitir el entrenamiento y la competición de alto rendimiento a quienes carezcan de requisitos indispensables para realizar-

los de acuerdo a las características individuales de cada participante y de la especialidad deportiva elegida. Por otro lado, Rodríguez y Domínguez (2005), señaló que una característica del deporte moderno es la búsqueda científicamente fundamentada e institucionalizada de jóvenes con talento para el deporte, capaces de afrontar grandes cargas de entrenamiento y elevados ritmos en el perfeccionamiento deportivo. Obviamente este último concepto debe aplicarse en la etapa de especialización, después de la pubertad.

La experiencia práctica en el proceso de desarrollo del deporte de alta competición ha demostrado que los altos resultados deportivos en los años infantiles y juveniles no garantizan el éxito al pasar a las categorías de adultos, entre otras causas debido al desarrollo desigual en:

- La maduración biológica.
- Los ritmos de desarrollo en diferentes períodos de edad.
- Las zonas de crecimiento de los resultados en diferentes etapas de edad.
- El dominio de la coordinación compleja de los movimientos.
- La rapidez en el dominio de la técnica deportiva.

Comprendiendo que las variaciones de las condiciones listadas anteriormente y que el éxito inicial en desempeño deportivo no implica necesariamente el mantenimiento de tal nivel en etapas adultas, se hace evidente que se requiere aplicar procedimientos, métodos, programas, sistemas o modelos que conduzcan hacia la detección y evaluación del potencial atlético en escolares, desde edades tempranas de la vida.

El talento individual por sí solo no basta para aspirar a obtener resultados de alto nivel, los grandes atletas solo pueden ser el fruto del desarrollo de un trabajo intenso y juicioso por parte del deportista, en un contexto social favorable (Platonov, 1993).

Otro factor que debe ser correctamente interpretado en el trabajo con el talento deportivo es que en el desarrollo del rendimiento deportivo y de los resultados competitivos, no solo es determinante el talento individual del atleta en edad escolar, sino que también resulta crucial el talento del entrenador. Por mucho talento que tenga un prospecto atlético, si no es conducido adecuadamente por un entrenador talentoso, el talento deportivo y su potencialidad se pierden como el agua entre las manos. El siguiente esquema ilustra este concepto:

FIGURA 2.1.

El talento deportivo y su potencialidad



Fuente: Rodríguez y Domínguez (2005)

El niño no es un adulto en miniatura, sino un ser en evolución. Por muchas potencialidades genéticas y de rendimiento que tenga el niño-deportista, la etapa de iniciación deportiva debe ser multilateral, para no solo motivarlo a través de su realización con la práctica sistemática de la actividad física y la obtención de buenos rendimientos en las diversas habilidades físicas y motoras, sino además, para desarrollar armónicamente sus capacidades físicas y psíquicas atendiendo a las leyes del crecimiento y desarrollo humano y a su salud.

II. Los modelos de evaluación del potencial atlético escolar

En el deporte de competición en edad escolar el trabajo técnico- metodológico en el novel atleta con potencialidades de rendimientos debe programarse en dos etapas: la primera de iniciación deportiva (infancia y período prepuberal), y la segunda de especialización (período post-puberal).

En la etapa de iniciación, debe adaptarse la actividad física al niño y no viceversa. Es incompatible someterlo a esfuerzos superiores a su capacidad física, sea por su frecuencia, duración o intensidad. En esta etapa y entre las edades de 7 a 9 años, el crecimiento entre niños y niñas ocurre de forma análoga. Las diferencias antropométricas son pequeñas. No hay maduración del sistema nervioso central ni del periférico, y los sistemas neuromusculares y cardiorrespiratorio no están acondicionados para recibir grandes cargas ni en volumen ni en intensidad.

El entrenamiento debe estar dirigido al desarrollo de la coordinación neuromuscular. El desarrollo de la potencia anaeróbica y aeróbica debe realizarse mediante un trabajo ligero y eminentemente sub-máximo. Sobre todo, el entrenamiento debe ser de forma multilateral, de aprendizaje

técnico y de los fundamentos del deporte. Además, es vital el desarrollar la motivación del niño hacia el deporte, por lo que metodológicamente debe evitarse el entrenamiento monótono.

Ya en las edades entre 10 y 13 años comienza la diferenciación entre el crecimiento y desarrollo de las niñas y niños, adelantándose biológicamente en dos años las primeras. Durante esta etapa puede incrementarse gradualmente el trabajo de resistencia general (aeróbico) y el de combinación aeróbica- anaeróbica.

La etapa de especialización, a partir de la maduración biológica del deportista, se caracteriza por el desarrollo e incremento del trabajo de la fuerza y de la intensidad, en la planificación del entrenamiento.

El médico y el entrenador que trabajen con deportistas escolares de alta potencialidad en sus rendimientos, deben conocer bien y de forma individual, la constitución morfo-funcional de cada atleta y su edad biológica, así como las necesidades nutricionales para reponer tanto el gasto basal como el producido por la actividad física del entrenamiento y de la etapa del crecimiento y desarrollo.

Las cualidades psicológicas más importantes de un talento deportivo deben ser: la estabilidad emocional, la motivación y la capacidad intelectual (sobre todo en los deportes técnicos-tácticos o colectivos). A estas cualidades generales se le deben agregar otras cualidades psico-fisiológicas específicas que están en dependencia de la disciplina deportiva en cuestión. Por ejemplo: la concentración de la atención en la halterofilia, la representación ideomotora en el área de saltos en el atletismo y en los clavados, y la visión periférica y tiempo de reacción en los deportes de juegos con pelotas.

En esta problemática que abordamos hay dos aspectos decisivos que deben tomarse en consideración: 1) el proceso de identificación del talento dentro de las reservas deportivas, 2) la correcta aplicación de las cargas de entrenamiento observando las características del crecimiento y desarrollo de los noveles atletas.

A continuación expondremos algunas de nuestras modestas experiencias estudiadas y aplicadas en la reserva deportiva escolar, en el contexto de la organización del deporte cubano, así como su generalización en otros países.

Los modelos de evaluación del potencial atlético escolar no son una receta para crear campeones:

- Son una aproximación hacia la predicción del talento deportivo.
- Son instrumentos que informan acerca de la caracterización, clasificación y evaluación del potencial atlético escolar durante su crecimiento y desarrollo.

- Se fundamentan sobre la base de las cualidades específicas para una determinada disciplina atlética.
- Posibilitan la detección y posterior conducción mediante un adecuado y sistemático entrenamiento, contribuyendo a optimizar las potencialidades de rendimientos futuros.

Los estudios para la obtención y aplicación de Modelos de Evaluación del Potencial Atlético tienen un carácter multidisciplinario y requieren ser aplicados de forma masiva en deportistas escolares y de nivel competitivo para esas edades. Esto condiciona que el diseño de un estudio de estas características, así como la organización de la infraestructura requerida para su ejecución, cumplan con algunas condiciones que se constituyen en principios fundamentales para su exitosa realización. Entre ellos podemos citar:

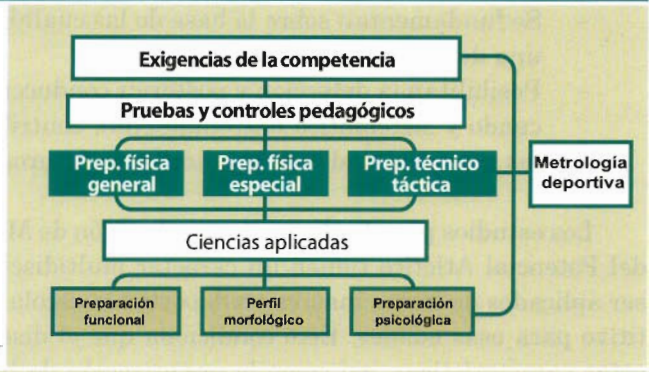


El deporte moderno de alto rendimiento exige la planeación, organización y control de las estructuras de rendimiento desde edades tempranas. Estas estructuras, en la teoría y metodología del entrenamiento deportivo, se asocian a las capacidades constitucionales y técnico coordinativas, así como a las cualidades de personalidad y a la táctica (Romero, 1995). Por tal motivo, los modelos de detección y evaluación longitudinal del potencial atlético se desarrollan, perfeccionan y aplican en las edades del crecimiento y desarrollo. Dentro de la pirámide del alto rendimiento, estas edades se corresponden con el deporte escolar competitivo (Armas, 1985; Dirix et al. 1988; Navarro, 1989).

Los modelos de Evaluación del Potencial Atlético deben ser coherentes con el modelo de Preparación Multilateral del Deportista de Alto Rendimiento (Zatsiorski, 1989), como el que se ilustra en la Figura 2.3.

FIGURA 2.3.

Modelo de preparación multilateral del deportista de alto rendimiento

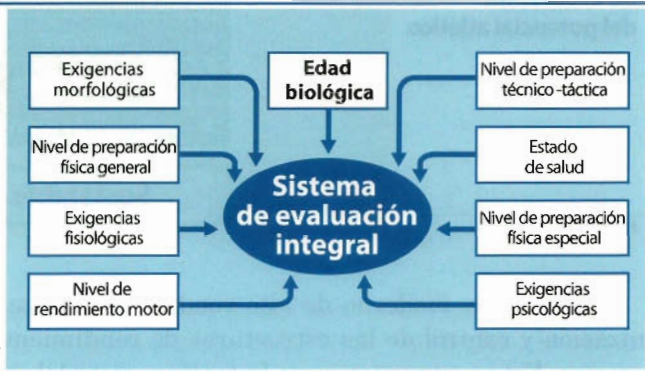


Fuente: Rodríguez (1996). Adaptado

La Figura 2.4, muestra el Modelo de Evaluación Integral del Potencial Atlético orientado para las Escuelas de Iniciación Deportiva Escolar (EIDE) a través del Estudio Nacional de la Reserva Deportiva que estudia las estructuras del rendimiento deportivo en atletas escolares. En el mismo se observa la interdependencia de la edad biológica con las diferentes estructuras.

FIGURA 2.4.

Modelo de evaluación integral del potencial atlético. Estructuras del rendimiento deportivo



Fuente: Rodríguez (1996)

III. Tres aspectos básicos a tomar en cuenta en la selección del potencial atlético

1. Conocimiento de las medidas de tendencia central y variabilidad así como la distribución percentilar de los indicadores fundamentales de tipo morfológicos, fisiológicos, psicológicos y del rendimiento motor del niño y adolescente perteneciente a la población normal del país; a través de estudios representativos de dicha población, tanto de tipo transversal

como longitudinal. Características de su crecimiento y desarrollo. Justamente, en sentido general los talentos se ubican en los percentiles más altos, en relación a su población normal y de acuerdo a la edad y sexo

2. Características del deporte y disciplina en cuestión, cualidades y capacidades: cineantropométricas, motoras, fisiológicas, bioquímicas y energéticas, biomecánicas y técnico-tácticas. Conocimiento de la dinámica de los cambios, tanto de los indicadores de mayor dependencia genética (como los de la estructura física), así como los más hábiles. Además de las exigencias psíquicas y psicofisiológicas. Tipificación de los atletas de clase élite, incluidos las categorías infantiles y juveniles.

3. Perfil morfofuncional y psicopedagógico de la población atlética y de acuerdo al deporte, disciplina, sexo y edad.

A modo de ejemplo, presentaremos algunas tablas y gráficos sobre la base de los tipos de estudios relacionados con los tres aspectos básicos señalados. En relación a las investigaciones que permiten el conocimiento de la tendencia central y variabilidad de indicadores importantes, en este caso de tipo morfológico; de la población normal de donde surgen los talentos. En el Cuadro 2.1, se reporta la distribución percentilar del porcentaje de grasa corporal total (sexo masculino) obtenida del II Estudio Nacional del Crecimiento y Desarrollo Morfofuncional del Niño y Adolescente Cubano, a partir de una muestra estadísticamente representativa de la población normal en esas edades, compuesta por más de 30.000 sujetos (Rodríguez y col. 1992 y 1998). Este nuevo e inferior tamaño muestral fue definido por disponer de la variabilidad de los indicadores estudiados y que fueron obtenidos en la muestra de más de 52.000 sujetos examinados en el I Estudio Nacional (Jordan y col. 1979). El porcentaje de grasa corporal se obtuvo con la aplicación de las ecuaciones de predicción de Lohman (1987), Lohman y Boileau (1991), y Slaughter, y col. (1984 y 1988), las que después volvieron a ser revalidadas de forma cruzada (Janz, y col. 1993).

CUADRO 2.1.

Normas percentilares de la población cubana

Porcentaje de grasa corporal total (%)
Sexo masculino

Percentil	Edad 8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
3	7.5	7.5	7.5	7.5	8.0	7.0	6.5	5.5	5.5	6.0	6.0	6.0
5	8.0	8.0	8.0	8.0	8.5	7.5	7.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.5
10	8.5	8.5	8.5	8.5	9.0	8.0	8.0	6.5	6.5	7.0	7.0	7.5
15	9.0	9.0	9.0	9.0	9.5	8.5	8.5	7.0	7.5	7.5	8.0	8.0
20	9.5	9.5	10.0	10.0	10.0	9.0	9.0	7.5	7.5	8.0	8.5	8.5
25	9.5	9.5	10.0	10.0	10.5	9.5	9.5	8.0	8.0	8.5	8.5	9.0
30	10.0	10.0	10.5	10.5	11.0	10.0	9.5	8.0	8.5	9.0	9.0	9.5
35	10.5	10.5	11.0	11.0	11.5	10.5	10.0	8.5	8.5	9.0	9.5	10.0
40	10.5	10.5	11.0	11.5	12.0	10.5	10.5	9.0	9.0	9.5	10.0	10.0
45	11.0	11.0	11.5	12.0	12.0	11.0	11.0	9.5	9.5	10.0	10.5	10.5
50	11.0	11.5	12.0	12.5	12.5	11.0	11.0	10.0	10.0	10.5	10.5	11.0
55	11.5	12.0	12.0	13.0	13.0	12.0	11.5	10.5	10.5	11.0	11.0	11.5
60	12.0	12.5	12.5	13.5	14.0	12.5	12.0	10.5	10.5	11.5	12.0	12.5
65	12.0	13.0	13.5	14.0	14.5	13.0	12.5	11.0	11.0	12.0	12.5	13.0
70	12.5	14.0	14.0	14.5	15.5	13.5	13.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5
75	13.5	14.5	14.5	15.0	16.0	14.5	13.5	12.0	12.5	13.5	14.0	14.5
80	14.5	15.5	15.5	16.5	17.0	15.0	14.0	13.0	13.0	14.0	15.0	15.5
85	15.5	17.0	17.0	18.0	18.5	17.0	15.5	14.0	14.0	15.5	16.0	17.0
90	17.0	19.5	20.0	20.0	21.0	19.0	17.0	16.5	16.0	16.5	19.0	20.0
95	20.0	23.0	26.0	26.0	24.5	23.5	20.0	20.0	19.0	20.5	22.5	23.0
97	22.0	25.0	28.0	28.0	27.5	27.5	23.5	22.0	22.5	25.0	25.0	25.0

Fuente: Rodríguez y Col. (1998)

En el Cuadro 2.2, se muestra el tipo de estudio que se emplea para conocer las características del deporte o disciplina en cuestión, a partir de la referencia de los atletas que representan la clase élite del alto rendimiento de un país, o región (si ocupa competitivamente los lugares cimeros de la misma). En este cuadro se presenta la caracterización en ambos sexos, de algunos indicadores cineantropométricos de las selecciones nacionales de voleibol de Estados Unidos de Norteamérica, estudiados en Cuba por nosotros junto a especialistas norteamericanos, que posteriormente publicaron el reporte (Carter, Powel-Santi y Rodríguez, 1994). Estos equipos componen la élite del voleibol de alto rendimiento a nivel regional y mundial.

CUADRO 2.2.

Indicadores del tamaño. Voleibolistas élités norteamericanos	Dimensiones	Femenino - Media (DS)	Masculino - Media (DS)
	Edad (años)		23.7 (3.4)
Peso (kg.)		67.7 (6.2)	87.6 (6.9)
Estatura (cm)		178.8 (8.3)	193.4 (7.0)
Talla sentado (cm)		91.4 (2.9)	99.5 (2.1)
Circunferencias (cm)			
Brazo		30.0 (1.7)	34.7 (1.7)
Muslo		57.1 (2.6)	58.9 (1.9)
Pierna		36.3 (1.5)	37.5 (1.4)
Diámetros (cm)			
Biacromial		38.7 (1.1)	42.3 (1.9)
Billiaco		28.6 (1.6)	29.7 (1.2)
Bitrocantérico		32.5 (1.6)	34.2 (2.1)
Transversal torax		26.7 (1.3)	30.4 (1.2)
Ant-post torax		17.3 (1.9)	21.1 (1.2)
Húmero		6.5 (0.3)	8.1 (0.4)
Fémur		9.2 (0.2)	10.5 (0.4)

Fuente: Rodríguez y Col. (1990)

Una muestra de los proyectos que se realizan para conocer la dinámica del comportamiento entre atletas escolares y no atletas, en los que generalmente en muchos indicadores los atletas obtienen mayores valores la presentamos en el Cuadro 2.3. Aquí se estudiaron (Rodríguez y col. 1990), talentos escolares escogidos por las Federaciones Españolas de baloncesto y voleibol para concentrados de preparación y evaluación, así como escolares no atletas con las mismas edades matriculados en escuelas madrileñas, y que realizaban actividad física según el programa curricular y extracurricular sobre la base del nivel de enseñanza, en este caso para las edades de 14 y 15 años. Obsérvese cómo en la caracterización de algunos indicadores psicológicos de los grupos estudiados se diferencian. Los mayores valores se reportan en los atletas escolares, llamando la atención que son aspectos psicológicos que reafirman su peso en la evaluación del potencial atlético. La mayor capacidad intelectual que se obtuvo en los atletas, en relación a la referencia de la población normal, indica la importancia de esta variable en los deportes con pelotas (baloncesto y voleibol), que exigen para la obtención de la maestría deportiva de una alta potencialidad técnico-táctica.

CUADRO 2.3.

Características psicológicas de escolares españoles deportistas y no deportistas	14 - 15 años	Baloncesto y voleibol			No atletas		
	(Masculino)	50 p	Min.	Máx.	50 p	Min.	Máx.
Capacidad intelectual		52	36	59	49	21	57
Concentración		180	92	289	170	71	223
Coordinación		39	24	62	35	18	55

Fuente: Rodríguez y Col. (1990)

A los efectos de reflejar estudios para obtener modelos de referencia de la clase élite del alto rendimiento, sobre la base del deporte, sexo y disciplina, evento o categoría de peso corporal; en el Cuadro 2.4, reportamos el modelo cineantropométrico de referencia para el boxeador de excelencia deportiva de la categoría o división de peso de 57 kg. Este modelo se obtuvo de un estudio acerca de la estructura física de los atletas de este deporte que examinó a las selecciones nacionales de los 50 países de mayor nivel mundial en este deporte; y a los boxeadores cubanos que integraron selecciones nacionales con resultados en eventos internacionales, desde la década de 1960. Cuba, comenzó a cosechar medallas olímpicas en los Juegos Olímpicos de México (1968), y ocupa el sitial cimero en este deporte, desde los Juegos Olímpicos de Munich (1972). En este estudio las divisiones estuvieron representadas por alrededor de 100 boxeadores de excelencia (Rodríguez, 1989), lográndose una alta representatividad del modelo de referencia en las divisiones de competencia.

Variables	P3	P10	P20	P25	P30	P40	P50	P60	P70	P75	P80	P90	P97
Modelo cineantropométrico de la división de 57 kg. Distribución percentilar													
Edad	19,1	19,6	20	20,6	21,3	22,1	22,1	23,4	24,3	24,4	25,0	26,0	28,6
Longitudes (cm)													
Estatura	161,4	163,3	165,2	166,0	166,6	167,8	168,9	170,0	171,2	172,0	172,8	174,9	178,6
Altura sentado	82,3	84,6	85,0	85,3	85,7	86,4	87,5	88,7	89,4	89,9	90,2	91,0	93,8
Extrem. inferiores (d)	87,6	88,9	93,0	94,2	95,2	95,9	96,9	97,8	98,8	99,6	100,6	102,3	105,4
Extrem.superiores (d)	70,3	72,2	73,1	73,6	73,9	74,6	75,5	76,4	77,2	77,5	78,2	79,1	80,5
Diámetros (cms)													
Húmero (d)	6,2	6,3	6,4	6,5	6,5	6,6	7,0	6,8	6,9	6,9	7,0	7,1	7,2
Fémur (d)	8,7	9,0	9,1	9,2	9,2	9,3	9,4	9,5	9,6	9,6	9,7	9,8	10,0
Muñeca (d)	5,0	5,2	5,3	5,3	5,4	5,5	5,5	5,6	5,7	5,7	5,8	5,8	6,0
Biacromial	35,8	36,9	37,5	37,7	37,9	38,4	38,7	39,1	39,6	39,7	39,9	40,6	41,3
Bicrestal	22,7	23,6	24,5	24,8	25,1	25,3	25,7	26,1	26,3	26,5	26,8	27,6	27,9
Circunferencias (cm)													
Brazo flexionado (d)	27,1	28,2	28,5	28,7	28,9	29,4	29,9	30,4	30,9	31,1	31,2	31,7	33,1
Pantorrilla (d)	30,9	31,6	32,4	32,8	33,0	33,3	33,7	34,1	34,4	34,6	34,8	35,6	36,5
Muslo (d)	45,8	47,1	47,8	48,0	48,2	48,8	49,2	49,5	50,1	50,4	50,8	52,0	52,8
Torax normal	83,7	85,5	86,8	87,6	88,3	88,9	89,5	90,1	90,6	91,5	91,8	93,2	95,2
Composición corporal y somatotipo													
Grasa (%)	6,0	6,5	6,8	7,0	7,2	0,4	7,8	8,1	8,5	8,8	9,2	10,1	11,8
Índice sustancia activa (aKS)	0,93	1,00	1,04	1,06	1,07	1,09	1,11	1,14	1,14	1,18	1,19	1,24	1,3
Endomorfia	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,4
Mesomorfia	2,6	3,6	3,9	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5,1	5,2	5,3	5,7	6,3
Ectomorfia	1,6	2,3	2,6	2,7	2,9	3,1	3,3	3,5	3,8	2,9	4,0	4,7	5,2

IV. Detección masiva de talentos

Los modelos de evaluación integral del potencial atlético son sistemas compuestos por un conjunto de procesos concatenados y que interactúan. Los procesos iniciales que se realizan son eminentemente masivos, en edades más tempranas y por supuesto en dependencia de las exigencias del tipo de disciplina atlética. La etapa de iniciación deportiva comprende el período final de la infancia (de 7 a 9 años), y el período prepuberal (10 a 13 años). Tomando en consideración que ya en edades prepúberes las niñas maduran como promedio 2 años antes que los varones. En los deportes de iniciación temprana como el nado sincronizado, la natación, clavados y la gimnasia artística y rítmica, entre otros; generalmente se comienza antes de los 7 años.

Debe existir una voluntad y una organización institucional sostenible para el desarrollo y realización generalizada del talento. Los mismos requieren de una detección y una adecuada conducción por instituciones y recursos humanos experimentados. Debemos aclarar que no solamente nos referimos al talento deportivo, sino a todas las actividades que para lograr una maestría requieren de candidatos dotados para estos fines. Como son las diversas manifestaciones artísticas o las ciencias exactas, entre otras. Es obvio que la dirección de estos procesos para viabilizar la oportunidad de que el talento se exprese y consolide requiere de una certera conducción, que no puede ser impositiva sino que parte de un contexto favorable que como premisa básica sea parte de la voluntad y motivación del niño o joven con talento y el de su familia.

En la práctica, por lo general el sujeto con potencialidades para una determinada actividad cuando alcanza resultados destacados en la misma, se realiza y esto lo motiva más para el logro de nuevas experiencias satisfactorias, para él, y se propone nuevas metas y mayor superación. El sujeto no talentoso se ve superado constantemente por sus compañeros mejor dotados, y esto provoca una frustración que generalmente influye para que desista del empeño de alcanzar resultados superiores.

En la actividad física y deportiva, la práctica sistemática de uno o más deportes pueden estar en los gustos y preferencias de muchos sujetos sin talento para altos rendimientos. Pero sí los motiva el divertimento y la incorporación de hábitos saludables de vida y se convierten en practicantes sistemáticos en el contexto del deporte para todos o participativo, pero sin aspiraciones de alcanzar altos rendimientos, ni competiciones de elevadas exigencias y de determinada estructura física, o de capacidades condicionales, o técnico coordinativas.

Como hemos señalado, la detección y desarrollo del talento deportivo se ejecuta dentro de dos etapas fundamentales: la iniciación y la especialización deportiva. Consideramos que estas etapas son las más básicas, aunque pueden existir otros criterios como los que abarcan un concepto más amplio de las etapas, como las de: iniciación, consolidación, perfeccionamiento y la maestría o excelencia deportiva (Díaz y Romero, 2006).

La etapa de iniciación deportiva comienza con la aplicación de los primeros procesos de selección masiva del potencial atlético, implementándose en todos los escolares en las clases de educación física a través de métodos de observación de rendimientos, habilidades, destrezas, etc. y la medición de capacidades condicionales; rapidez, fuerza y resistencia, y constitucionales (como la estatura). Los resultados obtenidos en dichos test, se contrastan con la distribución percentilar de estas variables de la población normal, de acuerdo a la edad y sexo. Estos valores de referencia se obtienen a partir de Estudios Nacionales realizados en muestras representativas de la población escolar del país.

A continuación en el Cuadro 2.5 aparecen los criterios para la evaluación a partir de los valores del 90 percentil de variables del rendimiento motor y el 97 percentil de la estatura, de la población normal. Este proceso se aplica en Cuba anualmente en el mes de mayo a toda la población escolar (99% del total poblacional) y es realizado por parte de los profesores de educación física (Dirección de Educación Física y Promoción de Salud. INDER, 1994).

CUADRO 2.5. Criterios de selección para la detección masiva del potencial atlético, mediante las normas nacionales de eficiencia física	Variable	7 años		8 años		9 años		10 años		11 años		12 años	
		M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
	Estatura*	97P	97P	97P	97P	97P	97P	97P	97P	97P	97P	97P	97P
Rapidez (50 m)	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P
Planchas	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P
Abdominales	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P
S. Long(S/I)	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P
Resistencia	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P	90P

(*) 97 percentil del II Estudio Nacional del crecimiento y desarrollo niño y adolescente cubano

Fuente: Estudio Nacional del Rendimiento Motor de la Población Cubana. Dirección Educación Física y Promoción de Salud. INDER. 1994

V. Papel del Estado de la maduración del crecimiento y desarrollo, en el rendimiento deportivo. El uso de la edad biológica

La Edad Biológica en las edades del crecimiento y desarrollo tiene una gran interdependencia con las estructuras del rendimiento deportivo. La Edad Biológica puede estimarse por diversos métodos: edad ósea, edad dental, edad morfológica o evaluación de la maduración de los caracteres sexuales secundarios (Tanner, y col. 1966; Tanner y Whitehouse, 1976; Ross y Marfell-Jones, 1990; y García y Salazar, 2001). Los métodos para estimar la edad morfológica, como el del alemán H. Wustscher (1974), se basan en la proporcionalidad antropométrica que se manifiesta durante las etapas del crecimiento y desarrollo (Tanner y col., 1966; y Ross, 1992). Este método alemán de aproximación a la Edad Biológica, a partir de la proporcionalidad antropométrica, es el que proponemos a escala masiva. Dicho método fue modificado y validado, para ser aplicado en nuestro medio (Siret y col., 1991).

Es frecuente encontrar en campeonatos escolares que los atletas finalistas y ganadores sean maduradores precoces. Generalmente, estos triunfadores son las llamadas “estrellas fugaces”, ya que tienen menos potencial biológico por desarrollar y por ende menos posibilidades de aumentar al mismo ritmo sus rendimientos deportivos. Sin embargo, los maduradores tardíos que llegan a estos campeonatos de nivel nacional, aunque no obtengan los lugares cimeros, constituyen un verdadero potencial atlético, pues al tener más potencial biológico por desarrollar, tienen mayores perspectivas de mejorar sus ritmos de incrementos y rendimientos deportivos.

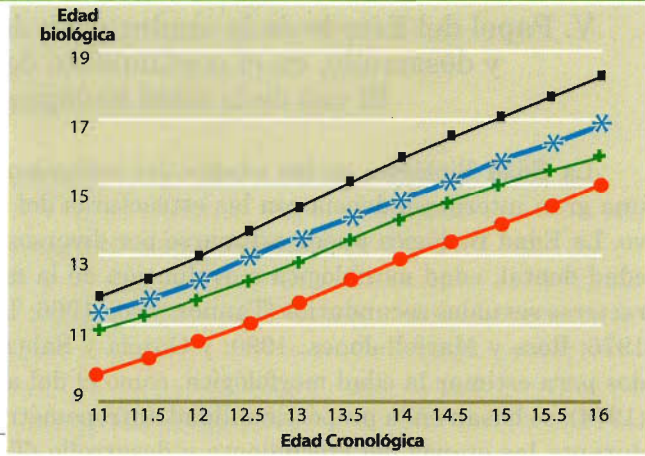
Esto ilustra como las evaluaciones del potencial atlético pueden estar sesgadas por la influencia de la Edad Biológica y la importancia de considerar esta variable en los criterios de clasificación. Una ponencia que analiza esta temática en talentos de natación fue presentada por nosotros en 1975 en México, en el Congreso de Ciencias Aplicadas al Deporte, desarrollado en el marco de los VI Juegos Panamericanos (Rodríguez y Rodríguez, 1975).

En la Figura 2.5, se ejemplifica el peso de la Edad Biológica en el deporte escolar a partir de los estudios desarrollados en atletas de las EIDE.

FIGURA 2.5

Distribución percentilar de la edad biológica en atletas escolares de la reserva deportiva cubana

- Béisbol 10p
- ◆ Béisbol 50p
- ✱ Baloncesto 50p
- Béisbol 90p



Fuente: Rodríguez y Col. (2005)

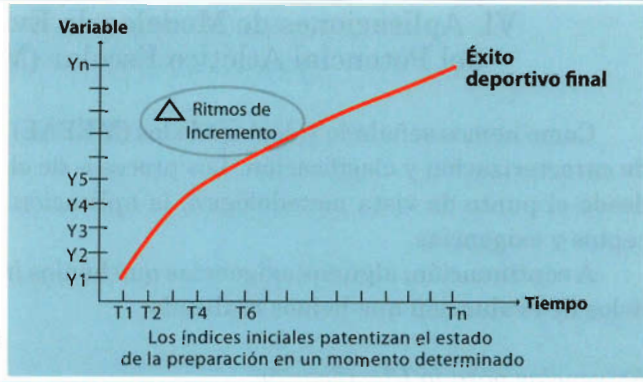
Puede observarse como para una misma edad cronológica, el percentil 50 de la Edad Biológica de los baloncestistas escolares es superior en todas las edades en relación a los jugadores escolares de béisbol. Debido a la importancia de la estatura en el baloncesto, se manifiesta una mayor frecuencia de maduradores precoces en el proceso de selección deportiva. Tendencia determinada por el rol que juegan aún los entrenadores a partir de criterios simples de observación y que definen muchas veces la calidad de la matrícula de las escuelas deportivas. García Avendaño ci

Importancia de los ritmos de crecimiento en las variables morfofuncionales, motoras y del rendimiento deportivo

En la aplicación de los Modelos de Evaluación del Potencial Atlético, no solo se deben realizar las mediciones de los indicadores en un momento o etapa determinada y contrastarlas con valores de referencia, es decir “hacer la fotografía”. Es primordial además, evaluar los ritmos de incrementos (Δ); o sea, analizar el crecimiento de las variables en un intervalo de tiempo, o en dos momentos determinados. El grado de crecimiento de esa variable, o la aceleración de ese incremento en el rendimiento del indicador evaluado en el escolar, y la relación de ese incremento con respecto al promedio de los incrementos observados en sus compañeros, es también determinante. Los más talentosos son los que obtienen mayores ritmos de incremento medido en un intervalo tomado entre dos momentos de medición de los indicadores (Figura 2.6).

FIGURA 2.6

Evaluación del ritmo de incremento de la variable



Fuente: Rodríguez y col.(1994). Adaptado.

El esquema de Siri, (Volkov y Filin, 1989), que se aprecia en el Cuadro 2.6, ilustra este concepto que estamos tratando. Los más aptos o de mayor potencial atlético serán los que posean un Alto Nivel Inicial (primera medición contrastada con patrones de referencia) y además Altos Ritmos de Incremento (Δ). Por otro lado, tendrán escasas facultades o potencialidades, los que obtengan Bajos Niveles Iniciales y Bajos Ritmos de Incremento (Δ).

CUADRO 2.6.

Esquema de determinación de las posibilidades potenciales del deportista

Correlación de los índices a investigar	Características de las facultades
Alto nivel inicial + altos ritmos de incremento	Facultades muy grandes
Alto nivel inicial + medianos ritmos de incremento	Facultades grandes
Mediano nivel inicial + altos ritmos de incremento	Facultades medianas
Alto nivel inicial + bajos ritmos de incremento	Facultades medianas
Mediano nivel inicial + medianos ritmos de incremento	Facultades grandes
Bajo nivel inicial + altos ritmos de incremento	Facultades medianas
Mediano nivel inicial + bajos ritmos de incremento	Facultades pequeñas
Bajo nivel inicial + medianos ritmos de incremento	Facultades pequeñas
Bajo nivel inicial + bajos ritmos de incremento	Facultades muy pequeñas

Fuente: P. ZSini

VI. Aplicaciones de Modelos de Evaluación del Potencial Atlético Escolar (Mepae)

Como hemos señalado y destacado los (MEPAE) se basan en procesos de caracterización y clasificación. Los procesos de clasificación requieren desde el punto de vista metodológico, la aplicación de un grupo de conceptos y exigencias.

A continuación, algunas exigencias que hemos introducido en los modelos de evaluación que hemos realizado:

Exigencias para la Clasificación

- El grado de exigencia emplea la escala percentilar de la muestra de referencia estudiada.
- El propósito de adecuar las calificaciones de MB (Muy Bien), a las necesidades actuales de cada disciplina deportiva, en el contexto del trabajo con las reservas deportivas.
- En cada subsistema de evaluación se toma en cuenta la significación de las variables, según el deporte o la disciplina analizada. Sobre esta base se determina el peso de la calificación de cada variable dentro de cada subsistema.
- En el sistema integral (multidisciplinario) de evaluación se toma en cuenta la significación de los subsistemas, según el deporte o la disciplina analizada. Sobre esta base se determina el peso de la calificación de cada subsistema.
- En la calificación final (integral), se realiza una corrección en dependencia del grado de maduración biológica del atleta examinado.

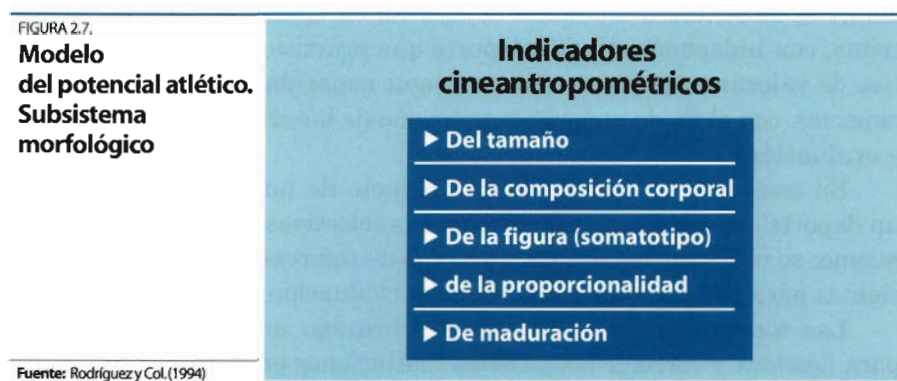
Los MEPAE requieren de un elevado número de mediciones y evaluaciones morfológicas, físicas y psicológicas; en los deportistas escolares. A los efectos de la realización de dichos exámenes, sugerimos las recomendaciones hechas por Méndez y col. (2004) en cuanto a los principios bioéticos a seguir en estas evaluaciones.

Anteriormente habíamos ilustrado el Modelo de Evaluación Integral del Potencial Atlético, basado en las estructuras del rendimiento deportivo. Este modelo constituye un sistema: y las exigencias, niveles de preparación o rendimiento integran los subsistemas. Las pruebas de campo participan en un gran número de estos subsistemas, como son:

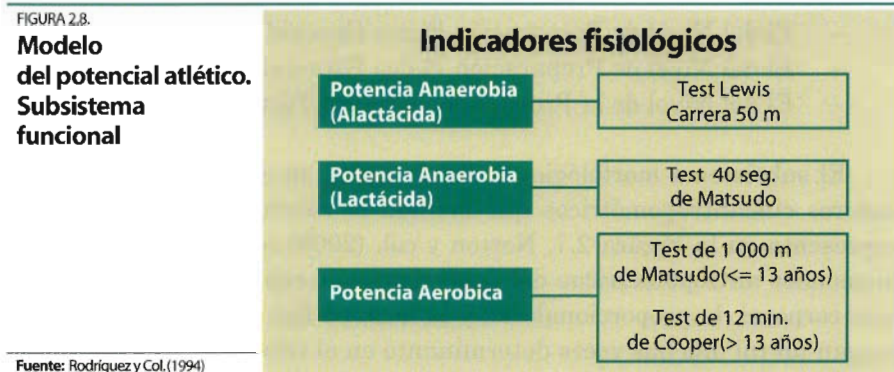
- El Funcional o de Exigencias Fisiológicas.
- El del Nivel de Rendimiento Motor.

- El del Nivel de Preparación Física General.
- El del Nivel de Preparación Física Especial.
- El del Nivel de la Preparación Técnico-Táctica.

El subsistema morfológico se fundamenta en el estudio de los indicadores cineantropométricos que definen la estructura física, como se representa en la Figura 2.7. Norton y col. (2000) reportaron que las dimensiones antropométricas del deportista, que representan la composición corporal, la proporcionalidad y la forma o figura, son variables que juegan un rol muchas veces determinante en el triunfo de una disciplina deportiva.



En la Figura 2.8, se presentan los indicadores funcionales que se estiman a través de las pruebas de campo del subsistema funcional del Estudio Nacional de la Reserva Deportiva Cubana (Rodríguez y col. 1994). Las unidades de espacio y tiempo que se miden en las pruebas de campo de este subsistema pueden ser convertidas mediante ecuaciones, en unidades biológicas de potencia anaerobia y aerobia. Estas ecuaciones han sido validadas por sus autores (Sargent, 1921, y Matsudo, 1987) y también en nuestro medio.



Las pruebas de campo que integran los Subsistemas Funcional y del nivel de rendimiento motor se aplican en todos los escolares deportistas, con independencia del deporte que practican. Esto tiene el objetivo de valorar como se manifiestan estas capacidades en los diferentes deportes, con el fin de mejorar la precisión de los criterios de calificación y evaluación.

En ocasiones ha sucedido que producto de un pobre desarrollo en un deporte o disciplina, o por deficiencias selectivas y de preparación del mismo, se obtienen resultados y valores de referencia que resultan deficientes para poder realizar una correcta evaluación.

Las comparaciones entre deportes brindan una buenainformación para detectar y corregir las posibles limitaciones en la evaluación de un deporte en particular, cosa que puede ocurrir. Por ello, la estimación de los Indicadores de los Subsistemas Funcional y del Nivel de Rendimiento Motor se realiza con iguales procedimientos metodológicos en todos los deportistas, independientemente de su especialidad atlética.

Las pruebas de campo de carácter pedagógico, que se aplican para evaluar los Subsistemas del Nivel de la Preparación Física General, Preparación Especial y Preparación Técnico-Táctica, sí son específicas en dependencia del deporte y/o disciplina. El Cuadro 2.7, que se presenta a modo de ejemplo, muestra algunas pruebas de campo pedagógicas específicas para el Boxeo, y que integran el Subsistema de Evaluación del Nivel de la Preparación Física General para este deporte, en función de las categorías de edades (Rodríguez y Domínguez, 2005).

CUADRO 2.7.

**Pruebas de campo.
Nivel de preparación
física general**

Prueba	Clasif.	Descripción	Unidad	Rango	Edad
Carrera de 40 m	Velocidad	El entrenador utilizará tres voces: a sus marcas, listos y fuera. Se medirá el tiempo recorrido desde la arrancada hasta el final	Seg.	3 - 6	13 -14
Impulsión de la bala	Fuerza, rapidez	Desde la parada de combate con la bala descansando sobre la mano. Se miden ambas manos. A la voz del entrenador el atleta impulsa la bala hacia delante, imitando la ejecución de un recto a la cara, de derecha a izquierda respectivamente.	m. y cm.	1 - 20	15 -16
Planchas	Fuerza, rapidez	En posición boca abajo con los brazos flexionados junto al tronco y los pies apoyados por las puntas de los pies y unidos. A la voz, el atleta eleva el cuerpo sin arquear hasta que los brazos queden extendidos, repitiéndose en 10 seg.	Rep.	5 - 12	13 -16
Flexión ventral del Tronco	Fuerza	En posición acostado boca arriba y con las piernas extendidas y sujetas por un compañero, las manos rozando la nuca y brazos flexionados. A la voz, elevará el tronco a la posición inicial. Se repite el movimiento de forma continua. Se medirá el número mayor de repeticiones.	min. y seg.	1 - 200	13 -16
Carrera de 1.200 m	Resistencia	En posición de arrancada alta, a la voz de fuera, el atleta iniciará la carrera hasta la meta.	min. y seg.	2 - 8	13 -14
Flexión dorsal	Flexibilidad	El atleta se coloca frente a la pared y pegado a ella realiza una flexión dorsal. Se medirá la distancia perpendicular a la pared que separa su barbilla de la misma. No podrá separar el resto del cuerpo.	min.	0 - 900	13 -16

Fuente: Rodríguez y Domínguez. (2005)

El Cuadro 2.8, muestra para este mismo deporte algunas pruebas de campo específicas que integran el Subsistema de Evaluación del Nivel de Preparación Física Especial (Rodríguez y Domínguez, 2005). Todas las pruebas que conforman el Subsistema de Evaluación del Nivel de la Preparación Física General, Especial y Técnico-Táctica, fueron validadas previamente en estudios pilotos realizados en Escuelas de Iniciación Deportiva Escolar.

Otro aspecto a tomar en consideración en el diseño de los modelos que se utilicen para evaluar las capacidades que rigen el desempeño atlético, es que éstos deben ser capaces de monitorear, en estudios longitudinales las modificaciones que ocurren en las mismas. Por tanto, desde el punto de vista metodológico la valoración de los ritmos de incremento de los resultados de los indicadores morfo-funcionales y psicopedagógicos

que se monitorean, deben contemplarse en el modelo de Evaluación del Potencial Atlético.

CUADRO 2.8.
Pruebas de campo. Nivel de preparación física especial

Prueba	Clasif.	Descripción	Unidad	Rango	Recursos	Edad
Golpear el saco	Fuerza, rapidez	El atleta con los guantines golpeará en el cojín de la pared con ambas manos. Se medirá la cantidad de golpes ejecutados en 10 seg. Tomándose el número intermedio de la cifra que dan los observadores.	Repeti- ciones	15-60	Guantines 3 investig., Cojín de pared, Cronómetro	13-16
Golpear el saco	Fuerza, rapidez	El atleta con los guantines golpeará en el cojín de la pared con ambas manos. Se medirá el número de golpes ejecutados en 1 min.	Repeti- ciones	15-200	Guantines 3 investig., Cojín de pared, Cronómetro	13-16
Percepción del tiempo	Fuerza, rapidez	El atleta ejecutando el golpeo frente al cojín de pared, trata de percibir el tiempo de combate estipulado para su categoría, cuando éste lo estime conveniente se para, y entonces el investigador toma el tiempo registrado por el cronómetro. Tomando como referencia el tiempo real que dura el combate, el tiempo registrado que quede por debajo, se anotará con signo "-" y con "+" el que quede por encima.	min. y seg.	-6 a +6	Cojín de pared, 1 investig., Cronómetro	13-16

Fuente: Rodríguez y Domínguez (2005)

VII. El peso de las variables y prioridades dentro de cada subsistema de evaluación

En los sistemas de detección y preparación de los prospectos a talentos deportivos, la calificación de las variables y la evaluación general dentro de cada estructura de rendimiento o subsistema, se subordina al peso o importancia de cada variable dentro del propio subsistema, que varía en dependencia de las exigencias del deporte y disciplina.

Por ejemplo, para el Voleibol, en el Subsistema para la Evaluación Morfológica de los prospectos a talentos, los indicadores cíneantropométricos del tamaño y fundamentalmente la estatura, deben tener un mayor peso o importancia en la calificación de este subsistema que otros indicadores, como los de la proporcionalidad o composición corporal. La importancia de la estatura en este deporte, así como la Influencia genética de esta variable, en relación a los indicadores de la composición corporal que pueden ser modificados mediante una adecuada preparación atlética y alimentación, hace que el mayor peso de la calificación se subordine a esta variable. (Ver Figura 2.9).

Este mismo concepto es extrapolable al resto de los subsistemas, a

modo de ejemplo presentamos en el subsistema de evaluación psicológica, el papel de la representación ideomotora en la disciplina de salto de altura del atletismo, (Figura 2.10).

FIGURA 2.9.

Subsistema de evaluación morfológica



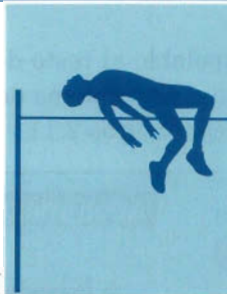
Voleibol

- ▶ Tamaño
- ▶ Forma
- ▶ Composición
- ▶ Proporción

Fuente: Rodríguez y Domínguez (2005)

FIGURA 2.10.

Subsistema de evaluación psicológica



Atletismo: salto alto

Representación Ideomotora ↑
Concentración de la Atención

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| ▶ Autocontrol | ▶ Cualidades Volitivas |
| ▶ Autovaloración | ▶ Capacidad Intelectual |
| ▶ Visión Periférica | ▶ Estabilidad Emocional |
| ▶ Tiempo de Reacción | ▶ Motivación |

Fuente: Rodríguez y Domínguez (2005)

También exponemos otro ejemplo, en este caso la aplicación del subsistema de evaluación morfológica en la disciplina de jabalina del atletismo, en el estudio del potencial atlético español realizado por especialistas del Consejo Superior del Deporte de España, y un grupo multidisciplinario de especialistas cubanos, cuyo proyecto tuvimos la satisfacción de dirigir (Rodríguez y col., 1990). (Cuadro 2.9).

CUADRO 2.9.
Exigencias para los indicadores cineantropométricos a evaluar y su calificación. Evaluación del potencial atlético español

I.S.A.: Índice de Sustancia Activa (Tittel y Wutscher, 1972).
 C.Mus: Circunferencia del Muslo
 L.E.I.: Longitud Extremidades Inferiores
 C.B.E.: Circunferencia del Brazo Extendido
 L.E.S.: Longitud Extremidades Superiores
 C.T.N.: Circunferencia Torácica Normal
 P: Puntos
 % M.M.: Porcentaje de Masa Muscular.
 C.Pier.: Circunferencia Pierna.
 C.A.: Circunferencia del Antebrazo.
Fuente: Rodríguez y Col. (1990)

Indicador	Atletismo/Jabalina		Sexo: Masculino			Categoría: 13-14 años		
	(MB)	P	(B)	P	(R)	P	(M)	P
Estatura (cm)	≥ 176.0	40.0	175.9 – 172.9	32.0	172.8 – 167.1	24.0	167.0 ≤ 161.0	16.0
I.S.A. (g/cm3)	≥ 1.17	2.5	1.16 – 1.12	2.0	1.11 – 1.04	1.5	1.03 ≤ 0.95	1.0
% M.M.	≥ 46.9	2.5	46.8 – 45.5	2.0	45.49 – 42.0	1.5	41.9 ≤ 37.5	1.0
% Grasa	≥ 10.5	5.0	10.6 – 12.5	4.0	12.6 – 15.5	3.0	15.6 ≤ 17.5	2.0
C.Mus/L.E.I.	≥ 57.1	5.0	57.0 – 55.4	4.0	55.3 – 51.3	3.0	51.2 ≤ 48.0	2.0
C.Pier/L.E.I.	≥ 39.0	5.0	38.9 – 37.5	4.0	37.4 – 34.0	3.0	33.9 ≤ 31.5	2.0
C.B.E./L.E.S.	≥ 42.0	5.0	41.9 – 39.4	4.0	39.3 – 36.0	3.0	35.9 ≤ 32.0	2.0
C.A./L.E.S.	≥ 35.5	5.0	35.4 – 34.0	4.0	33.9 – 31.8	3.0	31.7 ≤ 30.4	2.0
CTN/Estatura	≥ 52.5	10.0	52.4 – 51.3	8.0	51.2 – 49.0	6.0	48.9 ≤ 47.0	4.0
LES/Estatura	≥ 46.1	10.0	46.0 – 44.6	8.0	44.5 – 43.1	6.0	43.0 ≤ 42.0	4.0
Somatotipo	Mesomorfia	10.0	Ectomorf.	8.0	Mesomorf.	6.0	Ectomorf.	4.0
	Balanceada		Mesomorf.		Endom.		Balanc.	
	Meso	10.0	EctoMesomorf.	8.0	Central	6.0	MesoEndomorf.	4.0
	Ectomorf.							

Este mismo concepto es extrapolable al resto de los subsistemas de evaluación, como ejemplificamos en el Subsistema de Evaluación Funcional y en las capacidades funcionales (Figuras 2.11 y 2.12).

FIGURA 2.11.

Subsistema de evaluación funcional



Atletismo: velocidad (100 m/p)

- ▶ Potencia anaerobica alactácida
- ▶ Potencia Anaerobica láctacida
- ▶ Potencia Aerobica
- ▶ Recuperación

Fuente: Rodríguez (1995)

FIGURA 2.12.

Subsistema de evaluación funcional



Atletismo: fondo

- ▶ Resistencia
- ▶ Velocidad
- ▶ Fuerza

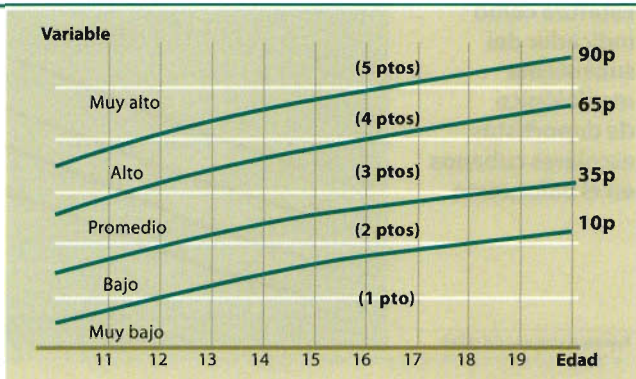
Fuente: Rodríguez (1995)

Táctica para la evaluación del deportista escolar sobre la base del deporte, sexo y edad.

En la figura 2.13, se ilustra la táctica general para la calificación de cada variable incluida en los diferentes subsistemas. Se utilizan cinco canales percentilares y la evaluación se realiza en función del deporte, sexo y edad del sujeto examinado. Obviamente, en la capacidad rapidez, las mejores calificaciones corresponden a los canales percentilares más bajos.

FIGURA 2.13.

Táctica para la evaluación del deportista escolar sobre la base del deporte, sexo y edad.

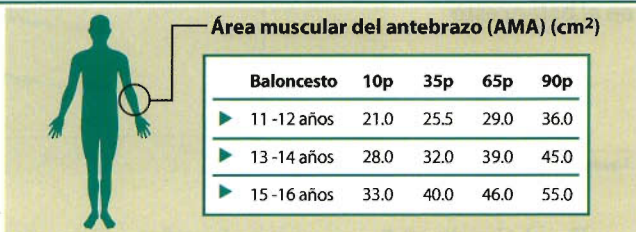


Fuente: Rodríguez (1995).

En las Figuras 2.14 y 2.15, ejemplificamos la aplicación de esta táctica mediante las áreas musculares de segmentos del cuerpo. Los valores percentilares 10p, 35p, 65p y 90p, son reportados de atletas escolares de la reserva deportiva cubana, de los deportes con pelotas, como baloncesto y béisbol y para las categorías de edades 11-12-13-14 y 15-16 años.

FIGURA 2.14.

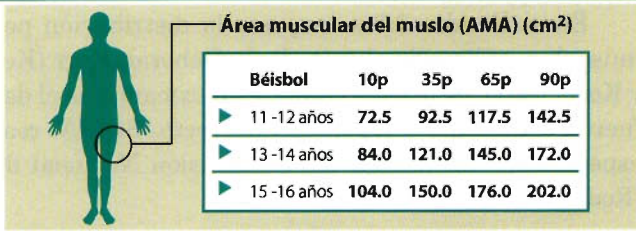
Estudio nacional de la reserva deportiva



Fuente: Rodríguez y Col.(1994)

FIGURA 2.15.

Estudio nacional de la reserva deportiva

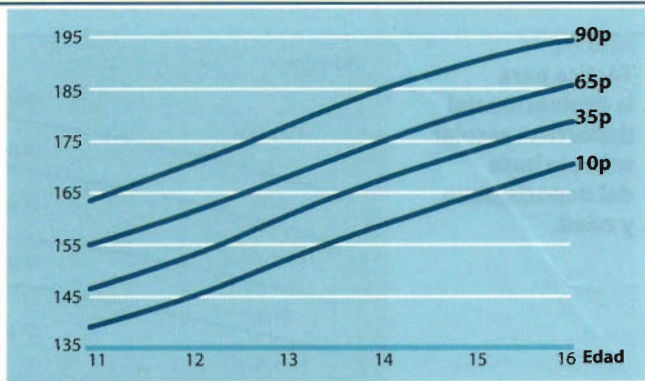


Fuente: Rodríguez y Col.(1994)

En los siguientes gráficos se muestran algunas curvas que conforman los cinco canales percentilares para la calificación de cada una de las variables. En los dos primeros (Figura 2.16 y 2.17), aparecen los gráficos de algunos indicadores del subsistema morfológico, como la estatura en el baloncesto de deportistas escolares cubanos. Donde los futuros jugadores de baloncesto para la posición de centro o pívot, hay que detectarlos a partir del percentil 90 de estas curvas.

FIGURA 2.16.

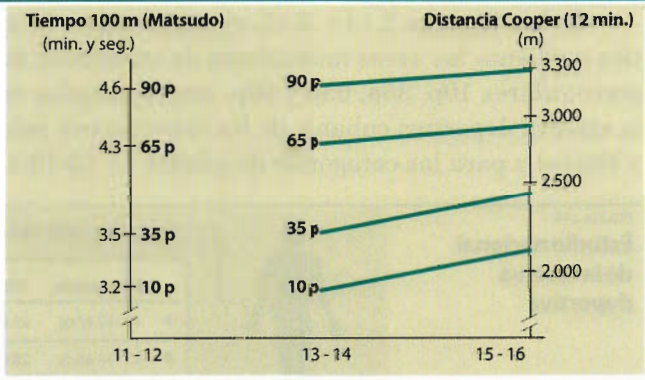
Estatura como indicador del subsistema morfológico de deportistas escolares cubanos en el baloncesto



Fuente: Rodríguez y Col.(1994).

FIGURA 2.17.

Resistencia como indicador del subsistema morfológico de deportistas escolares cubanos en el baloncesto



Fuente: Rodríguez (1995).

En el Cuadro 2.7, se reporta la referencia estimada de la Capacidad Aerobia o Resistencia.

En el Cuadro 2.8 se reporta la distribución percentilar de la masa muscular, aplicando el método de Déborah Kerr (Kerr, D.A., 1988 y Ross y Kerr, 1991), de atletas escolares mexicanos en el deporte de voleibol, que fueron estudiados a través del proyecto “SOMA” realizado por nosotros y especialistas mexicanos de la Comisión Nacional del Deporte Mexicano (Rodríguez, 1995).

CUADRO 2.8.

**Pruebas de campo.
Nivel de preparación
física especial**

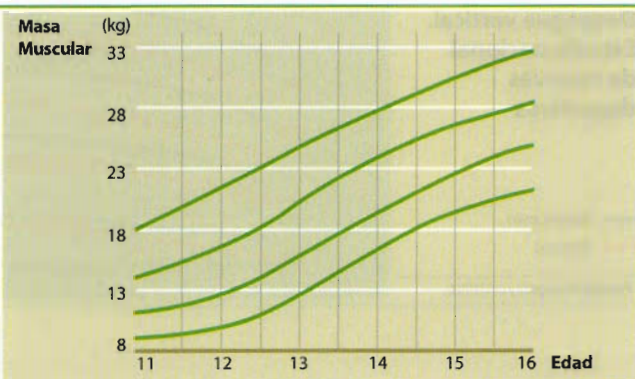
Prueba	Clasif.	Descripción	Unidad	Rango	Recursos	Edad
Golpear el saco	Fuerza, rapidez	El atleta con los guantes golpeará en el cojín de la pared con ambas manos. Se medirá la cantidad de golpes ejecutados en 10 seg. Tomándose el número intermedio de la cifra que dan los observadores.	Repeti- ciones	15-60	Guantines 3 investig, Cojín de pared, Cronómetro	13-16
Golpear el saco	Fuerza, rapidez	El atleta con los guantes golpeará en el cojín de la pared con ambas manos. Se medirá el número de golpes ejecutados en 1 min.	Repeti- ciones	15-200	Guantines 3 investig, Cojín de pared, Cronómetro	13-16
Percepción del tiempo	Fuerza, rapidez	El atleta ejecutando el golpeo frente al cojín de pared, trata de percibir el tiempo de combate estipulado para su categoría, cuando éste lo estime conveniente se para, y entonces el investigador toma el tiempo registrado por el cronómetro. Tomando como referencia el tiempo real que dura el combate, el tiempo registrado que quede por debajo, se anotará con signo "-" y con "+" el que quede por encima.	min. y seg.	-6 a +6	Cojín de pared, 1 investig, Cronómetro	13-16

Fuente: Rodríguez y Domínguez (2005)

En las Figuras 2.18, 2.19, 2.20 y 2.21, aparecen algunos indicadores del subsistema funcional: el test de 40 segundos (potencia anaerobia láctica) aplicando el procedimiento original de V. Matsudo, (1987); la carrera de 50 metros lanzados o volantes (velocidad); y el Despegue Vertical (potencia anaerobia aláctica), de Sargent Lewis (1921). Estas curvas también fueron elaboradas a partir de la base de datos de la Reserva Deportiva Cubana.

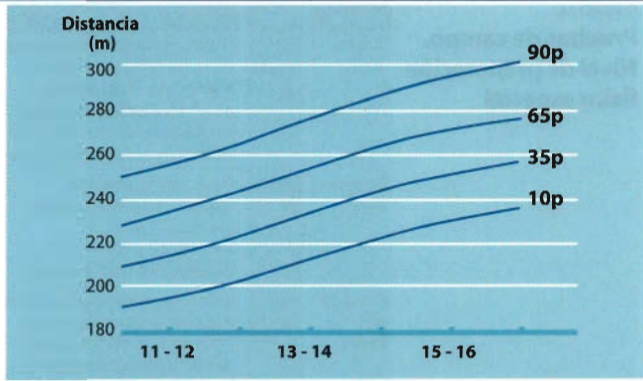
FIGURA 2.18.

**Voleibol varonil.
Masa muscular.
Estudio SOMA**



Fuente: Rodríguez (1995).

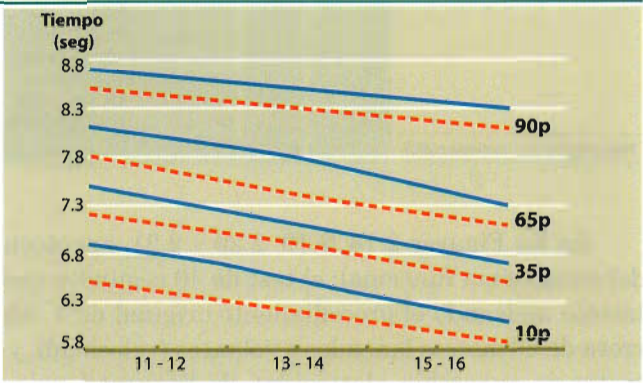
FIGURA 2.19.
Béisbol. Distancia, carrera en 40 seg.
Estudio nacional de reservas deportivas



Fuente: Rodríguez y col. (1994).

FIGURA 2.20.
Béisbol y Baloncesto. Velocidad: 50 m/v
Estudio Nacional de Reservas Deportivas

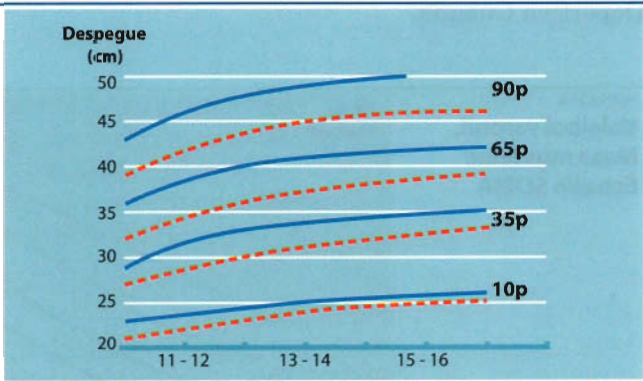
— Baloncesto
 - - - Béisbol



Fuente: Rodríguez y col. (1994).

FIGURA 2.21.
Béisbol y Baloncesto. Despegue vertical.
Estudio nacional de reservas deportivas

— Baloncesto
 - - - Béisbol



Fuente: Rodríguez y col. (1994).

VIII. Consideraciones finales

Las relevantes marcas y los resultados competitivos obtenidos por el Deporte de Alto Rendimiento a escala mundial, ofrecen una mirada a los retos que debe enfrentar la especie humana, para de forma sustentable continuar el crecimiento y desarrollo del deporte de alta competición. Dentro de los factores que deben intervenir en los nuevos escenarios del espectáculo deportivo, la alternativa no puede ser solo la aplicación de las leyes ciegas de la comercialización deportiva y el flagelo del dopaje. Sino otras, como la implementación consecuente de adecuadas políticas deportivas que masifiquen y perfeccionen el deporte desde la base, en la comunidad, en las escuelas e instituciones.

Ello además de mejorar los cimientos del deporte de alta competición, en primer lugar creará las causas y condiciones que posibiliten un mayor y mejor uso del tiempo libre de la población, sobre todo de los niños y jóvenes, para que lo utilicen de una forma sana, creativa y formativa. Desarrollando hábitos saludables, que proporcionan una mayor expectativa de vida a nuestra especie, conjuntamente con el mejoramiento de las condiciones de salud, social y medio ambiental.

Por otro lado, también debe aplicarse consecuentemente el aporte de la Ciencia y la Innovación Tecnológica; sus elementos integradores, sus interfases y la evaluación de sus impactos en el potencial atlético que nutre a la reserva deportiva, fuente de realización y preservación del deporte de alta competición. La actividad física y el deporte se materializan a través de servicios que se manifiestan mediante procesos tecnológicos, como los de la educación física escolar y de adultos, el deporte para todos y de alto rendimiento, la recreación física y el espectáculo deportivo.

Los servicios del deporte de alto rendimiento, se caracterizan porque se realizan en el contexto de una población específica integrada por personas con cualidades excepcionales de rendimiento físico y deportivo. Abarca a los niños, jóvenes y adultos. Satisfacen necesidades de máximo rendimiento físico deportivo, reconocimiento, liderazgo y realización. También en el orden social, de creación y sostenimiento de imagen, contribución a la educación de valores ciudadanos y patrióticos. Integración social y potenciación de la cultura física. Este grupo de servicios se caracteriza porque utiliza como procesos tecnológicos fundamentales la selección y la preparación deportiva (Grupo Reto , 1998).

En este contexto, la aplicación de modelos de evaluación integral del potencial atlético es una vía probable y probada de éxito en el deporte de alto rendimiento. No obstante, sobre este tema queda mucha tela por donde cortar aún.

Referencias

- ARMAS, R. (1985). *Exigencias especiales de los tests pedagógicos*. INDER. Cuba.
- CARTER, J.E.L.; Owel-Santi LA y Rodríguez, CA. (1994). *Physique and performance of USA volleyball players. Proceeding of kinan-thropometric Section. Commonwealth & International Scientific Congress*. University of Victoria. Victoria, British Columbia, Canada, 10-14.
- DE ROSE, E.H. (1996). *Olimpismo y medicina deportiva. Problemas y soluciones del deporte infantil y juvenil*. (Prólogo). Edit. R. Santoja. España.
- DÍAZ, P.L y Romero R. (2006). Deporte de alto rendimiento. Gerencia, ciencia y tecnología. Cap.V, Consideraciones sobre la selección de posibles talentos. 1ra. Edición. Edit. BUTTOS. Indeportes, Boyacá. Colombia.
- DIRIX, A.; Knuttgen HG y Tittel K. (1988). *The Olympic book of sports medicine*. Vol. I. Blackwell Scientific Publishers.
- GARCÍA, A. y Salazar M. (2001). *Edad esquelética y edad morfológica en jóvenes nadadores*. An. Venezolan. Nutrición. 14(19):9-14
- GARCÍA, P. (2006). Cap. III: La antropología aplicada al deporte de alto rendimiento. En García P. (Comp.) *Introducción a la investigación antropológica en la actividad física, deporte y salud*. UCV. Caracas, Venezuela.
- GRUPO RETO. (1998). *Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica. Editorial Deportes*. INDER. La Habana, Cuba.
- INDER - Direccion de Educacion Fisica y Promocion d.e Salud. (1994). *Estudio nacional del rendimiento motor de la población cubana: criterios de evaluación para la detección masiva del potencial atlético*. INDER. Cuba
- JANZ, K.F; Nielsen DH; Cassady L; Cook JS y Hansen JR. (1993). *Cross validation of the Slaughter skinfold equations for children and adolescents*. Jour. Medicine and Science in Sports and Exercise. (Sept.):1070-1076.
- JORDAN, J.M.; Berdazco, A.; Esquivel, M.; Hernández, J. y Mesa, D. (1979). *Desarrollo Humano en Cuba. La Habana*. Edit. Científico-Técnica.
- KERR, D.A. (1988). *An anthropometric method for the fractionation of skin, adipose, muscle, bone and residual tissue masses in males and females age 6 to 77 years*. M.Sc. Thesis. Simon Fraser University, Burnaby. Canadá.

- KOMADEL, L. (1988). *The identification of performance potential. The Olympic Book of Sport Medicine*. Blackwell Scientific Publishers. Toronto, Canadá. Vol. I : 275-284.
- LOHMAN, T.G.)1987). *The use of skinfold to estimate body fatness on children and youth*. JOPERD. Nov-Dic: 98-102.
- LOHMAN, T.G. Y Boileau, R.A. (1991). *Body composition in children and youth*. Human Kinetics. Champaign III.
- MATSUDO, V.K. R. (1987). *Testes en Ciencia do Esporto*. Edit. Gráficos Bortillas.
- NAVARRO, V.F. (1989). *La detección y selección de talentos deportivos*. Univ. Politécnica de Madrid.
- NORTON, K.; Olds, T.; Olive, S.; Y Craig, N. (2000). Antropometría y performance deportiva, en Norton, K.; y Olds, T. *Antropométrica*, Edit. Mazza, J.C. Biosystem. Servicio Educativo. Rosario, Argentina: 263-358.
- PLATONOV, V. (1993). *El entrenamiento deportivo: teoría y metodología*. Barcelona, España. Edit. Paidotribo
- RODRÍGUEZ, A. (2006). *El niño y la selección de talentos deportivos para la alta competencia. Introducción a la investigación antropológica en actividad física, deporte y salud*. Caracas, Venezuela. UCV. Consejo de Desarrollo Humanístico y Científico. (Colección Monografías). Cap. IV: 132-135.
- RODRÍGUEZ, L. y Rodríguez, C.A. (1975). *Determinación de la edad ósea en jóvenes nadadores mediante el método T-W II*. Bol. Científ.Téc. INDER. 1(2):49-66.
- RODRÍGUEZ, C. A. (1989). *La estructura física del boxeador*. Pre-defensa tesis doctoral Inst. Superior de Ciencias Médicas e Inst. Superior de Cultura Física. Cuba.
- RODRÍGUEZ, C. A. (1995). *Modelos de evaluación del potencial atlético*. Seminario Internacional sobre pruebas de campo para la aptitud física. Dirección de Medicina y Ciencias Aplicadas al Deporte. CONADE. México.
- RODRÍGUEZ, C. A. (1996). Aplicaciones cineantropométricas en la evaluación del potencial atlético y en el control biomédico de la preparación del deportista. Congreso XXX Aniversario del Instituto Cubano de Medicina del Deporte. Ciudad Habana, Cuba.
- RODRÍGUEZ, C.A. y Col. (1990). *Un estudio del potencial atlético español*. Convenio de Colaboración: Consejo Superior de Deportes (España) y el INDER (Cuba).
- RODRÍGUEZ, C.A. y Col. (1992). *Potencial morfológico de atletas*

- escolares españoles con rendimiento en voleibol y baloncesto. Instituto de Ciencias de la Educación Física y Deportes. Real Federación Española de Voleibol. Consejo Superior de Deportes. España.*
- RODRÍGUEZ, C.A. y Col. (1994). *Estudio Nacional de la Reserva Deportiva. Indicadores biomédicos. Resultados preliminares.* INDER. Cuba.
- RODRÍGUEZ, C.A. y Col. (1998). *Particularidades antropométricas de los boxeadores en relación con otros deportes que compiten sobre la base de categorías de peso corporal.* Rev. Actividad Física y Deportes. ISCF. Año VI: 21-25.
- RODRÍGUEZ, C.A. y Col. (1998). *Instrumento para medir nutrición y reservas energéticas.* Rev. Cubana de Medicina Deportiva y la Cultura Física. Congreso XXX Aniversario Instituto Cubano de Medicina del Deporte: 50-57.
- RODRÍGUEZ, C.A. y Domínguez, J. (2005). *Un modelo integral de evaluación del potencial atlético.* Acción, Rev. Cubana de la Cultura Física. (In press).
- ROMERO, R. (1995). *Conceptos generales sobre la agrupación de los deportes, según las características técnico-metodológicas.* Seminario Internacional sobre pruebas de campo para la aptitud física. Dirección de medicina y ciencias aplicadas al deporte. CONADE. México.
- ROSS W,D, y Marfell-Jones MJ. (1991). Kinanthropometry. En: MacDougall JD, Wenger HA. y Green H.J. *Physiological Testing of the High Performance Athlete.* Champaign, IL. Human Kinetics (pp. 223-308).
- ROSS, W.D.; y Kerr, D.K. (1991). *Fraccionamiento de la masa corporal: Un nuevo método para utilizar en nutrición clínica y medicina deportiva.* Rev. APUNTS. Vol. XVIII: 175-187.
- ROWLEY, S. (1987). *Psychological effects of intensive training in young athletes.* Journ. J. Child. Psychol. Psychiatry. 28:371-377.
- SARGENT, D.A. (1921). *The physical test of a men.* Amer. Phys. Educ. Rew. 26(4): 188-194.
- SIRET, J. y Col. (1991). *Edad morfológica. Evaluación antropométrica de la edad biológica.* Rev. Cubana de Medicina del Deporte y la Cultura Física. 2(1): 7-13.
- SLAUGHTER, M.H. et al. (1984). *Influence of maturation on relationship of skinfolds to body density: A cross sectional study.* Human Biology. Vol. 56. No. 4: 681-689.
- SLAUGHTER, M.H. et al. (1988). *Skinfold equations for estimation of body fatness in children an youth.* Human Biology. Vol.60. No. 5: 709-723.
- TANNER, J.M. et al. (1966). *Standards from birth to maturity for height,*

- weight, velocity and weight velocity.* Jour. British Arch. Disease in Childhood. Part. I. 41:454-471. Part. II.41: 613-635.
- TANNER, J.M. y Whitehouse, R.H. (1976). *Clinical longitudinal standards for height, weight, height velocity and the stages of puberty.* Jour. British Arch. Disease in Childhood. 51:170.
- VOLKOV, V.M. y Filin, V.P. (1989). *Selección deportiva.* Ed. Planeta. Moscú, Rusia.
- WUTSCHERK, H. (1974). Bestimmung desbiologischen alters. Theor. Prax. Koperkultur Hift. 2. Leipzig.
- ZATSIORSKI, V.M. (1989). *Metrología Deportiva.* Ed. Planeta. Moscú. Rusia.

3. EDAD BIOLÓGICA, FASES SENSIBLES Y PERÍODOS ADECUADOS PARA EL ENTRENAMIENTO EN EL DEPORTE MENOR

PEDRO GARCÍA A.
ZHANDRA FLORES

I. Introducción

El organismo humano, como ente complejo, sufre múltiples transformaciones a lo largo de la ontogenia, siendo estos cambios más marcados entre la niñez y la adolescencia. Por otra parte, cuando el organismo está sometido a estresores ambientales, como es el caso de la práctica deportiva, aún no está bien establecido cuáles son los efectos más importantes ni cuál es su magnitud, debido a la alta variabilidad interindividual que caracteriza la manifestación de las distintas características físicas, así como la adquisición de las destrezas y habilidades requeridas para la práctica de una disciplina deportiva específica.

En ese sentido, las pocas investigaciones de tipo longitudinal llevadas a cabo en niños y jóvenes atletas, han permitido identificar, aún sin límites claros, ciertos períodos dentro del proceso de madurez de los individuos, donde la el aprendizaje y perfeccionamiento de ciertas valencias físicas parece estar favorecido. No obstante, debido al desconocimiento

que existe entre la mayor parte de los entrenadores acerca de los patrones que siguen el crecimiento y desarrollo del organismo en la transición de la niñez a la adultez, así como el carácter generalizante del entrenamiento a edades específicas, se hace casi cuesta arriba identificar asertivamente los períodos donde el niño o joven deportista puede obtener sus mejores resultados, exponiéndolos a lesiones causadas por sobrecargas e incluso, el acortamiento de su carrera deportiva, debido a que no alcanzan los resultados esperados.

Una respuesta parcial a esta problemática podría venir dada por la aplicación de la teoría de las fases sensibles, la cual combina la idea de la optimización de las valencias físicas, considerando la edad del individuo. Debido a que la propuesta original toma como punto de partida la edad cronológica para la construcción de los límites, en este trabajo presentamos una síntesis de la teoría de las fases sensibles, vinculándola con los hallazgos que relacionan el rendimiento deportivo y la maduración, considerando cualquiera de los métodos utilizados para la estimación de la edad biológica como un criterio adicional que permita aproximarse al grado de madurez alcanzado por el novel deportista, lo cual proporciona una visión más amplia de lo que ocurre en el organismo de los jóvenes atletas durante su formación.

II. Las fases sensibles y los períodos adecuados para el entrenamiento

En la actualidad estamos ante una especialización, a edades cada vez más tempranas, en deportes como la gimnasia, natación, patinaje, tenis y saltos ornamentales, entre otros. En contraste, presenciamos con frecuencia el retiro prematuro del gran deporte de muchos jóvenes “talentos” por el desconocimiento de las leyes biológicas que regulan el desarrollo físico y las repuestas del organismo al entrenamiento en diferentes fases de la vida (García Avendaño, 2006; Rodríguez, 2006).

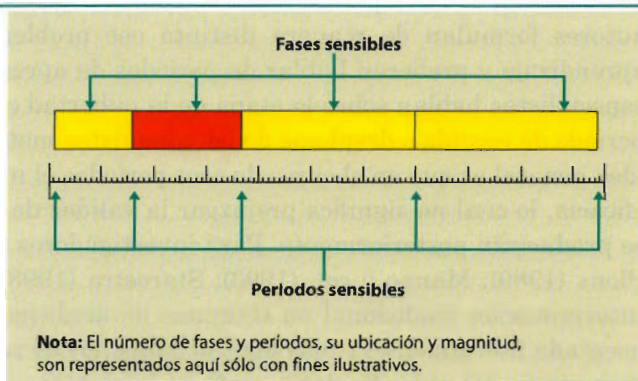
Analizando las etapas de crecimiento y maduración, observamos que en la mayoría de los deportes la detección y, por consiguiente, la selección de niños y jóvenes coinciden con las fases sensibles, las cuales han sido definidas por Martin (1993) como: “fases donde hay una sensibilidad particular hacia determinado estímulo externo, de acuerdo con los períodos de ontogénesis individual”. Por su parte, Baur (1993) señala que son: “períodos de la vida en los cuales se adquieren muy rápidamente modelos específicos de comportamiento, vinculados con el ambiente, y en los cuales se evidencia una elevada sensibilidad del organismo hacia determinadas experiencias.”

Dentro de las denominadas fases sensibles, pueden distinguirse ciertas etapas limitadas, las cuales reciben el nombre de períodos críticos, donde el organismo es receptivo a ciertas características del ambiente durante períodos muy breves y limitados con precisión en el tiempo (Figura 3.1). Antes y después de ese período, el organismo es insensible a esos hechos y no reacciona a ellos; reacción que podría ser un aprendizaje, o un nexo afectivo muy intenso o la modificación funcional de las células nerviosas sensitivas (Molnar, 2001). En ese orden de ideas Volkov y Filin (1988), sostienen que este fenómeno, suelen entenderse, no como una etapa rigurosamente determinada del desarrollo individual (la edad infantil, adolescente o joven), sino como el período caracterizado por la mayor sensibilidad a la acción de los factores tanto favorables como desfavorable del medio exterior. En otras palabras, son los períodos en donde la fusión de los factores genéticos y ambientales es la más completa.

FIGURA 3.1.

Representación esquemática de las fases y períodos sensibles

- Fases sensibles
- Fase crítica



Por su parte, Durand (1988), agrega que en la adquisición de habilidades deportivas en el niño se plantean muchas preguntas que están lejos de recibir respuestas definitivas por parte de los especialistas, pero que se pueden distinguir que hay tres problemas principales, como son: 1-la edad en la cual se puede y debe producirse la iniciación deportiva; 2-la eficacia de los aprendizajes en los niños y, 3- la naturaleza de las acciones pedagógicas dirigidas a los jóvenes. Nosotros agregamos una nueva incógnita: ¿Hasta qué punto está claro el inicio y fin de estos procesos? Ante estas interrogantes existe una contradicción no empezar demasiado temprano, para evitar las consecuencias negativas o los efectos secundarios de la práctica precoz, y por no empezar demasiado tarde, con el fin de poner al niño en las mejores condiciones con vista a la consecución de altos logros en el futuro.

Pila y Calderón (1989) sostienen que estos períodos que constituyen las fases sensibles han de ser valorados desde el punto de vista pedagógico, pues representan un momento donde debe acentuarse el proceso educativo sobre el desempeño en algunas capacidades, las cuales permitirían mejorar en el futuro el rendimiento del deportista. En su extenso estudio con la población cubana encontraron que la etapa de 6 a 11 años es propicia para educar la rapidez en uno y otro sexo; de los 14 a 18 años para el sexo masculino, y de 12 a 16 para el sexo femenino en la resistencia y la fuerza de las extremidades superiores. La etapa de 12 a 13 años para el sexo masculino y en 15 a 16 años para el femenino en la educación de la resistencia a la fuerza abdominal. Y a partir de los 12 años para el sexo femenino y 13 para el masculino, la educación y entrenamiento sistemático del trabajo de resistencia general.

Bajo la óptica de las actitudes teóricas de desarrollo y socialización, se cuestiona el concepto de fases sensibles o períodos críticos. Algunos autores formulan de manera distinta ese problema de comienzo del aprendizaje y prefieren hablar de períodos de aprendizaje óptimo; otros especialistas hablan sobre la etapa de la pubertad como época de crisis o período de recaída o desplome de las conquistas motrices. No obstante, la idea general es que en el curso de esos períodos el niño aprende con gran eficacia, lo cual no significa prejuzgar la validez de los aprendizajes que se producirán posteriormente. Para investigadores como Durand (1988); Plous (1989); Manno y col. (1993); Starostra (1993) y Winter (1993), la interpretación tradicional en términos de maduración ya no puede ser aceptada literalmente, y más bien se habla hoy de requisitos previos o de disposición del niño. Es decir, se tiene la certeza que el dominio de una habilidad motriz nueva es distinta de la simple aparición de un comportamiento debido a cambios neurológicos.

Se considera que ese dominio resulta de un conjunto de factores que obran por interacción de la maduración, pero también el repertorio del sujeto, su capacidad para el tratamiento de la información, su motivación, entre otras. Pero si se analiza la formación del rendimiento a largo plazo en planos de entrenamiento básico de las diferentes disciplinas deportivas, se percibe que la organización de contenido de las etapas de formación individuales se orienta en casi todos los deportes por la noción de fases sensibles. Por lo tanto, dicho concepto pertenece a la teoría de la educación física y el deporte.

Dentro de este orden de ideas, Hahn (1988) manifiesta que para el campo motriz, no puede ser cierto “esperar simplemente hasta que cada uno esté suficientemente maduro para determinados procesos de apren-

dizaje”. Ello significaría malentender el proceso evolutivo en el sentido de un proceso unilateral de madurez y descuidar los procesos de aprendizaje superiores que no se reflejan, además de olvidar los entrenamientos. El nivel de desarrollo que alcanza el niño dentro de la estructura de cada deporte, se determina por una parte mediante el influjo del ambiente sociocultural en el que el niño crece, pudiendo ser de capacidades muy diferentes y, por otra, mediante las influencias pedagógicas y educativas que sufre el niño y que igualmente pueden ser de diferente destreza.

Marcos Becerro (1996) amplía estos comentarios indicando que el aprendizaje de las destrezas deportivas opera de forma similar a la de cualquier otro tipo de aprendizaje, pudiendo diferenciarse una serie de momentos que, debido a su gran valor, se le denomina períodos críticos, en donde el grado de maduración y la influencia ejercida por el medio que le circunda, desempeñan una función muy importante en la organización del proceso que conduce a la adaptación de los organismos infantiles a los estímulos externos y a la consiguiente valoración intelectual; por lo que es indispensable asimilar las nuevas experiencias surgidas y adaptar el sistema sensomotor a las mismas. Por ello, se hace necesaria la incorporación de las estrategias de estimación de la edad biológica en la identificación de las fases sensibles y en la conducción del entrenamiento, pues la experiencia y la maduración son dos condiciones indispensables para la consolidación de las habilidades deportivas.

Pese a todas las controversias generadas en torno a las hipótesis de las fases sensibles, algunos especialistas coinciden en señalar que la fase ideal de aprendizaje en niñas se podría ubicar entre los 8 y 11 años y su período crítico (más sensible) alrededor de los 12 y 13 años. Por su parte, los niños tienen su fase más favorable entre los 12 y 13 años, mientras su período crítico más evidente se encuentra en torno a los 13-15 años. Por ejemplo, la capacidad de aprendizaje de las habilidades motrices y de las técnicas deportivas experimenta una primera fase sensible al final de la edad escolar temprana, que se intensifica en la edad escolar avanzada. Asimismo se prevé una segunda fase al empezar la adolescencia (Cuadro N° 3.1), presentándose, entre los 13 y 14 años en las chicas y a los 15 años en los chicos, la etapa de máximo desarrollo de las habilidades, siendo las principales responsables de las diferencias interindividuales la maduración biológica y la experiencia motora (Manno y col., 1993; Martin, 2004).

CUADRO 3.1.

Modelo de las fases favorables de la capacidad de entrenamiento (fases sensibles)*

* Las diferencias por sexos en las fases sensibles son principalmente de tipo cuantitativo y se dan en las chicas un poco antes.

- Inicio cuidadoso (1-2 veces por semana)
- Entrenamiento más intenso (2-5 veces por semana)
- Entrenamiento de rendimiento

Fuente: Adaptado de Martín y Col. (2004)

Capacidades	Infancia				Adolescencia			
	6-7	9-10	10-12	12-13	12-13	14-15	14-15	16-18
Adquisiciones de habilidades y técnicas	●●●		●●●●					●●●
Reacción	●●●●							
Ritmo	●●●●		●●●●					
Equilibrio	●●●●		●●●●					
Orientación	●●●				●●●			●●●●
Diferenciación	●●●●		●●●●					
Velocidad	●●●●		●●●●					
Fuerza máxima								●●●●
Fuerza rápida	●●●							
Resistencia aeróbica	●●●		●●●		●●●			●●●
Resistencia anaeróbica			●●		●●●			●●●●

La estimación de los posibles límites de las fases sensitivas en relación con las distintas cualidades motoras permite influir de manera orientada en el programa individual de entrenamiento y aprovechar más plenamente las posibilidades potenciales del organismo. De este modo, podemos señalar que durante el período de la adolescencia se producen cambios morfofuncionales que, según Ramírez (1998), se dan relativamente “rápido”, transitando de un determinado estado cuantitativo y cualitativo a otro superior, en donde maduran completamente las estructuras morfológicas (dimensiones, composición y forma corporal) y los mecanismos fisiológicos (órganos y sistemas). Ese tránsito de un nivel de actividad más alto va acompañado de un descenso pasajero de la estabilidad del organismo, al que Bulgakova y col. (1985), califican como un proceso de adaptación del hábito motor respecto a un nivel más nuevo, más alto, del desarrollo físico, donde se producen incrementos máximos de índices tales como la estatura, masa corporal y longitud de las extremidades; observándose en ese período una reducción a veces bastante considerable del resultado deportivo de los jóvenes atletas, recuperando y mejorando su rendimiento luego de un corto período de tiempo.

Otros especialistas, entre los cuales destacan Tanner (1978); Malina (1993); Harre (1987); Marcos Becerro (1996) y Martín y col. (2004) reportan las perturbaciones en esas etapas, destacando que da la impresión de que existe una falta de armonía, hay problemas en la coordinación motora (disminución temporal), cuya duración no va más allá de los 6 meses. Dicho período de “torpeza temporal” suele coincidir con el momento en el cual la longitud del tronco crece relativamente más que las piernas, inmediatamente antes de que los músculos adquieran el tamaño y la fuerza definitiva.

Desde luego, estos fenómenos se dan en forma transitoria, como consecuencia natural de los cambios y funciones del organismo. Estas interferencias pueden manifestarse también en una inestabilidad e inconstancia temporal, principalmente en aquellos movimientos que no están bien consolidados. Asimismo, estas perturbaciones pasajeras del desarrollo motor se manifiestan en un comportamiento contradictorio de toda la actividad motriz: disminución de la agilidad, menoscabo de la seguridad, derroche de movimientos y cierta pérdida en la capacidad de asimilación.

Según estos expertos, lo recomendable sería: *a-* restringir transitoriamente la adquisición de nuevas formas complicadas de movimiento; *b-* mejorar y consolidar los movimientos que ya se dominen; *c-* guiar a los jóvenes con paciencia, comprensión y mucha pedagogía; *d-* el entrenador debe asumir una conducta positiva, para vencer las eventualidades lo más rápido posible; *e-* no se debe colocar a los jóvenes en “urna de cristal” y reducir el grado de exigencia, hay que hacer ligeros progresos en estas fases y hacerles sentir la satisfacción de aprender y tener éxitos; *f-* es aconsejable dar mayor importancia a los asuntos técnicos y tácticos del movimiento; *g-* el ejercicio físico variado y bien dosificado antes, durante y después de la pubertad, contribuyen a disminuir los efectos negativos de esos períodos; *h-* al caracterizar las edades de las fases sensibles, la orientación se debe hacer en función de la edad biológica y el sexo en el deporte menor.

Superadas esas “crisis”, empieza una nueva fase de armonización y relativa estabilización con períodos de gran rendimiento en los deportes. Es por ello que la estimación de los límites posibles de las fases sensibles se relaciona con las distintas cualidades motoras y la variabilidad que se presenta con los diferentes niveles de maduración, permitiendo influir de manera orientadora en la programación individual y aprovechando de una manera más racional las potencialidades del organismo infantil.

En función de lo dicho, es claro que existen períodos especialmente propicios para la adquisición de ciertas habilidades y que si alguien se inicia en ella antes o después de ese momento, las consecuencias no serán las deseadas, es decir no conseguirán un nivel excepcional en los resultados. Queremos con ello significar a manera de ejemplo que durante la edad escolar y la primera fase de la pubertad, se sobresalen en forma creciente la movilidad articular activa, la fuerza rápida, resistencia y la rapidez de movimiento. De hecho, sobre todo a partir de los 8-9 años, se puede contar con presupuestos psicofísicos que ofrecen la posibilidad de una formación particularmente eficaz de dichas capacidades (Winter, 1993). En ese mismo orden de ideas, Hahn (1988), sostiene que no cabe

duda alguna sobre la relación entre la estimulación motriz en la edad preescolar (4 a 6 años) y la capacidad posterior para el rendimiento deportivo. Estas capacidades se deben estimular más en esta edad ya que el desarrollo de la agilidad, equilibrio y velocidad de reacción avanzan en esta época con especial rapidez. En función de ello, se debe vigilar cómo se desarrollan las cualidades motrices básicas en relación con la madurez, en qué condiciones se pueden entrenar y qué capacidad de rendimiento y carga alcanzan los niños en esa fase.

Este último aspecto es de gran importancia y consideración ya que el entrenamiento para el alto rendimiento en edades tempranas y la especialización precoz, exige que el entrenador trabaje de una forma metódica, los niños no pueden ser tratados como adultos en miniatura durante el entrenamiento, aplicando volumen, tiempo e intensidad similares en los ejercicios (Peña, 1991; García Avendaño, 1996). Las diferencias no sólo se presentan en las distintas dimensiones corporales, sino también en la variación de su función. Se plantea entonces que el propósito fundamental sea el desarrollo de sus cualidades motoras: velocidad, coordinación, resistencia, fuerza, potencia, entre otras, así como la formación de los hábitos motores en el proceso de perfeccionar los movimientos. Esta preparación física general, según Platonov (1991), permite incrementar las posibilidades funcionales de las distintas partes y sistemas del organismo en procesos de crecimiento y desarrollo y, dentro de esa perspectiva, mejorar la coordinación neuromuscular, con lo que se perfecciona la capacidad de los jóvenes deportistas para soportar las grandes cargas y poder recuperarse eficazmente después de ellas.

En tal sentido, Fröhner (2003), indica que un efecto especialmente favorable se consigue mediante la correcta dosificación del esfuerzo que conduce a la adaptación de la función y la estructura de los órganos, de los sistemas biológicos y de los mecanismos funcionales y reguladores. El nivel de adaptación determina notablemente el modo y tipo de respuesta ante los estímulos del esfuerzo y, con ello, también la capacidad de recuperación después de un entrenamiento, todo ello en estrecha relación con el nivel de maduración, cuyo conocimiento es fundamental para evaluar los efectos del ejercicio y las cargas que sufre el organismo infantil, así como para estimar el riesgo de lesiones.

Es de especial interés conocer que cada tejido y sistema biológico tienen su función específica, y para su adecuado desarrollo y adaptación hay que proporcionar cierta sobrecarga (estímulos) a estas funciones, pero no forzarlas. Una exigencia inferior a la necesaria se traduce en retrasos en el desarrollo y la adaptación y, por lo tanto, en una reducción de la

capacidad de esfuerzo físico. Es por ello que, puede afirmarse que en las edades infantiles, el desarrollo de las cualidades motoras se produce de manera individual y con diferenciación en el tiempo. De allí pues, qué el arte de enseñar y entrenar radica en elegir las dosis adecuadas de influjo en el entrenamiento y, al mismo tiempo, encontrar la relación correcta de la porción de lo nuevo a lo acumulado.

III. Edad biológica, maduración y rendimiento deportivo

Un procedimiento muy utilizado por parte de algunos entrenadores que tienen a su cargo grupos de niños y jóvenes que se inician en la práctica deportiva, consiste en tomar como parámetro de referencia la llamada edad cronológica. Es decir, el tiempo transcurrido desde la fecha de nacimiento hasta la fecha de evaluación sin importar el nivel de maduración. Se ha demostrado que se arriesga la salud y el rendimiento, si sólo se considera únicamente la edad cronológica (Fröhner, 2003).

Existe un patrón normal de crecimiento, maduración y desarrollo humano desde el nacimiento hasta la edad adulta. No obstante, cada niño madura a su propio ritmo, es decir cada niño tiene su propio tiempo de maduración individual y este fenómeno se presenta con mayor intensidad entre los 10 y 15 años, es decir, en la pubertad (Tanner, 1978). Al respecto, Pérez (2006), sostiene que el concepto de maduración se refiere al “reloj biológico individual”. Los sujetos varían en la etapa de maduración que se alcanza a una edad determinada, relaciona por lo tanto el tiempo biológico con el tiempo calendario. No obstante, la maduración no necesariamente se produce a la par de la edad cronológica por lo que, contrario a la creencia, no tiene que ver con la fecha de cumpleaños. Es una época de profundos cambios y riesgos de acuerdo con el principio biológico y también es una etapa de mayor vulnerabilidad debido a la velocidad del crecimiento que se experimenta.

Esa gran variabilidad biológica, expresada en las diferentes velocidades de maduración, ha impulsado a los especialistas al estudio de los distintos estadios del desarrollo del ser humano. Especialistas como Tanner (1978) y Malina (1996), señalan que estos cambios se producen en el marco de la ontogénesis, fenómeno sumamente complejo y multifacético que implica la expresión del genotipo que incluye cambios morfológicos y funcionales en cada uno de los órganos, así como el aumento de la capacidad de rendimiento corporal, todo ello bajo la influencia del medio socioeconómico, el clima, la nutrición y la actividad física, entre otros aspectos.

Ferreiro (1984), señala que existen diversos procedimientos que per-

miten aproximarnos a la edad biológica, entre los cuales se pueden mencionar: los parámetros fisiométricos (la capacidad vital, la fuerza muscular, la resistencia, entre otros); criterios somatométricos (entre las cuales se encuentran algunas medidas antropométricas, así como la combinación de ellas a través de índices) e indicadores somatoscópicos (aproximación del grado de desarrollo del esqueleto, desarrollo de la musculatura y el nivel de adiposidad corporal, así como la observación de la aparición de los caracteres sexuales secundarios).

Desde una perspectiva más global, la edad biológica ha sido definida por Volkov y Filin (1988) como el nivel de maduración alcanzado por el organismo como una unidad, la cual puede ser adelantada, igualada o retardada con la edad cronológica, caracterizándose por el nivel de desarrollo físico, las posibilidades motoras de los niños y el grado de pubertad, la edad de osificación de los distintos huesos y por el desarrollo de los dientes. Sin embargo, el criterio de clasificación más utilizado, debido a su alta precisión y confiabilidad, es el propuesto por Tanner (1978) basado en la maduración esquelética, en el cual se consideran tres grupos, a saber: 1- maduradores promedio, en donde la diferencia entre la edad biológica y la edad cronológica no excede el año; 2- maduradores adelantados, en donde la edad biológica supera en más de un año a la edad cronológica; 3- maduradores retardados, en los cuales la edad biológica presenta más de un año de retraso con respecto a su edad cronológica.

Asimismo, Fröhner (2003), sostiene que la estimación precisa de la edad biológica es importante sobre todo para la protección de la capacidad del esfuerzo físico del sistema de sostén y movimiento, ya que en la etapa de desarrollo de la pubertad maduran aquellos huesos a los que más se exige desde el punto de vista de esfuerzo corporal. En esta fase del desarrollo su sensibilidad es bastante mayor que en el momento más lento o definitivo de la estructura; afecta sobre todo la epífisis y apófisis de las extremidades inferiores, la columna vertebral y los huesos de las extremidades superiores.

Por su parte, Nicoletti (1993), resalta la importancia que tiene el estar al tanto sobre el grado de desarrollo del atleta para la actividad deportiva y tener la posibilidad de compararlo con el promedio del grupo al cual pertenecen. Esto permite organizar los distintos niveles de entrenamiento de manera individual, por lo que el conocer si el niño o joven tiene un desarrollo avanzado, promedio o retardado, evita la sobre o subvaloración de sus capacidades y de su futuro deportivo.

En este mismo orden de ideas, Pérez (1997) indica la conveniencia de establecer criterios de selección diferenciales para los niños atletas,

en función de su nivel de maduración y deporte, inclusive dentro de una misma especialidad, mientras que Pancorbo (1996), señala que un niño o niña de maduración temprana puede ser un deportista con excelente “ventaja inicial”, debido en gran parte a que posee proporcionalmente mayor: masa muscular, fuerza, resistencia, más ATP, volumen de sangre y mayor espacio para la distribución del lactato, que sus compañeros normales y/o de maduración tardía.

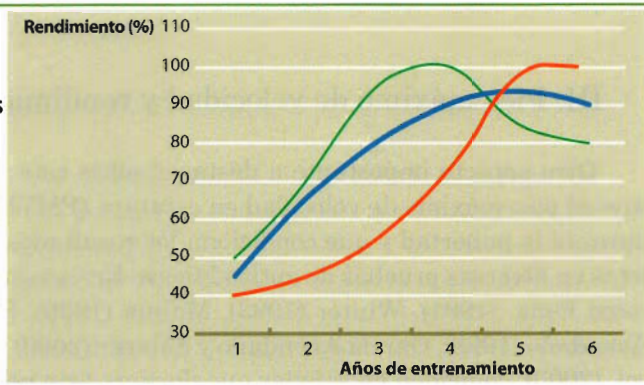
Sin embargo, el seleccionar niños acelerados o maduradores tempranos que son los que tienen mayores resultados a corto plazo, no siempre resulta aconsejable. En muchas ocasiones los niños de maduración lenta o con ritmo retardado de desarrollo suelen ser dejados erróneamente de un lado cuando son evaluados, pero eventualmente, son ellos los que requieren mayor interés y dedicación, pues potencialmente son más capaces, pero sus dotes se manifiestan más tarde (Figura 3.2). Es decir, los maduradores tardíos podrían tener un futuro más prometedor, logrando, con los estímulos adecuados, alcanzar y superar a los maduradores adelantados; representando a los verdaderos talentos.

FIGURA 3.2.

Distintos niveles de maduración, diferentes respuestas al entrenamiento

- C: Adelantado
- B: Promedio
- A: Tardío

Fuente: Adaptado de Nádori (1993).



Así, en la práctica deportiva, los distintos niveles de maduración representan ventajas comparativas para diferentes deportes e incluso dentro de una misma disciplina. Por ejemplo, las hembras que descuellan en ballet, gimnasia, atletismo entre otras especialidades, son maduradoras retardadas. En cambio los varones que destacan en béisbol, atletismo, natación, remo, ciclismo y otros deportes; son maduradores precoces. Malina y col (2004), presentan un compendio de los distintos niveles de maduración y su relación con algunas disciplinas deportivas según el sexo (Cuadro 3.2), el cual sirve como una guía para entrenadores en su trabajo de selección y orientación de niños y jóvenes atletas.

CUADRO 3.2.

Tendencias en el nivel de maduración basadas en la edad esquelética y las características sexuales secundarias (excluyendo la menarquia) en niños y adolescentes atletas

	Infancia	Adolescencia	Adolescencia tardía
Varones	11 años	11-15 años	16 años
Béisbol	*	Adelantado	No hay diferencias
Fútbol americano	*	Adelantado	No hay diferencias
Baloncesto	No hay diferencias	Promedio/Adelantado	No hay diferencias
Fútbol	Promedio	Promedio	Adelantado
Jockey sobre hielo	Promedio	Promedio/Adelantado	Adelantado
Carreras de fondo	*	Tardío/Promedio	No hay diferencias
Pista y campo	*	Adelantado	No hay diferencias
Natación	Promedio/Adelantado	Adelantado	*
Gimnasia	Promedio	Tardío	*
Hembras	10 años	10-14 años	15 años
Baloncesto	*	*	Promedio
Voleibol	*	*	Promedio
Carreras de fondo	*	Tardío/Promedio	Tardío/Promedio
Pista y campo	*	Promedio	Promedio
Natación	Promedio/Adelantado	Promedio/Adelantado	Promedio
Gimnasia	Promedio	Tardío/Promedio	Tardío
Ballet	*	Tardío/Promedio	Tardío

(*) No se dispone de datos confiables

Fuente: Adaptado de Malina (2004)

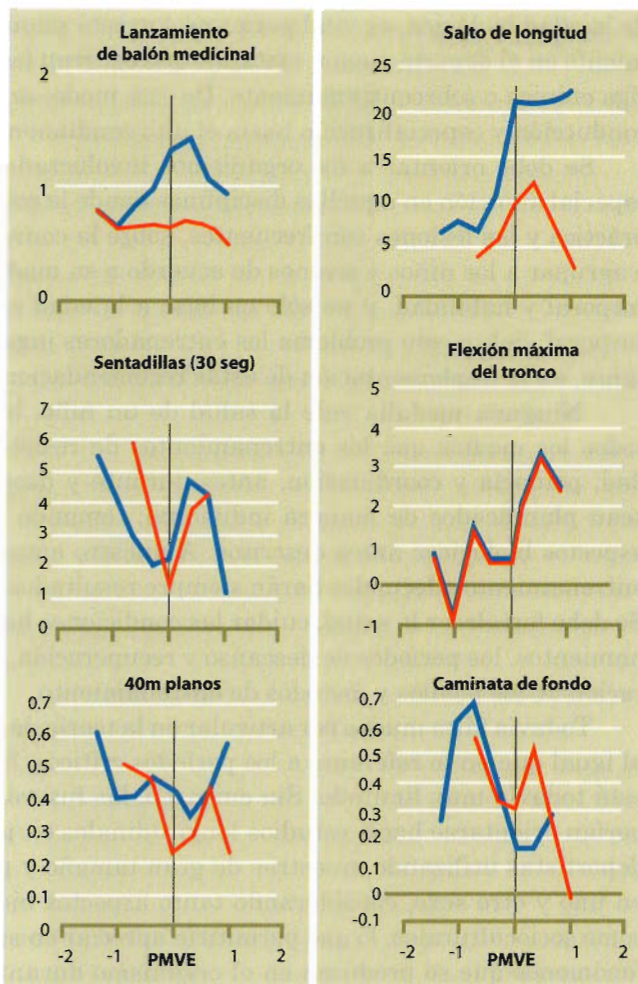
III. Pico máximo de velocidad y rendimiento deportivo

Otro aspecto importante a destacar sobre este particular, lo constituye el pico máximo de velocidad en estatura (PMVE), evento que ocurre durante la pubertad y que condiciona los resultados que obtienen los atletas en diversas pruebas de aptitud física. En ese sentido, investigadores como Peña, (1991), Winter (1993), Malina (1996), Heras (1997), García Avendaño (1998), García Avendaño y Salazar (2000) y García Avendaño y col. (2003), coinciden en señalar que durante este período, las respuestas al entrenamiento de los deportistas suelen ser diferentes, tanto en chicas como en chicos, destacando de entre estos hallazgos la baja correlación entre la maduración (tanto esquelética como sexual) y la actuación motora en las féminas, probablemente debido a que no existe un pico evidente de explosión del desempeño en las pruebas antes, durante y después del PMV en la estatura, sino que este desempeño mejora en forma aproximadamente lineal desde la niñez hasta los 13-14 años. En contraste, los varones presentan explosiones notorias en su actuación antes (velocidad y flexibilidad) y después (incremento en las fuerzas estática y dinámica) del pico máximo de velocidad en estatura (Figura 3.3).

FIGURA 3.3.

Velocidades de desarrollo relativo para el pico máximo de velocidad en estatura (PMVE)

— Hombres
— Mujeres



Fuente: Malina y col.(2004).

IV. Consideraciones finales

Un proceso de desarrollo biológico en el cual se conjuguen favorablemente las fases sensibles con el entrenamiento adecuado, permitirá que el equilibrio o reacciones homeostáticas (movilización de reservas, síntesis de proteínas y activación de defensa del organismo), en niños y jóvenes se produzcan de manera ajustada y más rápidamente, optimizando el rendimiento. Asimismo, el conocimiento de una estimación apropiada

de la edad biológica, es vital para una correcta planificación del entrenamiento en el deporte menor, evitando que ocurran lesiones deportivas, fatiga crónica o sobreentrenamiento. De este modo, se produce la adecuada conducción y especialización hacia el alto rendimiento.

Se debe orientar a los organismos involucrados en el deporte, con especial atención en aquellas disciplinas donde la colisión o contacto es su práctica y las lesiones son frecuentes, sobre la conveniencia de clasificar o agrupar a los niños y jóvenes de acuerdo a su madurez, estatura, masa corporal y habilidad, y no sólo en base a la edad cronológica y la masa corporal. Sobre este problema los entrenadores jugarán un papel importante, en la implementación de estas recomendaciones.

Ninguna medalla vale la salud de un niño, hay que procurar por todos los medios que los entrenamientos de resistencia, fuerza, velocidad, potencia y coordinación, antes durante y después de la pubertad, sean planificados de manera individual; tomando en consideración los aspectos biológicos antes descritos. A nuestro entender, los métodos de entrenamiento adecuados darán siempre resultados deportivos positivos. Se debe fortalecer la salud, cuidar las condiciones higiénicas de los entrenamientos, los períodos de descanso y recuperación, así como la diversificación de los medios y métodos de entrenamiento.

Todavía falta mucho por articular en la teoría de estas fases sensibles, al igual que en lo referente a los períodos críticos. Nuestro conocimiento está todavía muy limitado. Sin embargo, las futuras investigaciones deberían orientarse hacia estudios longitudinales en púberes y prepúberes deportistas utilizando muestras de gran tamaño y por grupos de edades en uno y otro sexo, considerando tanto aspectos biológicos y fisiológicos como socioculturales, lo que permitiría apreciar en su justa dimensión los fenómenos que se producen en el organismo durante esas etapas, reduciendo así las incertidumbres y abriendo caminos a través de evidencias científicas de estos procesos, permitiendo esclarecer las relaciones que vinculan dichos períodos con el entrenamiento.

Estas nociones son importantes tanto para el deporte de alto rendimiento, como para la implementación de los planes y programas de educación física escolar. Además, es necesaria una amplia comprensión de los principios básicos de especificidad e intensidad del esfuerzo, de cómo trabaja el organismo infantil y de las técnicas del deporte en cuestión, para poder monitorear el estado de salud y prolongar la vida deportiva de niños y jóvenes.

Referencias

- BAUR, J. (1993). Allenamento e fasi sensibili. *sds- Revista di Cultura Sportiva*, Anno XII, (28-29), 130-136
- BULGAKOVA, N., Vorontsov, A. y Radigina, I. (1985). La correlación de los ritmos de desarrollo y crecimiento de los índices morfofuncionales fundamentales de los nadadores y jóvenes. *Teoría y Práctica de la Cultura Física: II*
- DURAND, M. (1988). *El niño y el deporte*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica.
- FERREIRO G., R. (1984). *Desarrollo físico y capacidad de trabajo de los escolares*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación
- FRÖHNER, G. (2003). *Esfuerzo físico y entrenamiento en niños y jóvenes*. Barcelona: Editorial Paidotribo
- GARCÍA AVENDAÑO, P. (1996). *El niño, el deporte y la antropología*. Caracas: Ediciones FACES/UCV.
- GARCÍA AVENDAÑO, P. (1998). Indicadores de Maduración biológica en niñas y jóvenes, su importancia en el deporte. *Tribuna del Investigador*, 5 (2), 59-71.
- GARCÍA AVENDAÑO, P. (2006). Investigaciones antropométricas y su importancia para la orientación de niños con talento para el deporte. *Revista de Antropología Física Latinoamericana*, (4), 247-259.
- GARCÍA AVENDAÑO, P.; Flores, Z.; Rodríguez, A. y Rondón, R. (2003). Aptitud física, maduración y morfología en niños y jóvenes nadadores. *Anales de Antropología*, 37, 23-37.
- GARCÍA AVENDAÑO, P y M. Salazar (2000). Edad esquelética y edad morfológica en jóvenes nadadores. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 14 (1), 9-14.
- HAHN, E. (1988). *Entrenamiento con niños* (2^{da} ed.). Barcelona: Ediciones Martínez Roca.
- HARRE, D. (1987). *Teoría del entrenamiento deportivo*. La Habana: Editorial Científico- Técnica.
- HERAS, P. (1997). Crecimiento y rendimiento motor en función del pico de crecimiento de la (PHV): estudio longitudinal de una muestra de chicos y chicas menorquinas. *Apunts*, XXXII, 233-241.
- MALINA, R. (1993). Il problema Della maturità per lo sport nella fanciullezza e nell'adolescenza. *Revista di Cultura Sportiva*, año XII, (28-29): 24-29.
- MALINA, R. (1996). Crecimiento, performance, actividad, y entrenamiento durante la adolescencia. *Actualización en ciencias del depor-*

te, 4 (11), 45-55.

- MALINA, R.M.; Bouchard, C.; Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity* (2^{da} ed.). Champaign: Human Kinetics.
- MANNO, R.; Aquili, N.; Carbonaro, G. (1993). Evoluzione e sviluppo delle abilità motore. *sds- Revista di Cultura Sportiva*, anno XII, (28-29), 77-86.
- MARCOS BECERRO, J.F. (1996). Consideraciones a tener en cuenta sobre el entrenamiento y la competición en niños y niñas deportistas. En: J.F. Marcos Becerro y R. Santonja Gómez (Comps.), *Olimpismo y Medicina deportiva: Problemas y soluciones del deporte infantil y juvenil* (pp.15-71).Madrid: Ed. Rafael Santoja.
- MARTIN, D. (1993). L'allenamento giovanile in discussione. *sds- Revista di cultura sportiva*, anno XII, (28-29), 137.
- MARTIN, D.; Nicolaus, J.; Ostrowski, Ch. y Rost, K. (2004). *Metodología general del entrenamiento infantil y juvenil*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- MOLNAR, G. (2001). Las fases o períodos sensibles. *Revista Actualización*, 17 (Julio). Disponible en: <http://www.chasque.net/gamolnar/deporte%20%infantil/infantil.02.html>. Consultado el 13/10/08
- NICOLETTI, I. (1993). Auxología e sport. *sds- Revista di Cultura Sportiva*, anno XII, (28-29), 65-71.
- PANCORBO SANDOVAL., A. (1996). Detección de talentos deportivos y seguimiento hacia el alto nivel. En: J.F. Marcos Becerro y R. Santonja Gómez (Comps.), *Olimpismo y Medicina deportiva: Problemas y soluciones del deporte infantil y juvenil* (pp.:159-171).Madrid: Ed. Rafael Santoja.
- PEÑA REYES., M.E. (1991). Crecimiento y respuesta morfofuncional al ejercicio. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- PÉREZ, BM. (1997). Efectos del entrenamiento sobre el crecimiento y desarrollo en niños y adolescentes. *Tribuna del Investigador*, 4 (2), 102-110.
- PÉREZ, BM. (2006). *Crecimiento y desarrollo del joven deportista*. Ponencia presentada en el XII Curso de Ciencias del Deporte GSSI "Niño y Ejercicio Físico". Fundación Empresas Polar, Caracas.
- PILA H. H y Calderón, J. C. (1989). *Estudio sobre las normas de capacidad motrices y de sus características en la población Cubana*. Tesis Doctoral no publicada. Instituto Superior de Cultura Física "Manuel Fajardo".
- PLATONOV, V. (1991). *La coordinación y el ritmo de movimiento en la etapa de la adolescencia*. La Habana: Editorial Científico Técnica.

- PLOUS FIERRO, M. (1989). *La coordinación y el ritmo de movimiento en la etapa de la adolescencia*. La Habana: Editorial Científico Técnica.
- RAMÍREZ T., J. A. (1998). *Lo pedagógico del deporte menor*. Caracas: Editorial Episteme.
- RODRÍGUEZ BERMÚDEZ, A. (2006). El niño y la selección de talentos deportivos para la alta competencia. En: P. García A. (Comp.), *Introducción a la investigación bioantropológica en actividad física deporte y salud* (pp. 111-140). Caracas: UCV, CDCH/FACES.
- STAROSTA, G. (1993). L'esistenza di periodi sensibili e critici nello sviluppo Della coordinazione motoria. *sds- Revista di cultura sportiva*, anno XII, (28-29), 138- 142.
- TANNER, J.M. (1978). *Foetus Into Man. Physical Growth From conception to maturity*. Harvard: Cambridge University Press.
- VÓLKOV, V.M., Filin, V.P (1988). *Selección deportiva*. Moscú: Editorial Vneshtorgizdat.
- WINTER, R. (1993). Le fasi sensibili. *sds- Revista di Cultura Sportiva*, Anno XII, (28-29), 122-

4. ESTIMACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL EN NIÑOS Y JÓVENES DEPORTISTAS: PROBLEMAS Y ALTERNATIVAS

ARMANDO ANTONIO RODRÍGUEZ BERMÚDEZ

I. Introducción

La aplicación de los métodos disponibles para evaluar la composición corporal en poblaciones infantiles y juveniles ha sido hasta la fecha muy limitada, debido a la gran variabilidad que existe durante las etapas de crecimiento, maduración y desarrollo en los distintos componentes corporales. No obstante, el incremento de la participación de los niños en los distintos eventos deportivos con fines competitivos y su incidencia sobre el estado de salud general, han permitido que se preste una mayor atención a este particular, ya que el adecuado control y vigilancia de la composición corporal en los niños y jóvenes deportistas se traduce en importantes beneficios tanto para el rendimiento en el deporte como para su salud. De igual forma, el uso de los métodos más apropiados permite una predicción más confiable sobre la adiposidad corporal, proporciona una descripción biológica del proceso de crecimiento y desarrollo físico útil para la detección y selección de talentos deportivos, permite inferir sobre el estado nutricional y preservar una condición física y mental saludable

(Ross y col, 1988; Rodríguez, 1992; Marrodan y col, 1995; Porta y col, 1995; Wilmore y Costil, 1998; Rodríguez y García 2002).

Todo ello ha propiciado amplias discusiones sobre las limitaciones y alcances de los diversos procedimientos utilizados para la estimación de los componentes corporales, así como sobre su aplicabilidad y utilidad en estudios individuales y de campo. La respuesta a esta problemática no es sencilla y, en general, va a depender de los intereses de cada investigador o usuario de los métodos, de los recursos técnicos y metodológicos disponibles para realizar las evaluaciones y de las características de los sujetos observados, entre otros factores.

Considerando los aspectos antes señalados, en este trabajo se presentan algunas consideraciones teóricas-metodológicas sobre la estimación de la composición corporal en niños y jóvenes deportistas, tomando en cuenta los cambios que ocurren en la misma durante los procesos de crecimiento, desarrollo y maduración en uno y otro sexo, el uso de distintos procedimientos, así como sus alcances y limitaciones para estimar los distintos componentes corporales durante estas etapas, resaltando la necesidad de implementar nuevas alternativas para el estudio de la composición corporal de las poblaciones infantiles que permitan su conducción adecuada hacia la especialización deportiva y el alto rendimiento.

II. Composición corporal: alcances y limitaciones de los procedimientos empleados para su estimación en niños y jóvenes deportistas

Los estudios realizados en torno a la composición corporal humana han permitido el desarrollo de distintos modelos de análisis que pueden describir al cuerpo humano desde una perspectiva atómica, molecular, celular o anatómica (tejidos-sistemas y cuerpo total), considerando en cada uno de ellos diversos componentes o compartimentos como se aprecia en la Fig. 4.1 (Wang y col., 1992; 1999; Heymsfield y col., 2007). Al respecto, Malina y col. (2004), sostienen que en los últimos 15 años se han realizado progresos importantes en las propuestas para estimar la composición corporal y que de acuerdo con el modelo de cinco niveles de Wang y colegas, se provee un amplio campo de trabajo dentro del cual pueden ser apreciadas las facilidades y dificultades inherentes al estudio de la composición corporal.

FIGURA 4.1.

Modelo de fraccionamiento de la composición corporal en cinco niveles

Otros	Lípidos	Adipositos Células	Tejido adiposo	Tamaño
Hidrógeno	Agua		Músculo esquelético	forma y
Carbono	Proteínas	Fluido extracelular	Visceral Órganos y Residual	características físicas exteriores
Oxígeno	Glicógeno Minerales	Sólidos extracelulares	Esqueleto	
I.- Atómico	II.- Molecular	III.- Celular	IV.- Tejido-Sistema	V.- Cuerpo total

Fuente: Adaptado de Wang y col.(1992);Heymsfield y Col.(2005)

En ese sentido, las investigaciones en el campo de la composición corporal se han organizado en tres grandes áreas que se definen como: reglas y modelos de la composición corporal, metodología de la composición corporal y variaciones de la composición corporal (Shen y col., 2007). Sin embargo, a pesar de los avances alcanzados en esta área la medición precisa o más correctamente, estimación, de las distintas fracciones que constituyen la masa corporal, sigue siendo muy difícil.

Esto se aprecia en la gran cantidad de métodos disponibles: densitometría, espectrometría, ultrasonido, conductividad eléctrica, resonancia magnética nuclear, tomografía computarizada, bioimpedancia y antropometría, entre otros, los cuales han sido ampliamente descritos en la literatura (Lukaski, 1987; Porta y col, 1995; Marrodan y col, 1995; Pacheco del Cerro, 1996; Malina y col. 2004), pero cuyos resultados al ser contrastados en distintas poblaciones no son consistentes, o arrojan resultados contradictorios.

La gran cantidad de investigaciones realizadas en este campo han permitido popularizar, por su gran sencillez, el modelo químico de dos componentes: masa grasa y masa libre de grasa, propuesto por Behnke en 1942. Los compartimientos de este modelo son estimados, generalmente, por densitometría, bioimpedancia o ecuaciones de predicción basadas en antropometría, siendo la densitometría, el método de referencia preferido para determinar la validez de los otros (Wilmore y Costil, 1998; Whitters y col, 1999; Norton, 2000). De acuerdo con esta propuesta, la grasa es un elemento a nivel molecular representada por los lípidos totales extraíbles y que se diferencia de las células grasas (adipositos) o del tejido adiposo que son componentes celulares y tisulares (nivel celular y anatómico). La masa libre de grasa, por su parte, se refiere a todos los demás constituyentes que no son grasa, que desde la perspectiva del nivel molecular incluye entre sus componentes agua, minerales, hidratos de carbono y

proteínas, y desde el punto de vista anatómico considera músculo, huesos, órganos y otros tejidos (Lohman, 1986; Wilmore y Costil, 1998). En referencia a estas clasificaciones, química y anatómica, Wilmore señala que la primera es el sistema de clasificación preferido cuando el interés es el estudio de las reservas energéticas, mientras que el concepto anatómico se aplica cuando se analizan temas relativos a la estructura del cuerpo.

Pacheco Del Cerro (1993), considera, por su parte, que se ha llegado a la conclusión que el estudio de la composición corporal debe realizarse desde un punto de vista biológico compatible con el modelo anatómico, planteado inicialmente por Matiegka (1921), según el cual el organismo se puede dividir en cuatro constituyentes principales: grasa, músculo, hueso y órganos y tejidos. Propuesta que fue retomada y desarrollada posteriormente por diversos investigadores (Drinkwater y Ross., 1980; Martin y col., 1985; Drinkwater y col., 1984; Ross y Ward, 1986; Ross y Kerr, 1993).

Los estudios en el área continúan su desarrollo en distintas direcciones y con diversas aplicaciones en nutrición, crecimiento y maduración, rendimiento deportivo y salud poblacional, entre otras, donde uno de los aspectos de interés común es el conocimiento del componente grasa en cualquiera de los niveles antes señalados. En el área del deporte, en particular, este componente es el que preocupa constantemente a deportistas y entrenadores, quienes buscan constantemente mantenerlo en valores bajos, considerados "óptimos" para un mejor rendimiento. En este sentido, Pérez (1998) indica que un concepto importante a tener en cuenta es el peso mínimo estándar, ya que pareciera que biológicamente existen límites mínimos por debajo de los cuales no se puede reducir la masa corporal sin que se afecte el estado de salud. El peso mínimo se relaciona con la definición de masa magra propuesta inicialmente por Behnke, en la cual se consideraba un porcentaje de masa grasa esencial (cantidad de grasa necesaria para la supervivencia), la cual se ha estimado entre 2 y 4% para los hombres y entre 8 y 12 % para las mujeres, quienes requieren mayores niveles de adiposidad para cumplir adecuadamente sus funciones reproductivas (Lohman, 1992; Wilmore y Costil, 1998).

En ese orden de ideas, vale la pena resaltar que al ser muy difícil diferenciar la grasa esencial de aquella que no lo es (grasa de reserva o adiposidad), se asume que cuando un individuo alcanza valores inferiores al 4% y al 8%, para hombres y mujeres respectivamente, éste ya está en el límite inferior y no es recomendable continuar disminuyendo, pues estaría comprometiendo su salud. En el caso de niños, el riesgo es aún mayor, ya que no existen referencias apropiadas y las reservas energéticas son

esenciales para el desarrollo adecuado de sus funciones biológicas que aún se encuentran en formación.

Por otra parte, las diferencias que se observan entre hombres y mujeres en los distintos componentes corporales, ha propiciado el desarrollo de varios modelos de referencia que varían de acuerdo a la metodología empleada. Entre los más utilizados pueden citarse los de Behnke y Wilmore (1974), Katch y Mc Ardle (1973) y Drinkwater y Ross (1980), los cuales se resumen en el cuadro 4.1.

CUADRO 4.1.

Modelos teóricos de referencia utilizados en la estimación de distintas fracciones de la composición corporal

	Behnke y Wilmore		Katch y Col.	Drinkwater y Ross	
	(1974)		(1978)	(1980)	
	Masculino	Femenino		Masculino	Femenino
Grasa	15.0	27.0	24.0	10.96	18.04
Grasa esencial	3.0	12.0	4.0	-	-
Grasa sexual	-	-	5.0	-	-
Grasa de reserva	12.0	15.0	15.0	-	-
Peso magro	85.0	73.0	76.0	89.04	81.96
Peso óseo	14.9	12.0	14.0	16.88	15.22
Peso muscular	44.8	36.0	37.0	46.75	72.54
Peso residual	25.3	25.0	25.0	25.41	24.19

Fuente: Datos reportados por Pacheco Del Cerro, 1993

Dichas referencias constituyen una guía teórica que permite orientar el desarrollo de las investigaciones y las evaluaciones individuales según objetivos e intereses particulares. Sin embargo, en lo que respecta a la disponibilidad de referencias específicas para niños y jóvenes se tienen muy pocos datos que permitan caracterizar su composición corporal. Algunos de ellos, indican por ejemplo, que en menores de 18 años la aplicación del modelo de dos componentes por densitometría arroja valores menores en grupos de deportistas (nadadores, gimnastas, corredores y luchadores), comparados con aquellos que no realizan actividad física regular, reportándose valores para el porcentaje de grasa entre 13 y 23% para las niñas y de 4 a 15% para los niños (Malina y Bouchard, 1998).

Hasta el presente se han propuesto centenas de ecuaciones de regresión, generales y específicas, basadas en antropometría para estimar la densidad corporal y el porcentaje de masa adiposa, las cuales han sido empleadas y validadas en muchos estudios, utilizando como referencia el método densitométrico. Algunas de ellas se presentan en el anexo 1 con fines didácticos. Una vez estimada la densidad corporal, ésta debe convertirse en porcentaje adiposo (graso) utilizando alguna de las fórmulas propuestas para tal fin. Las más populares y de uso generalizado son las desarrolladas por Siri (1961) y Brozek y col. (1963); no obstante, en el caso de niños entre los 8 y 12 años se ha recomendado la desarrollada

por Lohman en 1984, para la cual la densidad de la masa magra se ha estimado en 1.084 g/ml. De manera informativa dichas ecuaciones se presentan a continuación:

$$\text{Siri (1961): } \%G = \left[\left(\frac{4.95}{\text{Densidad_corporal}} \right) - 4.5 \right] * 100$$

$$\text{Brozek y col. (1963): } \%G = \left[\left(\frac{5.3}{\text{Densidad_corporal}} \right) - 4.89 \right] * 100$$

$$\text{*Lohman (1984): } \%G = \left[\left(\frac{4.57}{\text{Densidad_corporal}} \right) - 4.142 \right] * 100$$

*Niños entre 8 y 12 años

En relación con la aplicabilidad de estos procedimientos para estimar la composición corporal, se ha señalado que en la mayoría de los casos no pueden ser aplicados de manera confiable en poblaciones distintas a aquellas a partir de las cuales fueron desarrollados, caso particularmente válido cuando los estudios se dirigen a niños y jóvenes debido a la gran variabilidad que se encuentra entre los diversos componentes que conforman su físico. En este sentido, Esquivel (1995) sostiene que a los 9 años la composición corporal del niño aún difiere de la del adulto por su mayor concentración de agua, su menor concentración de minerales y una cifra ligeramente inferior de potasio y proteínas. Lo cual indica, según Loman (1988) que el organismo no ha alcanzado su madurez química y por lo tanto, la densitometría convencional puede sobreestimar la valoración del contenido de agua.

La aplicabilidad de todos estos procedimientos se encuentra limitada por una serie de supuestos teóricos que deben asumirse al aplicarlos, tales como: densidad constante de los tejidos corporales, compresibilidad invariable de una doble capa de piel y tejido adiposo, grosor de la piel con valor insignificante, patrón de distribución de la adiposidad con valores fijos, asumir que la grasa es una fracción constante del tejido adiposo, y relación lineal entre el tejido adiposo externo (subcutáneo) e interno.

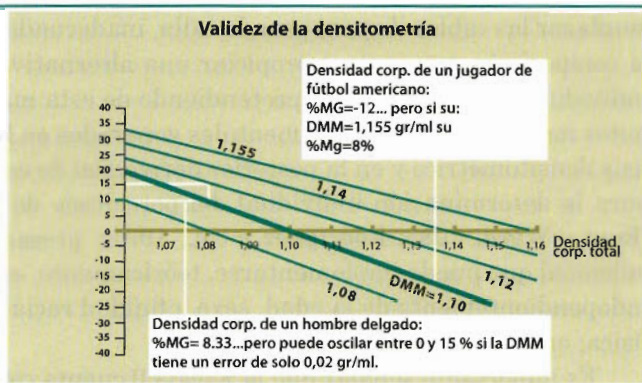
Todas estas presunciones han sido revisadas y seriamente cuestionadas por diversos estudios (Lohman, 1981; Martin y col., 1985; 1986; Clarys y Marfell-Jones, 1986; 1987; Marfell-Jones y col., 2003), evidenciando que la transformación de las medidas de panículos adiposos a grasa corporal total, especialmente a partir del uso de ecuaciones de regresión, es inválida o fuertemente variable, razón por la cual resulta más conveniente el análisis de la adiposidad corporal en sitios específicos, utilizando directamente las medidas de los panículos adiposos. Adicional-

mente, actúan como limitantes en la aplicación de estos procedimientos: el dimorfismo sexual, la edad, la afinidad racial y el deporte considerado, entre otros elementos (Martin y col., 1985; 1986; Ross y Kerr, 1993; Lohman, 1992; Porta y col., 1995; Norton, 2000). La inconsistencia que se presenta al aplicar estos métodos puede apreciarse claramente en el ejemplo mostrado en la Fig. 4.2, donde una pequeña variación de sólo ± 0.02 g/ml en la densidad de la masa magra hace que el porcentaje de grasa cambie entre 0 y 15% respectivamente, observándose, incluso, valores negativos para la densidad constante de 1.1 g/ml, como el caso del jugador de fútbol americano del ejemplo.

Ante esta polémica que se ha desarrollado en torno a la aplicación y validez de los distintos métodos para estimar la composición corporal se genera la interrogante de ¿cuál es entonces el camino más idóneo para obtener resultados confiables en las estimaciones de la composición corporal, especialmente en los niños y jóvenes que realizan actividad deportiva regularmente?

FIGURA 4.2.

Representación gráfica de la derivación de valores del porcentaje de grasa a partir del método densitométrico



La respuesta a esta interrogante, aunque parezca sencilla, se encuentra muy lejos de serlo, pues se hace necesario el planteamiento e implementación de estrategias distintas a las que tradicionalmente se han venido empleando para el análisis de la composición corporal humana, lo cual implica la ruptura con el clásico modelo bicompartimental, ampliamente difundido y aceptado por su sencillez y practicidad, particularmente cuando se trata de investigaciones de campo. Sin embargo, Desde la propuesta del “hombre ideal”, desarrollado por Behnke en la década de los 70 del siglo pasado, han surgido nuevas propuestas que pretenden garantizar la evaluación de la estructura corporal en individuos provenientes de grupos cada vez más diferenciados (Wilmore y Costill, 1998),

con la idea de producir métodos cada vez más universales de valoración morfológica, lo que se traduce en mayor validez externa.

Algunos investigadores han propuesto alternativas tales como el uso de la suma de los panículos adiposos elegidos o de los perfiles de adiposidad subcutánea (Ross y Ward, 1984, 1985, 1986; Rodríguez y col., 1991; Carter y col., 1994). Al respecto, Porta y col. (1995), Norton (2000) y Garrido Chamorro y col. (2006), indican que es probable que el uso de estos procedimientos tenga una valoración más objetiva para una mejor estimación y control de los niveles de adiposidad, ya que elimina el error en la transformación del grosor de los panículos a densidad corporal y finalmente, a la predicción del porcentaje de grasa. Tal es el caso de la propuesta del Sistema Escala 0 de Ross y Ward (1985), que incorpora un ajuste alométrico, tomando como punto de partida la estatura reportada como referencia en la táctica del Phantom, estrategia propuesta por Ross y Wilson (1974) para el análisis de la proporcionalidad corporal, basado en un modelo universal de referencia asexual. Uno de los aspectos más destacados en la propuesta del Sistema Escala 0 es la posibilidad de reemplazar las tablas de peso para la talla, inadecuadas en la valoración de la composición corporal; al propiciar una alternativa para la evaluación individual de la adiposidad, pretendiendo de esta manera, superar los límites metodológicos y experimentales generados en la aplicación del análisis densitométrico y en la posterior derivación de ecuaciones predictivas para la determinación individual del porcentaje de grasa corporal total (Ross y Ward, 1985; Rodríguez y col., 1991); presentando como ventaja adicional que puede implementarse, teóricamente, en cualquier muestra, independientemente de la edad, sexo, afinidad racial y nivel de actividad física; entre otros elementos.

Es importante señalar que la Escala 0 cuenta con puntos de corte definidos para el análisis, los cuales pueden ser ajustados, siempre y cuando el ajuste se realice con precaución; de forma tal que al cambiar las categorías de la norma, la interpretación se mantenga constante, ofreciendo las posibilidades para convertirse en un dispositivo de control biomédico y del entrenamiento en sujetos deportistas (Ross y Marfell-Jones, 1991; Ross, 1999a). El Sistema Escala 0 recoge gran parte de los beneficios del estudio de la composición corporal en el seguimiento y monitoreo del control biomédico en grupos de atletas, los cuales pueden resumirse de acuerdo con García (1990), Rodríguez (1992) y Rodríguez y García (2002) en:

- Los procedimientos de medición y evaluación en campo no requieren de equipamientos sofisticados o costosos

- Su valor de predicción del contenido adiposo, es más confiable que los índices de relación peso-talla
- Es un instrumento que puede caracterizar a poblaciones generales o específicas y puede aplicarse exitosamente en todas las edades
- Puede auxiliar en la descripción biológica del proceso de crecimiento, desarrollo y maduración de niños y jóvenes en edad escolar (atletas o no atletas) ayudando, además, en el proceso de desentrenamiento del deportista en la edad adulta
- Es una herramienta útil para la detección del potencial deportivo de niños y jóvenes
- Provee una información valiosa para las recomendaciones dietéticas y nutricionales
- Provee bases de referencia para el estudio de las variables en la fisiología del ejercicio
- Es un instrumento útil en las evaluaciones de la aptitud física en función de la edad y el sexo
- Sus resultados son imprescindibles en la historia médico-deportiva del atleta y sirven de guía en la evaluación biomédica del entrenamiento

A pesar de todos los beneficios antes señalados, hasta el momento, el uso de este método parece ser escaso, existiendo muy pocas aplicaciones reportadas y no se ha encontrado ninguna validación; razón por la cual representa una forma de trabajo novedosa, en desarrollo y con altas expectativas de convertirse en una de las principales herramientas para la investigación de la morfología humana en sus distintas aplicaciones.

Más recientemente, se ha planteado la utilidad que proporcionan algunas técnicas de análisis estadístico en la evaluación de la adiposidad corporal, como son los denominados *estadísticos robustos*, los cuales se ven poco afectados por la influencia de los valores por los valores extremos de la distribución (*outliers*) (Pérez, 2004; Olive, 2005 y 2007; Sun y Cameron, 2007; García y col., 2008), inconveniente éste, que se presenta con frecuencia al explorar los datos obtenidos de panículos adiposos empleando estadísticos como por ejemplo la media aritmética y su respectivo error estándar de estimación, varianzas y desviaciones estándar, entre otros; principales causas por las cuales se violentan los supuestos de normalidad univariante y homocedasticidad, requeridos para la aplicación de contrastes paramétricos que permiten realizar comparaciones inter-grupales, tales como el ANOVA y las estimaciones por intervalos para la media poblacional, entre otros procedimientos (Flores, 2006).

III. Composición corporal y su relación con el crecimiento y la maduración

A lo largo de toda la vida del ser humano se van produciendo cambios en la morfología corporal al igual que en el funcionamiento general del organismo. Sin embargo, uno de los aspectos de particular importancia e interés en el deporte menor, entendido como aquel que realizan niños y jóvenes en proceso de crecimiento y desarrollo, es la evaluación y monitoreo de los cambios ocurridos en los componentes de la composición corporal, producto de la interrelación de los factores biológicos y ambientales que la caracterizan durante las etapas prepuberal y puberal.

El crecimiento se ha definido como el incremento en el número y tamaño de las células, (hiperplasia e hipertrofia, respectivamente), que se traducen en un aumento del tamaño corporal como un todo y de sus partes, incluyendo tejidos grasos y magros, que se consideran de interés en el rendimiento deportivo (Pérez, 2006). La maduración, por su parte, se refiere a la complejidad ascendente de la construcción de las funciones, interacciones y los procesos de regulación de todas las células y órganos, es decir, el progreso hacia el estado de madurez biológica del organismo (Malina y col., 2006). Sobre este particular, estos autores, resaltan que el estado de maduración varía según el sistema corporal que se considere, pero generalmente los estudios se enfocan en los aspectos de maduración sexual y esquelética. En tal sentido, la estimación de la maduración biológica, como conjunto, debería tener en cuenta la inclusión de más de un sistema, considerando que todos los tejidos y órganos del cuerpo maduran.

Asimismo, debe señalarse que la maduración involucra dos aspectos interrelacionados que regulan el proceso: el *timing* que indica el momento en que ocurren eventos específicos de maduración, como por ejemplo, la edad de la menarquia; y, el *tempo* o ritmo que señala la velocidad a la cual avanza el proceso de la maduración. Ambos aspectos, varían considerablemente entre los individuos y determinan que un niño sea madurador temprano, promedio o tardío (Pérez, 1997; Malina y col. 2004). En los deportistas este fenómeno, como hecho biológico, no es muy distinto que en el resto de la población y que las variaciones encontradas, especialmente hacia la pubertad, están asociadas con la acción conjunta de la herencia y el medio ambiente, particularmente las relacionadas con el proceso de selección que normalmente se realiza en los deportes (De Rose y col., 1988; Malina y Bouchard, 1998; Pérez, 2006).

Este fenómeno desempeña un papel fundamental en los deportes ya

que los alcances en el rendimiento van a estar en dependencia con el nivel de maduración que caracterice a cada sujeto. Así en los maduradores tempranos, habrá una ventaja inicial en cuanto a estatura, masa corporal, fuerza, potencia y resistencia cardiovascular, tanto en niños como en niñas, con respecto a los maduradores promedio y tardío, quienes más tarde, de acuerdo con su potencial genético podrán alcanzar y en algunos casos sobre pasar las capacidades de los maduradores tempranos (García, 1996; García y col., 2003; Pérez y col., 2006; Rodríguez, 2006).

El concepto de desarrollo, generalmente utilizado como sinónimo de maduración, también merece ser diferenciado, puntualizando que se encuentra en una estrecha relación e interacción con los dos procesos antes descritos. En ese sentido, Malina y col. (2006) especifican que el desarrollo involucra principalmente un componente cultural y se refiere a la adquisición de competencia en la conducta, es decir, al aprendizaje de comportamientos apropiados, esperados por la sociedad, los cuales se van adquiriendo en la medida que los niños viven experiencias a través de actividades comunitarias, en el hogar, la escuela y los deportes, entre otras, que les permiten desarrollarse cognitiva, social, emocional, motriz y moralmente. Aspectos éstos de suma importancia y que intervienen en la conformación final de las características corporales y funcionales de los sujetos.

Las modificaciones corporales que se producen durante los períodos de crecimiento, maduración y desarrollo se expresan en un incremento notable de la masa corporal. Vallejo (2002), señala por ejemplo, que ésta puede aumentar entre los 8 y 16 años en un 160% para los niños y un 125% para las niñas; la estatura, en cambio, lo hace entre un 40 y un 30%, respectivamente, Peña (1991), por su parte, sostiene que durante esta etapa se aprecia un mayor crecimiento de las extremidades inferiores en comparación con el tronco.

López Contreras y col. (1986) y López Blanco y Landaeta (1991), han observado patrones similares para niños venezolanos evaluados en el Estudio Longitudinal de Caracas, destacándose, además, que las niñas entre los 5 y 14 años presentan mayor perímetro de brazo que los niños, después de lo cual éstos las superan. En cuanto a los panículos adiposos se aprecia un incremento importante en el primer año de vida que luego disminuye de forma irregular con la edad hasta aproximadamente los 6 años, cuando presentan un nuevo aumento hasta llegar a la pubertad donde los niños van a tener, proporcionalmente, menor acumulación de tejido graso que las niñas. Al respecto, debe recordarse que los perímetros y los panículos adiposos suelen ser dos de las dimensiones corporales que

se ven más influenciadas por el medio externo, especialmente por la actividad deportiva y la nutrición, reflejando cambios en las masas muscular y adiposa respectivamente, razón por la cual su observación y seguimiento es fundamental en niños y jóvenes deportistas.

Aún cuando en la etapa prepuberal se dan grandes cambios en el crecimiento, y por ende, en la composición corporal, los mismos ocurren a un ritmo cada vez más lento, tanto en los niños como en las niñas y alcanzan su velocidad más baja al momento de iniciarse el pico máximo de crecimiento en estatura (PVMT), es decir, en la pubertad, momento en cual se produce una gran aceleración y comienzan a diferenciarse claramente los componentes del físico de niños y niñas.

Si bien es cierto que la observación de los cambios que ocurren en el tamaño individual de las distintas dimensiones corporales, representa un aspecto básico en la evaluación de la composición corporal, es importante enfatizar que la información obtenida a partir de ellas es limitada y que no puede ser utilizada de forma aislada para recomendar intervenciones sobre la composición corporal. Es evidente, por ejemplo, que el uso de indicadores simples como el peso para la talla y talla para la edad, o indicadores compuestos como el índice de masa corporal (IMC), no permiten tomar decisiones sobre el control de las reservas energéticas y proteicas de los sujetos evaluados, ya que las variaciones en la masa corporal podrían estar asociadas a distintos componentes (masa adiposa, masa muscular, masa ósea y/o en el contenido de agua corporal, entre otros) y en distintos grados de combinación, que sólo pueden obtenerse a partir del análisis de la composición corporal (Wilmore y Costill, 1998). Adicionalmente, se debe tener en cuenta que existen variaciones asociadas a las características biológicas propias de cada sujeto, definidas por su afinidad racial, que deben ser consideradas al interpretar los resultados obtenidos (Malina, 2005).

En la práctica se presentan con mucha frecuencia este tipo de situaciones, observándose casos donde los sujetos, deportistas o no, aparentemente se encuentran en su peso "ideal" o recomendado para su edad, sexo y especialidad deportiva, pero presentan una elevada acumulación de masa grasa y un déficit en masa libre de grasa, que en el caso de los deportistas se traduce en un bajo rendimiento (Rodríguez, 1992). O por el contrario se clasifica a los sujetos con exceso de peso (asumiendo que el mismo se debe a masa grasa o adiposidad) cuando en realidad no lo es, pues su mayor masa corporal se debe a un mayor desarrollo de la masa libre de grasa, o a una mayor complejidad física constitucional.

Así cuando el problema consiste en la reducción de la masa corporal, sea ésta para alcanzar el peso recomendado para una especialidad depor-

tiva particular o para mantener un estado nutricional y/o de salud, en el cual es necesario romper equilibrio energético y producir un balance energético negativo, la dimensión del problema adquiere mayor relevancia, en particular si se trata de niños y jóvenes deportistas donde su equilibrio energético se ve afectado por las funciones orgánicas propias del crecimiento y la maduración, los efectos de la actividad física intensa en la que normalmente están involucrados y, adicionalmente, a restricciones en la ingesta de alimentos que algunas veces se imponen para disminuir la masa corporal. Investigadores como Rodríguez (1992), Malina (1994), García y col. (2000), han observado que este problema suele presentarse con niños y jóvenes en algunos deportes de iniciación temprana como son gimnasia, natación y tenis, así como en aquellos donde se compite por categorías de peso, como son los deportes de combate.

Por otra parte, la aceleración del crecimiento en longitud y el aumento de la masa corporal total, característica de la etapa puberal, presentan importantes diferencias según el género en cuanto a cronología e intensidad, que se expresan, a su vez, en diferencias en la composición corporal. Hacia los 10 años, las niñas alcanzan el 84 % de la altura del adulto y los niños el 78 %, aproximadamente. En cuanto a la masa corporal total, los niños a esta edad tienen un 55 % y las niñas un 59 % del adulto. El aumento en la masa grasa y muscular se observa en el desarrollo de los hombros en los niños y de las caderas en las niñas, en ellas la grasa corporal total aumenta casi en un 120 % antes de la primera regla (menarquia); sin embargo, en el varón este componente tiende a disminuir, mientras que su masa magra aumenta en promedio entre los 10 y 20 años unos 35 kg, y en la mujer lo hace sólo en la mitad, unos 18 kg. También se modifica la distribución, puesto que suele acumularse más en el tronco que en las extremidades, y ocurre lo mismo en los órganos internos (Lorenzo Benítez, 2001).

En ese orden de ideas, Malina (2004) ha señalado que en las niñas la masa magra se incrementa, aproximadamente, de 25 Kg a los 10 años a 45 Kg a los 18 años de edad, mientras que la masa muscular lo hace de 12 Kg a 23 Kg en el mismo período, observándose el mayor porcentaje de incremento durante el intervalo de crecimiento máximo (entre los 11 y 13 años aproximadamente para las niñas). Sin embargo, indica, que el aumento de la masa muscular durante la etapa puberal femenina, no es tan intenso como el que se aprecia en los varones. Razón por la cual al culminar el proceso de crecimiento y maduración, los chicos presentan un mayor desarrollo muscular, en comparación con las chicas (Figs. 4.3 y 4.4).

FIGURA 4.3.

Cambios en el grosor de los panículos adiposos (tríceps y subescapular) en varones y hembras de 2 a 18 años

- ▲ Tríceps niños
- △ Escápula niños
- Tríceps niñas
- Escápula niñas

Fuente: Datos del NHANES-III, National Center for Health Statistics, Reportados.

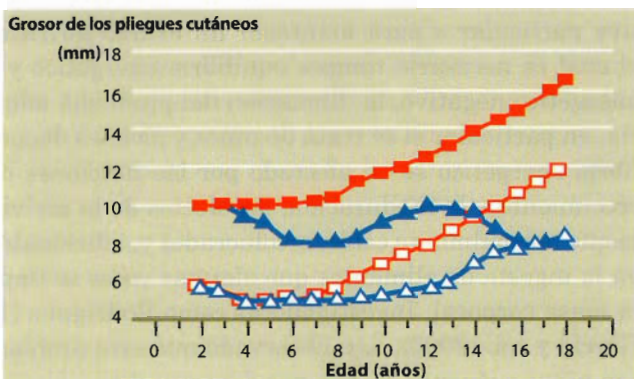
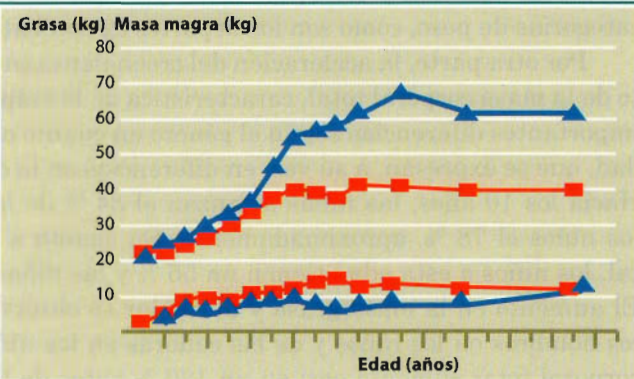


FIGURA 4.4.

Cambios en la masa grasa y en la masa magra para varones y hembras de 8 a 28 años

- ▲ Varones
- Mujeres

Fuente: Datos de Forbes (1972). Reportados por Malina (2004).



En cuanto a los niños y jóvenes deportistas, los efectos del entrenamiento físico sobre la composición corporal y el crecimiento aún no están completamente definidos, es muy difícil separar cuándo los cambios observados están más influenciados por el crecimiento y la maduración, o cuándo lo están por las cargas de entrenamiento aplicadas. Se ha señalado, por ejemplo, que los niños y jóvenes atletas suelen ser más altos y más pesados que aquellos no entrenados, pero esta apreciación no se asocia necesariamente con el entrenamiento. Datos obtenidos en estudios longitudinales (Beunen y col, 1992) así lo confirman, señalando que dichas diferencias se relacionan más bien con los requerimientos físicos particulares de la actividad deportiva que se practica (proceso de selección) y con la variabilidad individual en el ritmo de maduración. Así en deportes como natación, tenis de campo, baloncesto y varios deportes de pista y campo, se observa un mayor tamaño de sus integrantes que se relaciona con una maduración más temprana, característica en estos deportes (Pérez, 1997; Malina y Bouchard, 1998; García, 1998; Landaeta-Jiménez, 2004).

Por su parte, Peña (1991) sostiene que una maduración más temprana puede confundir los efectos del entrenamiento con aquellos derivados de la explosión puberal, lo que hace más difícil el trabajo de los entrenadores para programar y dosificar los entrenamientos. Malina (1994) agrega que la dirección de las respuestas al entrenamiento en individuos en crecimiento es similar a la observada en los adultos, pero que la magnitud de las respuestas varía. Evidencias aportadas en otros estudios (Lohman, 1982; Bar-Or, 1989), indican que el entrenamiento regular y sistemático puede ser un elemento significativo en el crecimiento e integridad de los tejidos muscular y esquelético. En el primer caso los cambios se orientan de acuerdo al programa de actividad física seguido, observándose que un entrenamiento de fuerza o de fuerza-resistencia se relaciona con hipertrofia muscular, mientras que un programa de resistencia incrementa las enzimas oxidativas. En cuanto al tejido esquelético los efectos incluyen una mayor mineralización y densidad de la masa ósea, aunque los efectos varían considerablemente de una persona a otra (Williams y col., 2007). Sin embargo, no existe un consenso sobre la duración, intensidad y frecuencia necesaria, para apreciar dichos cambios, así como para mantenerlos en el tiempo. En este sentido se hacen necesarios el desarrollo de estudios longitudinales que consideren muestras de tamaños adecuados.

Por otra parte, también se ha presentado evidencia sobre los efectos negativos que pudiera tener un entrenamiento excesivo a edades tempranas, particularmente cuando se combina con restricciones alimentarias importantes. De esta manera pueden presentarse pérdidas en la masa ósea que pueden generar en osteoporosis, cierre temprano de los puntos de osificación, desequilibrio energético y hormonal y trastornos menstruales como los casos más polémicos conocidos y asociados con deportes de resistencia, clavados, gimnasia y en general aquellos donde la figura delgada es una condición esencial (Drinkwater y col., 1984; Marcos Becerro, 1996; Pérez, 1997; Vallejo, 2002)

Otro elemento importante a tener en cuenta en los análisis de la composición corporal es la hidratación del organismo. El contenido de agua corporal es muy variable según la edad y las influencias del medio ambiente y representa uno de los componentes más importante del organismo. Se estima que su porcentaje varía en un rango que va desde 40% hasta 70% con una media de 61% del peso corporal total en la edad adulta (Key y Bruzek, 1953; Siri, 1956; Shephar, 1991; Esquivel, 1995). En este sentido, Pacheco Del Cerro (1993), señala que el contenido de agua corporal intracelular (contenido de agua dentro de las células), que representa más o menos el 62, 5% del agua corporal total, es importante porque nos

permite inferir qué porcentaje del peso magro es agua, así como la posibilidad de conocer la cantidad de la misma contenida en el tejido adiposo.

Esta dinámica que se observa en la composición corporal durante los procesos de crecimiento, maduración y desarrollo, durante el largo período de formación de los deportistas, interactúa con los programas de entrenamiento y el ambiente que los rodea para alcanzar la alta competencia, produciendo en el organismo y su estructura general, un proceso de adaptación y especialización de los sistemas biológicos que le permiten responder de manera eficiente a las grandes exigencias que demanda esta actividad, lo que en la edad adulta se traduce en la conformación del físico más apto para alcanzar el éxito.

IV. Alternativas para el diagnóstico y seguimiento de los cambios en la composición corporal de niños y jóvenes deportistas

Uno de los principales aspectos que se debe tener presente al momento de iniciar un estudio de los distintos compartimentos corporales es precisamente que no existe un método completamente exacto para ser aplicado *in vivo*, por tanto, lo que se realiza es un estimado de los componentes considerados. Hay que estar conscientes de que habrá errores en esas estimaciones producto de diversas causas, pero en la medida en que se preste mayor atención a ellas y se puedan reconocer las distintas fuentes de error, entonces estaremos en la capacidad de minimizarlos, adquiriendo mayor confiabilidad.

En ese sentido, uno de los caminos a tomar es seleccionar cuidadosamente la metodología a emplear, seleccionando el modelo apropiado para la población objeto de estudio, preferiblemente que haya probado su validez en la misma. Asimismo, deben seguirse rigurosamente los protocolos de medición estandarizados para los procedimientos utilizados en la obtención de los datos.

Al respecto, Lohman (1982) señala que es importante interpretar las estimaciones realizadas tomando en cuenta la magnitud del error inherente al proceso de medición, para poder realizar recomendaciones dentro de un rango deseable de porcentajes de grasa o masa libre de grasa, según las características y requerimientos de los sujetos evaluados (género, edad, especialidad deportiva, etc.), lo cual es más adecuado que recomendar un simple valor "ideal".

Diversos estudios han reportado que los principales métodos utilizados y validados en distintas poblaciones, permiten estimar el porcentaje

de grasa con un error aproximado del 3 al 4% y de la masa libre de grasa con un error de 2 a 2,5 Kg. (Lohman, 1982; Lukaski, 1987; Lohman, 1992; Wilmore y Costill, 1998). Sin embargo, es recomendable la combinación de dos o más procedimientos al realizar las estimaciones, ya que esto permite, en cierta forma, verificar los resultados iniciales y obtener mayor confiabilidad.

En el caso particular de los niños y jóvenes deportistas las limitaciones para la aplicación de los métodos disponibles, especialmente el uso de ecuaciones de regresión, son mayores, lo que sugiere optar por alternativas distintas a las de cuantificar el porcentaje de grasa y la masa libre de grasa, como pueden ser el monitoreo de los cambios ocurridos en las dimensiones corporales (panículos adiposos, perímetros y anchuras corporales) en distintas combinaciones, aplicando la propuesta de la escala 0 (Carter y col., 1982; Ross y Ward, 1984; Ross y col., 1988; Rodríguez y col., 1991) y la estimación de los perfiles de adiposidad a través del uso de estadísticos robustos (Gracia y col., 2008), las cuales han mostrado ser alternativas apropiadas para evaluar las modificaciones en la adiposidad corporal y el desarrollo osteomuscular.

Es indudable que los estudios de la adiposidad general medida a través de panículos adiposos, perímetros, áreas musculares y anchuras óseas, han sido de gran utilidad en la evaluación de los cambios de la composición corporal de los atletas en cualquier edad, con la ventaja de no depender de las suposiciones establecidas en otros métodos como el densitométrico (Carter y col., 1982; Rodríguez y col., 1991; Drinkwater y Mazza, 1994; Martin y col., 1993). En ese sentido, la aplicación directa de procedimientos antropométricos en las evaluaciones biomédicas constituye una alternativa accesible y eficiente en el seguimiento de los cambios en la composición corporal, sin necesidad de derivar el porcentaje de grasa, como se ha venido realizando hasta el presente.

Por su parte, Ross y Kerr (1993) señalan que con el fácil acceso que existe actualmente a las computadoras, no hay razón, excepto la incapacidad para medir con precisión y exactitud, para apoyarse en los métodos de composición corporal de antaño o en aparatos de alta tecnología con pretensiones de validez basadas en suposiciones de constancia biológica y que, además, son de difícil acceso y disponibilidad y sumamente costosos.

V. Consideraciones Finales

El conocimiento de la composición corporal se reconoce hoy en día como muy necesario en muchas áreas de la nutrición, el deporte y la sa-

lud pública. Tales áreas incluyen la evaluación de las reservas energéticas, el estado de nutrición y el pronóstico de la recuperación de la enfermedad, la relación entre la adiposidad y la salud, la evaluación de la capacidad de trabajo físico, el rendimiento deportivo y del crecimiento y envejecimiento.

Todos los hechos antes expuestos indican que debemos tener precaución cuando se apliquen cualquiera de los procedimientos disponibles para estimar la composición corporal tanto en los niños y jóvenes como en los adultos, deportistas o no deportistas y con distintas finalidades. Con atención especial en el caso de las poblaciones infantiles, donde muchos de los métodos que se utilizan provienen de estudios desarrollados en adultos, que unido a las dificultades técnicas impiden su extrapolación directa a estos grupos. En la práctica se hace necesario obtener la mayor información posible a partir del uso de distintos indicadores, seleccionados adecuadamente, si el objetivo es obtener una información confiable para evaluar y monitorear los cambios en la composición corporal, el crecimiento y la nutrición en un ambiente de salud y de óptimo rendimiento.

Es indiscutible la importancia de la evaluación de la composición corporal en los deportistas desde el mismo momento de su iniciación a edades tempranas y durante su preparación hacia el deporte de alta competencia, tomando en cuenta la variabilidad individual que se presenta en las etapas de crecimiento, maduración y desarrollo, los cuales tienen una incidencia notable en la capacidad funcional de los deportistas. Aumentos en el tamaño, masa corporal total y sus fracciones (masa esquelética y muscular, particularmente), así como una menor acumulación de tejido adiposo, se traducen en incrementos importantes de la fuerza, resistencia (capacidad cardio-pulmonar), velocidad y un mejor rendimiento o performance general.

Referencias

- BAR-OR O. (1989). *El crecimiento y desarrollo de los niños y sus respuestas fisiológicas y perceptivas al ejercicio*. XII Congreso Panamericano de educación Física (pp. 69-89). Guatemala: Comité Organizador.
- BEHNKE AR y Wilmore JH. (1974). *Evaluation and regulation of body build and composition*. New Jersey, Prentice-Hall.
- BEUNEN, G., Malina RM, Renson RR, Simons J, Ostyn M y Lefevre J.

- (1992). Physical activity and growth, maturation and performance: A longitudinal study. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 24(5): 576-585
- BROZEK J, Grande F, Anderson J.T. y Keys, A. (1963). Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 110: 113-140.
- CARTER JEL. (1982). Physical Structure of Olympic Athletes Part I. The Montreal Olympic Games Anthropological Project. *Medicine and Sport Science*, Vol. 16. San Diego, California.
- CARTER JEL, Timothy RA, Mazza, J.C. y Ross, W.D. (1994). Kinanthropometry in aquatics sports: A study of world class athletes. *Human Kinetics*. Vol.5. Sport Science Monograph Serie, Canadá.
- CLARYS JP y Marfell-Jones MJ. (1986). Anthropometric prediction of component tissue masses in the minor limb segments of the human body. *Human Biology*, 58(5): 761-769.
- CLARYS JP, Martin AD, Drinkwater DT y Marfell-Jones MJ. (1987). The skinfold: myth and reality. *Journal of Sports Sciences*, 5: 3-33.
- DRINKWATER DT y Mazza JC. (1994). Body Composition. En: Carter, J.E.L, Ackland, T, Mazza JC y Ross W.D. *Kinanthropometry in aquatic Sports*. *Human Kinetics*, Champaign, E.E.U.U.
- DRINKWATER DT y Ross WD. (1980). Anthropometric fractionation of body mass. In Ostyn, W., Beunen, G., and Simon, J. (Eds.). *Kinanthropometry II*. University Park Press, Baltimore, p 177-188.
- DRINKWATER, D.T, Martin AR, Ross WD y Clarys JP. (1984). Validation by cadaver dissection of Matiegka's equations for the anthropometric estimation of anatomical body composition in human adults. In: Day JAP (Ed.) *Perspectives in Kinanthropometry*, Champaign: Human Kinetics, 1, 221-227.
- ESQUIVEL, M. (1995). *Evaluación antropométrica de la composición corporal en niños y adolescentes*. Editorial Científico-Técnica, La Habana, Cuba.
- FLORES ESTEVES, Z. (2006). La estadística en el contexto de las investigaciones bioantropológicas. En: *Introducción a la investigación bioantropológica en actividad física, deporte y salud*. Comp. García Avendaño P. Ediciones FACES-CDCH/UCV. Caracas. pp: 45-75.
- GARCÍA. P. (1990). *Nociones de antropología aplicada al deporte*. Ediciones Lagoven, Caracas
- GARCÍA AVENDAÑO, P. (1996). *El niño, el deporte y la antropología*. Ediciones FACES/UCV, Caracas.
- GARCÍA AVENDAÑO, P., Flores, Z., Rodríguez, A, y Rondón, R. (2003).

- Aptitud física, maduración y morfología en niños y jóvenes nadadores. *Anales de Antropología*, 37: 23-37.
- GARCÍA AVENDAÑO, P.; Rodríguez Bermúdez, A.; Flores Esteves Z.; Peña Oliveros, R.; Brito, P. (2008). Estimación de la adiposidad en deportistas venezolanos a partir de la aplicación de métodos estadísticos robustos. Libro de Publicaciones del XV Congreso Internacional de la SEAF: *Genes, Ambiente y Enfermedades en Poblaciones Humanas*.
- GARRIDO CHAMORRO, R.P, Esparza Ros F, González Lorenzo M, García Vercher M y Calvo López MC. (2006). Sumatoria de pliegues: valores de referencia en deportistas de alto nivel. En: *Diversidad biológica y salud humana*. Ed. Martínez- Almagro Andreo A. Quaderna Editorial. Murcia, España, pp: 521-534.
- HEYMSFIELD, S.B, Lohman TG, Wang Z y Going SB. (2007). *Composición Corporal*. Ed. McGraw-Hill, segunda edición, México.
- KATCH, F.I y Mc Ardle WD (1973) Prediction of body density from simple anthropometric measurements in college- age men and women. *Hum. Biol.*, 45, 3: 445- 454.
- KEYS, A y Brozek J. (1953) Body fat in adult men. *Physiological Review*, 33: 245-325.
- LANDAETA-JIMÉNEZ, M. (2004). Crecimiento físico, composición corporal y estado nutricional. En: Pérez B, Landaeta-Jiménez M, editoras. *Perfil biológico y nutricional de los nadadores del estado Miranda*. Caracas: Ediciones del Vicerrectorado Académico. Universidad Central de Venezuela; p. 53-120
- LOHMAN T.G. (1981). Skinfolds and body density and their relation to body fatness: a review. *Human Biology*, 53 (2):181-226.
- LOHMAN, TG. (1982). Body Composition Methodology in Sports Medicine. *Physical Sport Medicine*, 10(12): 47-58.
- LOHMAN, T.G. (1986). Applicability of body composition techniques and constants for children and youth. En: PANDOLF, K. B. (Ed.) *Exercise and Sports Sciences Reviews*. New York, MacMillan, pp.: 905-964.
- LOHMAN, T.G. (1992). *Advances in Body Composition Assessment*. Human Kinetics Publishers. Champaign, Illinois, EEUU.
- LÓPEZ BLANCO, M y Landaeta-Jiménez M. (1991). *Manual de Crecimiento y Desarrollo*. Sociedad Venezolana de Puericultura y Pediatría, FUNDACREDESA, Serono. Caracas.
- LÓPEZ CONTRERAS- BLANCO, Mercedes; Isbelia Izaguirre- Espinoza y Coromoto Macias Tomei (1986): Estudio Longitudinal Mixto del área metropolitana de Caracas. En: *Archivos Venezolanas de Pueri-*

- cultura y Pediatría*; Vol. 49; Número 3 y 4.
- LORENZO BENÍTEZ, H. (2001). *Composición Corporal. Saludalia Interactiva*. Disponible On Line en: http://www.saludalia.com/Saludalia/web_saludalia/vivir_sano/doc/nutricion/doc/composicion_corporal.htm.
- LUKASKI, H.C. (1987). Methods for the assessment of human body composition: Traditional and new. *American Journal of Clinical Nutrition*, 46: 537-556.
- MALINA, R.M. (1994). Physical growth and biological maturation of young athletes. *Exercise and Sports Review*, 22: 389-433.
- MALINA, R.M. (1996). Crecimiento, performance, actividad y entrenamiento durante la adolescencia. *Actualización en Ciencias del Deporte*, 4(11): 45-55.
- MALINA, R.M y Bouchard C. (1998). Subcutaneous fat distribution during growth. In: *Fat distribution during growth and later health outcomes*. Alan R. Liss. pp.: 63-84.
- MALINA, R.M, Bouchard C y Bar-Or O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity* (2da ed.). Human Kinetics, Champaign, EEUU. pp.: 41-77.
- MALINA, R.M. (2006). *Growth and maturity status of children and adolescents in organized sports*. Editado por Iván Nicoletti, Ludovico Benso, Giulio Gilli. Edizioni Centro Studi Auxologici. Firenze, Italy.
- MARCOS, Becerro, J.F. (1996). Consideraciones a tener en cuenta sobre el entrenamiento y la competición en niños y niñas deportistas. En: J.F. Marcos Becerro y R. Santonja Gómez (Comps.), *Olimpismo y Medicina deportiva: Problemas y soluciones del deporte infantil y juvenil* (pp.15-71).Madrid: Ed. Rafael Santoja.
- MARFELL-JONES, M, Clarys JP, Alewaters K, Martin AD y Drinkwater DT. (2003). The hazards of whole body adiposity prediction in men and women. *Biométrie Humaine et Anthropologie*, 21(1-2): 103-117.
- MARRODÁN MD, González M y Prado C. (1995) *Antropología de la Nutrición: Técnicas, métodos y aplicaciones*. Ed Noesis Madrid.
- MARTIN, A.D, Ross WD, Drinkwater DT y Clarys JP. (1985). Prediction of body fat by skinfold caliper: assumptions and cadaver evidence. *International Journal of Obesity*, 9(1): 31-39.
- MARTIN, A.D, Drinkwater DT, Clarys JP y Ross WD. (1986). Prediction of body fat skinfold calipers: assumptions and cadaver evidence. *International Journal of Obesity*, 7:17-25.
- MARTIN, A.D, Ross WD, Drinkwater DT y Clarys JP. (1993). *Predicción sobre tejido adiposo corporal, mediante técnica de calibre para plieg-*

- ues cutáneos: suposiciones y evidencia cadavérica*. Actualización en Ciencias del Deporte, 1(4).
- MATIEGKA, J. (1921). The testing of physical efficiency. *American Journal of Physical Anthropology*, 4: 223-230.
- NORTON K. (2000). Estimación antropométrica de la grasa o adiposidad corporal. En: Norton K. y Olds T. *Antropométrica*. Edición en español: Mazza JC. Biosystem Servicio Educativo, Rosario, Argentina.
- OLIVE, D.J (2005). *A simple confidence interval from the median*. *Manuscrito no publicado*, disponible en: <http://www.math.siu.edu/olive/>
- OLIVE, D.J (2007). *Applied robust statistics*. Manuscrito no publicado, disponible en: <http://www.math.siu.edu/olive/ol-bookp.htm>
- PACHECO DEL CERRO, J.L. (1996). Valoración antropométrica de la masa grasa en deportistas de elite. En: *Métodos de estudio de composición corporal en deportistas*. Ediciones del Ministerio de Educación Superior y Cultura, Consejo Superior de Deportes, Madrid. pp: 27-52.
- PEÑA REYES, M.E. (1991). *Crecimiento y respuesta morfofuncional al ejercicio*. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- PÉREZ, B.M., (1997). Efectos del entrenamiento sobre el crecimiento y desarrollo en niños y adolescentes. *Tribuna del Investigador*, 4(2): 102-110.
- PÉREZ, B.M. (1998). Composición corporal: aciertos y errores en su interpretación. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 11(1): 79-85
- PÉREZ, B.M. (2006). Crecimiento y desarrollo del joven deportista. Ponencia presentada en el XII Curso de Ciencias del Deporte GSSI "Niño y Ejercicio Físico". Fundación Empresas Polar, Caracas.
- PÉREZ, B.M., Vásquez, M., Landaeta-Jiménez, M., Ramírez, G. y Macías-Tomei, C. (2006). Anthropometric characteristics of young Venezuelan swimmers by biological maturity status. *Revista Brasileira da Cineantropometria e Desempenho Humano*, 8(2):13-18.
- PÉREZ, C. (2004). *Técnicas de análisis multivariantes de datos*. Editorial Pearson Educación.
- PORTA, J., González, J., Galiano, D., y Tejedo, A. (1995). Valoración de la composición corporal. Análisis crítico y metodológico. *Car News*, 7-8.
- RODRÍGUEZ Alonso, C. Fernández González MC, Martínez Acosta M y Martínez Aguilera X. (1991). Adaptación del sistema O-Scale (adiposidad) para su aplicación en boxeadores. Consideraciones metodológicas. *Revista Cubana de Medicina Deportiva y la Cultura Física*, 2(1):14-22.
- RODRÍGUEZ, C. (1992). *Composición Corporal y Deporte*. Folleto mimeo-

- grafiado. INDER, La Habana, Cuba.
- RODRÍGUEZ, A. y García Avendaño, P. (2002). Estimación del peso adecuado en atletas de combate (lucha, karate, boxeo y judo): una experiencia en deportistas venezolanos de alta competencia. *Antropología Física Latinoamericana*, 3:65-80.
- RODRÍGUEZ BERMÚDEZ A. (2006). El niño y la selección de talentos deportivos para la alta competencia. En: P. García A. (Comp.), *Introducción a la investigación bioantropológica en actividad física deporte y salud* (pp. 111-140). Caracas: UCV, CDCH/FACES.
- ROSS, W.D. y Ward, R. (1984). Proportionality of olympic athletes. *Medicine and Sport Science*, 18: 110-143.
- ROSS, W.D. y Ward, R. (1985). *O-scale System*. Rosscraft, Surrey, Canadá.
- ROSS, W.D y Ward R. (1986). Scaling anthropometric data for size and proportionality. Reilly T, Watkins J, Borms J. (Ed.), *Kinanthropometry III*. Pp 85-91. London.
- ROSS, WD y Wilson N. (1974). A stratagem for proportional growth assessment. *Acta de Pediátrica Bélgica*, 28: 169-182.
- ROSS, WD, De Rose, E.H y Ward, R. (1988). Antropometría aplicada a la medicina del deporte. En: Dirix, A.; Knuttgen, HG., y Tittel, K. *Libro Olímpico de Medicina Deportiva*. Ediciones DOYMA, Barcelona. pp.: 243-278.
- ROSS, WD y Marfell-Jones, M.J. (1991). Kinanthropometry. En: MacDougall JD, Wenger, H.A. y Green, H.J. *Physiological Testing of the High Performance Athlete*. Champaign, IL. Human Kinetics (pp. 223-308).
- ROSS, WD y Kerr, D. (1993). *Fraccionamiento de la masa corporal: un nuevo método para utilizar en nutrición, clínica y medicina deportiva*. Actualización en Ciencias del Deporte, 1(3): 33-41.
- SHEN, W, Marie-Pierre S, Wang, Z. y Heymsfield SB. (2007). Estudio de la composición corporal: generalidades. En: Heymsfield SB, Lohman TG, Wang Z, Going, S.B. (Eds.). *Composición Corporal*. Segunda edición. Mc Graw-Hill, México. pp: 3-14.
- SHEPHARD, R.J. (1991). *Body composition in biological anthropology*. Cambridge University Press, Londres, RU.
- SIRI, W.E. (1961). Body composition from fluid spaces and density: Analysis of methods. In: *Technique for measuring body composition*. Brozek, J. and Henscel, A. Washington, DC, National Academy of Science.
- SUN, S. y Cameron, W.M. (2007). Métodos estadísticos. En: Heymsfield, S.B, Lohman, T.G, Wang Z y Going SB. (Eds.). *Composición Corpo-*

- ral. Segunda edición, Mc Graw-Hill, México. pp: 151-160.*
- VALLEJO, C.L. 2002. *Desarrollo de la condición física y sus efectos sobre el rendimiento físico y la composición corporal de niños futbolistas.* Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.
- WANG, Z.M, Pierson, R.N y Heymsfield, S.B. (1992). *The five-level model: a new approach to organizing body composition research.* American Journal of Clinical Nutrition, 56:19-28.
- WANG, Z, Wang, Z.M. y Heymsfield, S.B. (1999). *History of study of human body composition: a brief review.* American Journal of Human Biology, 11:157-165.
- Withers RT, Laforgia J y Heymsfield SB. (1999). Critical appraisal of the estimation of body composition via two, three and four compartment models. American Journal of Human Biology, 11:175-185.
- Wilmore JH y Costill DL. (1998). *Fisiología del esfuerzo y del deporte.* Editorial Paidotribo, Barcelona, España.
- Williams DP, Teixeira PJ y Goin SB (2007). Ejercicio. En: *Composición corporal.* Segunda edición. Eds. Heymsfield SB, Lohman TG, Wang Z y Goin SB. Mc Graw-Hill, México. pp.: 313-330.

5. RECOMENDACIONES NUTRICIONALES PARA NIÑOS Y JÓVENES DEPORTISTAS

JUAN FRANCISCO ROMERO COLLAZOS
MARÍA DOLORES MARRODÁN

I. Principios generales para una alimentación equilibrada

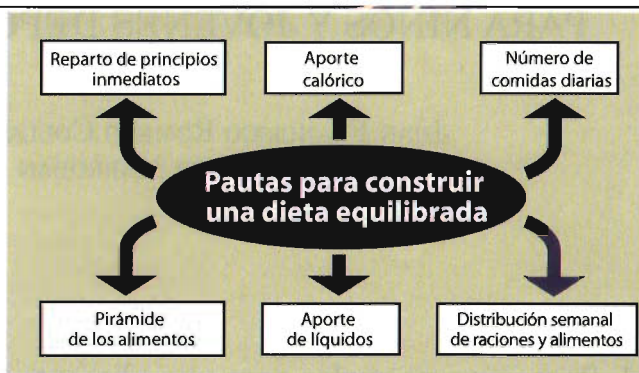
La alimentación condiciona el bienestar físico, la salud y el rendimiento del individuo por lo que resulta un aspecto fundamental a tener en cuenta cuando se trata el deporte en cualquiera de sus modalidades o niveles de exigencia. Las necesidades energéticas y nutritivas no son idénticas para todas las personas, sino que dependen de la edad, el sexo, el tamaño corporal y -por descontado- de la actividad física que el sujeto desempeña. Durante la infancia y la adolescencia los requerimientos se incrementan de manera importante debido al proceso de crecimiento físico y psicomotor que es especialmente intenso en determinadas fases del desarrollo.

Como norma general para planificar una alimentación equilibrada se debe atender simultáneamente a los criterios que aparecen en la figura 5.1. Es preciso conocer el aporte de energético que el individuo necesita, repartir adecuadamente la contribución de los principios inmediatos y establecer el número óptimo de ingestas diarias. Al mismo tiempo es conveniente asegurar la variedad de la dieta y distribuir las raciones diaria y semanalmente, combinando los diferentes grupos de alimentos. Todo ello sin olvidar el fundamental aporte de líquidos que aseguren en todo momento la hidratación del organismo.

Durante la infancia y adolescencia, los requerimientos energéticos y proteicos así como las necesidades básicas de minerales y vitaminas se suelen expresar en función de la edad, la estatura y el peso. Esta información se reseña en las tablas de la 5.1 a la 5.5. Como puede observarse, a partir de los 7 años, disminuyen las exigencias por cada kilo de peso, pero el total de energía o proteína aumenta según el niño va creciendo. Se considera adecuado que la mayor parte de la energía total provenga de los hidratos de carbono (50 al 60%), seguida de las grasas (30 al 35%) y en menor proporción de las proteínas (10 al 15 %).

FIGURA 5.1.

Norma general para planificar una alimentación balanceada



CUADRO 5.1.

Requerimientos energéticos diarios totales y por unidad de peso

Categoría	Edad (años)	Peso (kg)	Estatura (cm)	Por kg (Kcal)	Total/día (Kcal)
Ambos sexos	4-6	20	112	90	1.800
	7-10	28	132	70	2.000
Varones	11-14	45	157	55	2.500
	15-18	66	176	45	3.000
Mujeres	11-14	46	157	47	2.200
	15-18	55	163	40	2.200

Fuente: Según las R.D.A. 1991

CUADRO 5.2.

Requerimientos diarios de proteínas

Categoría	Edad (años)	Peso (kg)	Por kg (Kcal)	Total/día (Kcal)
Ambos sexos	4-6	20	1.1	24
	7-10	28	1.0	28
Varones	11-14	45	1.0	45
	15-18	66	0.9	59
Mujeres	11-14	46	1.0	46
	15-18	55	0.8	44

Fuente: Según las R.D.A. 1991

CUADRO 5.3.

Minerales: cantidades diarias recomendadas

Categoría	Edad (años)	Peso (kg)	Talla (cm)	Calcio (mg)	Fósforo (mg)	Magnesio (mg)	Hierro (mg)	Zinc (mg)	Yodo (mg)
Ambos sexos	4-6	20	112	800	800	120	10	10	90
	7-10	28	132	800	800	170	10	10	120
Varones	11-14	45	157	1.200	1.200	270	12	15	150
	15-18	66	176	1.200	1.200	400	12	15	150
Mujeres	11-14	46	157	1.200	1.200	280	15	12	150
	15-18	55	163	1.200	1.200	300	15	12	150

Fuente: Según las R.D.A. 1991

CUADRO 5.4.

Vitaminas liposolubles: cantidades diarias recomendadas

(*) equivalente alfa-tocoferol; 1mg de alfa-tocoferol=1 α ET

Fuente: Según las R.D.A. 1991

Categoría	Edad	Peso	Talla	Vit A	Vit D	Vit E *	Vit K
	(años)	(kg)	(cm)	(µg ER)	(µg)	(mgaET)	(µg)
Ambos sexos	1-3	13	90	400	10	6	15
	4-6	20	112	500	10	7	20
	7-10	28	132	700	10	7	30
Varones	11-14	45	157	1.000	10	10	45
	15-18	66	176	1.000	10	10	65
Mujeres	11-14	46	157	800	10	8	45
	15-18	55	163	800	10	8	55

CUADRO 5.5.

Vitaminas hidrosolubles: cantidades diarias recomendadas

Fuente: Según las R.D.A. 1991

Categoría	Edad	Peso	Talla	Vit C	Tiamina	Rivoflavina	Niacina	B6	Folato	B12
	(años)	(kg)	(cm)	(mg)	(mg)	(mg)	(mg)	(µg)	(µg)	(µg)
Ambos sexos	4-6	20	112	45	0.9	1.1	12	1.1	75	1.0
	7-10	28	132	45	1.0	1.2	13	1.4	100	1.4
Varones	11-14	45	157	50	1.3	1.5	17	1.7	150	2.0
	15-18	66	176	60	1.5	1.8	20	2.0	200	2.0
Mujeres	11-14	46	157	50	1.3	1.3	15	1.4	150	2.0
	15-18	55	163	60	1.5	1.3	15	1.5	180	2.0

Conviene tener presente que las cantidades de macro y micronutrientes deben obtenerse de los distintos grupos de alimentos siguiendo las pautas que se reflejan gráficamente en las denominadas “pirámides” u “ollas” alimenticias diseñadas en los distintos los países. Una alimentación variada es fundamental para un óptimo desarrollo físico e intelectual pero también desde el punto de vista de la educación de los hábitos nutricionales correctos que se deben afianzar cuanto antes mejor. De acuerdo a esta observación los alimentos de mayor consumo deben ser el pan, las pastas, el arroz y los cereales en general. En este grupo, ubicado en la base de la pirámide alimenticia, predominan los glúcidos y además incluye productos ricos en potasio y fósforo así como en todas las vitaminas del complejo B. Le debe seguir la ingesta de frutas, verduras y hortalizas, ricas en fibra y que contienen gran cantidad de vitaminas y minerales. Todos los alimentos mencionados presentan además una gran capacidad antioxidante muy beneficiosa. El tercer peldaño lo constituye el consumo de carnes, pescados y huevos, con proteínas de alto valor biológico, vitaminas como la PP y B12 y minerales como zinc, yodo y fósforo. Algo más restringido será el aporte de lácteos, alimentos plásticos, particularmente ricos en calcio y vitaminas A, D, B2 y B12. Las grasas y aceites deben tomarse siempre con moderación y cabe añadir que se debe limitar, que no eliminar por completo, el consumo de golosinas, refrescos y chucherías tan apetecibles para los pequeños. Si es importante realizar una dieta variada, que incorpore alimentos de todos los grupos en las proporciones adecuadas, también lo es repartir la cantidad de comida que se toma a lo largo del día, procurando realizar cuatro o cinco ingestas diarias y no saltarse ninguna de las comidas principales, sobre todo el desayuno.

Finalmente se debe hablar del aporte de agua, imprescindible para

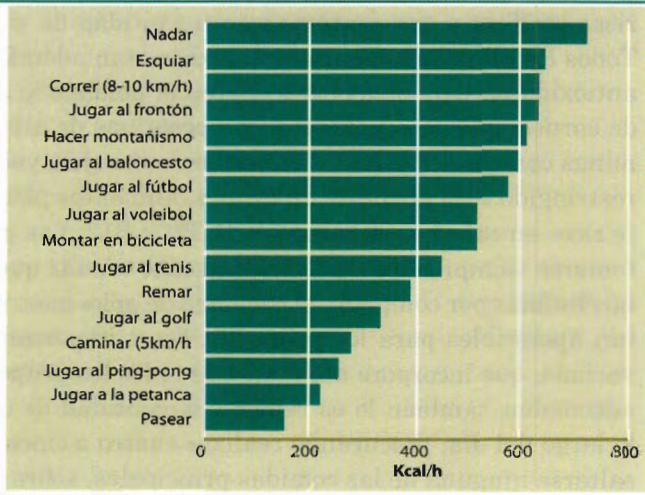
el mantenimiento del equilibrio hídrico corporal. En este sentido, cabe decir que se extrae agua metabólica a partir de los alimentos, pero la fracción más importante es la que proviene de la ingesta directa. En condiciones normales no se deberán de ingerir cantidades inferiores a 1,5 o 2 litros diarios y como norma de referencia repartidos a lo largo del día, de modo que no apareciera la sed. En cualquier caso, las necesidades de agua varían notablemente en función de factores ambientales e incluso de la composición corporal del sujeto. La hidratación, es siempre importante pero, como veremos mas adelante, es un aspecto de muchísima más trascendencia en relación a la actividad física y deportiva.

II. Modificación de las necesidades nutricionales en función del ejercicio físico

Desde un punto de vista general, la actividad física es equivalente a consumo de energía. Por ello, una de las principales diferencias entre un niño sedentario y otro deportista, estriba en el mayor gasto calórico por parte de este último. Las consideraciones efectuadas en el apartado anterior son válidas, en principio, para un joven deportista con la salvedad de tener que incrementar el número de calorías en función de la intensidad y duración del ejercicio. Esta mayor demanda quedará determinada en primer término por el tipo de actividad física llevada a cabo, pues como se reseña en la figura 5.2, el gasto energético experimenta una considerable variabilidad en función de la modalidad deportiva desempeñada.

FIGURA 5.2.

Gasto energético en función de la modalidad deportiva



Por otra parte, es necesario hacer otro tipo de valoración, de qué manera se lleva a cabo la actividad física: esporádica, habitual o de competición. En cada una de estas modalidades el organismo mostrará necesidades contrastadas y que es importante analizar aquí. El deportista esporádico, es aquel cuya práctica es aleatoria, su organismo no tiene capacidad de adaptarse a la fisiología del ejercicio y por ello debe marcar especial atención a la hidratación y al aporte de antioxidantes; por lo general en este caso es mayor el riesgo de estrés articular y de aparición de lesiones por cansancio. El deportista habitual practica ejercicio de forma organizada, su organismo tiene a punto todas sus respuestas fisiológicas y anatómicas.

El umbral de actividad requiere marcar atención al respecto de una dieta equilibrada en todos sus componentes y unas pautas de hidratación adecuadas. En el último de los casos, aquel en el que el trabajo físico está encaminado a la competición, el organismo está por lo general bien adaptado, pero en ocasiones el umbral de actividad genera que los mecanismos fisiológicos no puedan con la carga y sea necesaria la ayuda nutricional. Entonces la dieta debe ser extremadamente cuidada y estructurada para aportar los nutrientes necesarios para que el organismo recupere el equilibrio tras la práctica física.

Por todos estos motivos, cabe plantearse que requisitos nutricionales son realmente aquellos a los que se debe prestar especial atención y que actitudes dietéticas permiten su consecución en cada caso.

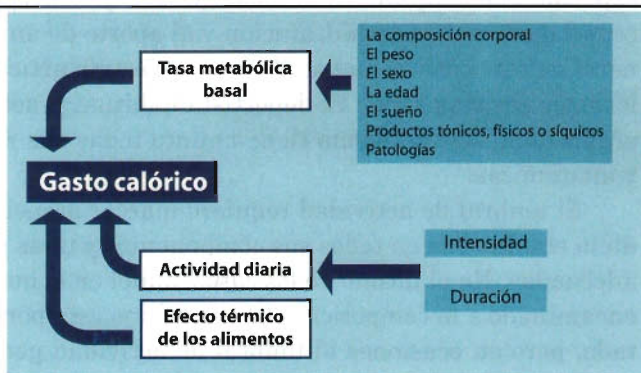
Cálculo de la ración calórica

Existen varios métodos para el cálculo de las necesidades energéticas del deportista y en consecuencia de la ración calórica que está determinada básicamente por variables individuales como la edad, el sexo o la composición corporal. También depende de factores exógenos como la temperatura ambiente, de la ingesta de alimentos y, como ya se ha comentado, del tipo de actividad física, su duración e intensidad (figura 5.3). Cuando se trata de deportistas adolescentes es especialmente complicado dar cifras de referencia, dada la gran variabilidad individual con que se presenta el estirón prepuberal. El *Food and Nutrition Board* dependiente de la Academia de Medicina de Estados Unidos ha publicado en el año 2001 recomendaciones (*Dietary Reference Intakes*) que muestran dicha variación por lo que respecta a las necesidades energéticas promedio. Así, entre los 9 y 13 años da valores que oscilan entre las 1450 calorías para una niña sedentaria y 3038 calorías para un varón muy activo. Para eda-

des entre los 14 y 18 años establece requerimientos que se encuentran entre las 1718 calorías para una chica sedentaria y las 3804 calorías que tendría que consumir un chico muy activo. Por ello, lo más adecuado es calcular las necesidades calóricas de manera individual en función de la edad el tamaño corporal y el nivel de actividad física.

FIGURA 5.3.

Norma general para planificar una alimentación balanceada



Se han desarrollado diversas ecuaciones para el cálculo del gasto energético que parten del Consumo Energético en Reposo (CER), el tipo de actividad desempeñada y su duración. El CER se define como la cantidad de energía mínima que se utiliza para mantener las constantes vitales y es una condición biológica que depende de la edad, sexo, tamaño y composición corporal. Es una medida que equivale prácticamente a la Tasa Metabólica Basal (TMB) aunque para su medida directa por calorimetría, no es necesario aguardar 12 horas desde la última comida. Aunque en términos estrictos la masa muscular tiene un mayor gasto metabólico que la masa grasa, sólo se han desarrollado ecuaciones que contemplen este supuesto para individuos adultos (Marrodán y col. 2003). Por ello, en las fórmulas que se utilizan para el cálculo del CER en niños y jóvenes, intervienen constantes que varían en función del sexo y el peso total en kg.

Como se explica en la Cuadro 5.6, a partir del CER es posible obtener la tasa energética por actividad (TE) multiplicando la primera por el factor que corresponde a cada una de las categorías establecidas de acuerdo a la intensidad del ejercicio y por el número de horas de dedicación. De la sumatoria de las distintas TE obtendríamos el total del gasto diario. Por último, y casi como curiosidad, cabe añadir que estos resultados pueden incrementarse desde un 2% hasta un 10%, en función de que el deporte se practique con una equipación pesada o ergonómicamente complicada, así como bajo temperatura ambiente extrema.

CUADRO 5.6.

Cálculo del CER y del gasto energético diario teniendo en cuenta las diferentes actividades realizadas a lo largo del día

Cálculo del consumo energético en reposo (CER)		
Edad	Niñas	Niños
0-3	60,9 x Kg - 54	61,0 x Kg - 51
4-10	22,7 x Kg + 495	22,5 x Kg + 499
11-18	17,5 x Kg + 651	12,2 x Kg + 756
Cálculo gasto energético diario		
Categoría de actividad	Factor de actividad	Coefficiente energético
Reposo: dormir.	1,0	CER: (CER X 1,0/24) X Horas actividad
Ligera: asistir a clase, estudiar, jugar en Pc o Tv, jugar en el colegio o en la calle.	1,5	CEL: (CER X 1,5/24) X Horas actividad
Moderada: actividades domésticas, deportes ligeros como golf, vela, tenis de mesa, excursionismo.	2,5	CEM: (CER X 2,5/24) X Horas actividad
Intensa: deportes moderados como jogging, aeróbic, tenis, fútbol, baloncesto, bicicleta, esquí, baile.	5,0	CEI: (CER X 5,0/24) X Horas actividad
Muy intensa: ejercicio intenso y deportes como natación, squash, escalada u otros moderados practicados en condiciones ambientales determinadas.	7,0	CEMI: (CER X 7,0/24) X Horas actividad
Total gasto energético diario		CER+CEL+CEM+CEI+CEMI

Con el fin de subrayar la comentada variabilidad en lo que respecta a la ración calórica, en la Cuadro 5.7 se exponen datos reportados por Petrie y col. (2004) sobre las cantidades promedio consumidas por distintos grupos de deportistas juveniles de ambos sexos. Puede comprobarse que en ciertos deportes donde control del peso es importante como ocurre con el patinaje o la gimnasia el consumo total es siempre inferior a las recomendaciones. No se dispone de los datos en forma de kcal/kg de peso, lo que sería más informativo, pero de cualquier modo llama la atención que entre las gimnastas el consumo energético mas elevado corresponde al el grupo de las mas pequeñas, donde se reportan cifras de 1651 kcal/día entre los 7 a 10 años. El aporte calórico desciende progresivamente con la edad hasta alcanzar el valor más bajo, 1267 kcal, a una edad promedio de aproximadamente 16 años. También entre los luchadores y judokas, se constatan grandes variaciones en la ración calórica consumida a lo largo de la temporada, con oscilaciones que superan las 1000 kcal. A la vista de estos datos, parece evidente que, en cierta medida, se practican dietas que pueden comprometer la salud presente y futura de los jóvenes deportistas.

CUADRO 5.7.

Consumo energético diario en distintos grupos de deportistas

Deporte	N	Sexo	Edad	Kcal totales	Kcal/kg de peso
			Media ± SD	Media ± SD	Media ± SD
Natación	22	M	11,3 ± 2,3	-	58,5
Natación	15	F	19,6 ± 2,4	2275 ± 665	34,0 ± 11,0
Mixto (1)	93	F	17,4 ± 1,4	2611 ± 852	42,7 ± 13,9
Carrera de fondo	9	F	20,4 ± 2,2	2312 ± 945	42,4 ± 17,3
Gimnasia	29	F	7-10	1651 ± 363	-
Gimnasia	22	F	11-14	1706 ± 421	-
Gimnasia	7	F	14,5 ± 0,3	1553 ± 315	-
Gimnasia	88	F	15,8 ± 0,6	1267 ± 136	-
Patínaje	16	M	16,0 ± 1,5	2325 ± 907	-
Patínaje	18	F	16,0 ± 1,0	1630	-
Lucha	18	M	16,0 ± 1,0	2713 ± 785 *	41,1 ± 11,8
				1707 ± 1107 **	26,8 ± 17,4
Judo	16	M	18,4 ± 6,4	3804 ± 764	-
Kárate	16	F	19,7 ± 1,0	1947 ± 398	34,9 ± 8,1
Kárate	29	M	20,1 ± 1,3	2763 ± 741	42,3 ± 12,7
				2517,6 *	107 ± 54
Judo y lucha	10	M	21,6	1577,8**	71 ± 51
				1317,6***	56,0 ± 54
Jockey sobre hielo	49	M	12,5 ± 0,5	2437 ± 502	56,8 ± 13,6
Fútbol americano	46	M	12-14	2523 ± 936	43,0 ± 16,0
Fútbol americano	88	M	15-18	3365 ± 1592	48,0 ± 21,0
Voleibol	65	F	14-19	1648 ± 780	25,7
Baloncesto	13	F	19,0 ± 0,3	1995 ± 151	30,0 ± 8,0

(1): atletismo, remo, esquí de fondo, orientación y pentatlón.

(*) pre-competición.

(**) dieta de pérdida gradual de peso

(***) dieta de pérdida rápida de peso.

Fuente: Petrie y Col. (2004)

Quizá es el momento de hacer una llamada a la reflexión a padres, entrenadores, médicos y nutricionistas responsables del deporte infantil y juvenil dado que cada vez se están produciendo más alteraciones del comportamiento alimentario entre los adolescentes implicados en la práctica deportiva y no necesariamente de alta competición (de Bruin y col. 2007). Los estudios en este campo señalan que el ejercicio físico intenso, la excesiva competitividad y la presión por obtener triunfos, junto a una dieta restrictiva y el consumo de sustancias dopantes son una bomba de relojería que fácilmente desencadena anorexia, bulimia y desórdenes alimentarios no especificados o subclínicos. Las investigaciones efectuadas en países como Alemania, Turquía, España o Estados Unidos, ponen de manifiesto que los practicantes de modalidades deportivas donde el control del peso o el aspecto estético es determinante están sometidos a un mayor riesgo que los involucrados en natación o deportes de equipo y que de manera general tal riesgo se incrementa en función del nivel de competición. (Purper-Ouakil, 2001; Engel y col. 2003, Cañas, 2003; Martínez, 2007; Pernil y col. 2007; Vertalino y col. 2007)

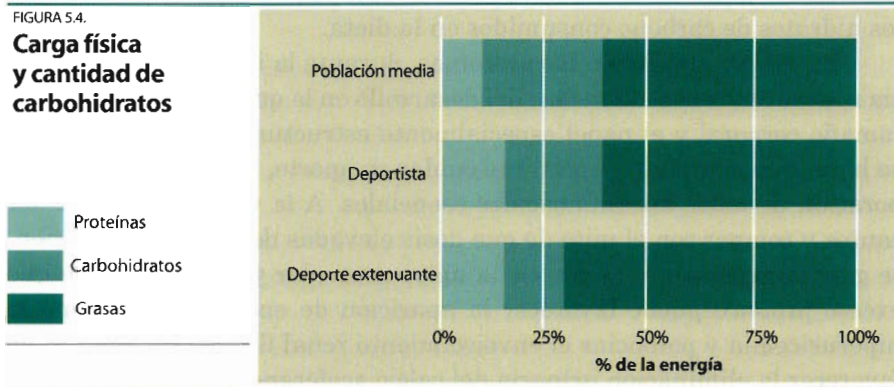
Reparto de los principios inmediatos

Se ha constatado que el entrenamiento regular incrementa los requerimientos de carbohidratos y proteínas en adultos, motivo por el que

ciertos autores proponen que en la dieta del deportista, debe modificarse la proporción en la que intervienen los macronutrientes que se obtienen de los alimentos (Tarnopolsky y col. 1988; Gibney, 1990; Odriozola, 1988; Nieman, 1990; Ortega 1993, Maughan y Burke 2002). De acuerdo a esta opinión y según podemos apreciar en la figura 5.4, conforme aumenta la carga física, se vería incrementada la necesidad de hidratos de carbono y de proteínas, que llegarían a representar respectivamente hasta el 70% y el 20% del total calórico bajo condiciones de fuerte actividad deportiva.

FIGURA 5.4.

Carga física y cantidad de carbohidratos



Algunos trabajos, realizados en los años 80 y 90 ya pusieron claramente de manifiesto que el deportista provisto de cantidades de hidrato de carbono adecuadas es capaz de prolongar su capacidad física y rendimiento durante más tiempo (Wootton, 1988, Romjim y col.1993, Ortega 1993). Cabe precisar que, según comprobaron algunos especialistas en fisiología (Erikson y Salting 1974; Haralambie 1982) en los niños la capacidad enzimática para el procesamiento del glucógeno muscular está disminuida respecto a los adultos, aunque las diferencias casi desaparecen alrededor de los 15 años. De acuerdo a esta situación, el aumento de hidratos de carbono supondría un claro beneficio para los deportistas sólo a partir de la adolescencia.

Lo cierto es que los hidratos de carbono son los nutrientes puramente energéticos en el metabolismo del ejercicio, aunque esto parece una contradicción ya que desde un punto de vista químico, 1gr de grasa contiene prácticamente el doble de energía que uno de hidrato de carbono. Sin embargo, sucede que mientras las grasas se procesan muy lentamente, los glúcidos son rápidamente utilizables por el organismo; en particular los denominados simples, formados por mono o disacáridos y que se encuentran por ejemplo en las mermeladas, miel o azúcares refinados y también

en las frutas, lácteos y chocolate. Los hidratos de carbono complejos -formados por polisacáridos- se digieren y asimilan más lentamente y en ocasiones se hallan en alimentos que contienen fibra lo que retrasa un poco más la incorporación de la glucosa, en la que finalmente se convierten, al torrente circulatorio. La ventaja es que no provocan cambios bruscos de los niveles de glucemia en sangre y resultan más beneficiosos a medio plazo como fuente de reserva energética en forma de glucógeno hepático o muscular. Por ello conviene recordar que el consumo de azúcares simples debe ser siempre moderado y constituir una pequeña parte del total de los hidratos de carbono consumidos en la dieta.

Por lo que respecta a las proteínas, durante la infancia y adolescencia nos enfrentamos a una fase del desarrollo en la que por el aumento del tamaño corporal y el papel especialmente estructural de este nutriente se hace especialmente importante cuidar su aporte, asegurando la incorporación de todos los aminoácidos esenciales. A la vez tenemos que ser cautos y romper con el mito de que dosis elevadas de este macronutriente garantizarán un aumento de la masa muscular y tener presente que exceso proteico puede favorecer la aparición de enfermedades como la hiperuricemia y potenciar el envejecimiento renal fisiológico, además de favorecer la eliminación urinaria del calcio acelerando de esta manera la descalcificación ósea (Vázquez, 1992).

Existen muy pocas investigaciones que hayan tratado de dilucidar las ventajas de aumentar la proporción de proteínas en niños y adolescentes deportistas. Bolster y col. (2001) analizaron como afectaba un entrenamiento moderado al metabolismo proteico observando un aumento de los requerimientos de este macronutriente. Desde otro punto de vista, la revisión efectuada por Petrie y col. (2004) sobre los hábitos dietéticos de diversas series de jóvenes deportistas pone de relieve que el consumo proteico se encuentra siempre por encima del requerimiento medio estimado para la población general de las mismas edades (Cuadro 5.8). Por este motivo, aunque en el pasado se consideraba que la única modificación dietética del niño deportista debía ser el aumento calórico de la ración (Marcos Becerro, 1989), mas recientemente se recomienda aumentar sólo moderadamente la proporción de proteínas en la dieta (Felesky-Hunt, 2001, Maughan y Burke 2002, Petrie y col. 2004).

Se entiende por tanto, que la capacidad de asimilación de la proteína queda limitada entre el 15 y 20% del aporte calórico total y que mayores cantidades de este principio inmediato no son necesarias e incluso pueden ser contraproducentes para el joven deportista, especialmente en situaciones de hidratación comprometida (Romero, 1995).

CUADRO 5.8.

Consumo protéico diario en distintos grupos de deportistas

Deporte	N	Sexo	Edad	Proteínas totales(g)	Proteínas(g/kg de peso)
			Media ± SD	Media ± SD	Media ± SD
Natación	22	M	11,3 ± 2,3	-	1,4 ± 0,4
Natación	15	F	19,6 ± 2,4	80,0 ± 25	1,2 ± 0,4
Mixto (1)	93	F	17,4 ± 1,4	77,5 ± 24,6	1,3 ± 0,4
Carrera de fondo	9	F	20,4 ± 2,2	84,5 ± 31,6	1,6 ± 0,6
Gimnasia	29	F	7-10	68,0 ± 17,0	-
Gimnasia	22	F	11-14	67,0 ± 20,0	-
Gimnasia	7	F	14,5 ± 0,3	50,3 ± 6,4	-
Gimnasia	88	F	15,8 ± 0,6	80,7 ± 14,7	1,89 ± 0,35
Patinaje	16	M	16,0 ± 1,5	94,0 ± 35,0	-
Patinaje	18	F	16,0 ± 1,0	64,0	-
Lucha	18	M	16,0 ± 1,0	94,0 ± 28,0	1,43 ± 0,4
Judo	16	M	18,4 ± 6,4	103,0 ± 104,0	-
Kárate	16	F	19,7 ± 1,0	64,7 ± 16,1	1,17 ± 0,38
Kárate	29	M	20,1 ± 1,3	89,8 ± 24,5	1,38 ± 0,46
Judo y lucha	10	M	21,6	107,0 ± 54,0 (*) 71,0 ± 51,0 (***) 56,0 ± 54,0 (***)	-
Jockey sobre hielo	49	M	12,5 ± 0,5	-	2,2 ± 0,5
Fútbol americano	46	M	12-14	91,0 ± 34,0	1,1 ± 0,6
Fútbol americano	88	M	15-18	133,0 ± 77,0	1,9 ± 1,0
Voleibol	65	F	14-19	195,0 ± 88,0	1,0 ± 0,4
Baloncesto	13	F	19,0 ± 0,3	165,0	-

(1): atletismo, remo, esquí de fondo, orientación y pentatlón.
 (*) pre-competición.
 (**) dieta de pérdida gradual de peso
 (***) dieta de pérdida rápida de peso.

Fuente: Petrie y Col.(2004)

Aporte de vitaminas y minerales

La energía permite al deportista cubrir las demandas del esfuerzo muscular, pero hay otros nutrientes igualmente importantes para el metabolismo del ejercicio entre los que se cuentan las vitaminas y los minerales. Desde hace tiempo, se conoce el importante papel que desempeñan en el equilibrio celular y la capacidad antioxidante de algunos de ellos tales como las vitaminas C y E. El metabolismo del ejercicio produce moléculas reactivas del oxígeno con capacidad para atacar y alterar las paredes celulares (Kanter1994; Quiles y col. 1994; Sen 1995; Packer 1997) aunque el organismo bien entrenado es capaz de desarrollar mecanismos endógenos capaces de neutralizarlas. No obstante, actividades sin control (Jenkins y col. 1993; Clarkson, 1995a) o aquellas deportivas practicadas al más alto nivel (Clarkson, 1995b), sobrepasan la capacidad del organismo de hacer frente a estos radicales, haciendo necesario el aporte exógeno de estas sustancias, inevitablemente, a través de la dieta.

Teniendo en cuenta lo anterior, se hace necesario ampliar el abanico de uso alimentario e incluir en la misma productos que son habitualmente impopulares entre la población más joven. Entre estos alimentos se encuentran la fruta, las verduras de hoja como las espinacas o las acelgas, hortalizas como la lechuga o la endibia y el tomate, la carne de hígado o el pescado en general. Por otro lado, la práctica de ejercicio físico favorece la caída del pH orgánico, lo que puede variar el medio en el que

se desarrollan las reacciones metabólicas y como consecuencia alterar su efectividad y disminuir el rendimiento deportivo (Aguila, 2007). Para paliar esta situación resulta muy conveniente la de alimentos del grupo de las verduras que, entre otras propiedades, tienen las de hacer de tampón y equilibrar las variaciones de este pH.

Existe gran controversia en cuanto a los posibles beneficios los suplementos de vitaminas y minerales en relación con el deporte y en gran variedad de trabajos de investigación se han tratado de determinar si la sobrecarga garantizaría una mayor capacidad de trabajo físico y por ello un mayor rendimiento. Lo cierto es que los resultados no son concluyentes y tan sólo se ha podido constatar que el deportista puede sentir deprimidas sus facultades cuando existe alguna deficiencia de alguna de estas vitaminas o minerales (Marcos Becerro, 1989; Mies 1991, Clark son, 1991, Sing y col. 1992).

En este sentido debe prestarse especial atención a que las necesidades de Fe que se ven aumentadas durante el crecimiento y en especial en la fase adolescente como consecuencia del rápido incremento del volumen sanguíneo derivado del aumento muscular en los chicos y la aparición de la menarquia en las chicas. Algunas investigaciones ponen de relieve que la ferropenia alcanza al 40% de los niños y jóvenes que practican disciplinas deportivas con control de peso, porcentaje que se eleva entre la población femenina hasta al 50% (Ashenden y col.1988; Ulene, 2000; Volpe, 2000). Merkel y col. (2005) también observan que diversos parámetros séricos relacionados con el hierro como el hematocrito, la concentración de hemoglobina y los niveles de ferritina, o transferrina, se encuentran por debajo de los límites normales en el 18,5% de las jóvenes sometidas a un entrenamiento intenso. Aunque cabe decir que la muestra femenina analizada no se compone de deportistas sino de alumnas de una escuela militar.

Por supuesto, se sabe que la anemia producida por falta de Fe disminuye la capacidad aeróbica del deportista y su reposición a niveles normales la restaura, aunque esto no significa necesariamente que un aporte extra de este mineral potencie la VO₂ del deportista (Sproule y col. 1960; Vellar y Hermansen, 1971; Finch, 1976). Desde luego es muy necesario vigilar periódicamente las constantes hemáticas de los jóvenes deportistas para detectar en su caso el déficit que pudiera producirse, descartando lo que se conoce como “pseud anemia adaptativa” del deportista y verificando que existe una falta real de hierro. En ocasiones, por efecto del entrenamiento se incrementa mas el volumen de plasma que el contenido de los eritrocitos, apareciendo un hematocrito disminuido,

por lo que es recomendable analizar otros parámetros como el contenido de ferritina cuyo valor resulta mas preciso en la diagnosis de una posible anemia (Shaskey y Green 2000; Thomas y Thomas 2002). Según nuestro criterio en principio no es recomendable suplementar este mineral de forma sistemática pues un aporte de 15 mg de Fe diarios, que se consiguen con una alimentación correcta serían mas que suficientes.

El calcio es otro de los micronutrientes que se asocian con la salud y el rendimiento, sobre todo entre las jóvenes deportistas. Asegurar un aporte suficiente de calcio es fundamental para prevenir la osteoporosis, una de las tres patologías que –junto a los desórdenes alimentarios y la amenorrea- conforman la célebre triada de la mujer deportista (Yeager y col. 1993, Putukian, 1998, Beals y Manore, 2002; Golden 2002). Un déficit de calcio y de vitamina D junto a bajos niveles de estrógeno puede ser la causa de un descenso de la densidad mineral no alcanzando el suficiente “pico de masa ósea” durante el desarrollo puberal. Esta situación es sumamente peligrosa y aumenta el riesgo de fracturas por stress (Nativ y Armsey 1997).

Pues bien, parece que este micronutriente es uno de los que con mayor frecuencia se ha reportado como deficitario entre los atletas infantiles y juveniles. Así, las investigaciones de Bernardot (1996), Jonnalagadda y col (1998) y Cuspisi (2002) concluyen que -entre las bailarinas, gimnastas, patinadoras y atletas adolescentes femeninas- el consumo promedio de calcio se hallaba en un rango de cobertura de entre el 35% al 95% respecto a las necesidades básicas. Crool y col. (2006) analizan comparativamente la dieta y los hábitos alimentarios de de 4746 adolescentes, deportistas y no deportistas de ambos sexos, integrados en el proyecto EAT (Eating Among Teens) en Miniápolis, Estados Unidos. Sus resultados muestran que los jóvenes deportistas tiene un comportamiento alimentario y una dieta más saludable que los no deportistas, pero en las series femeninas el consumo de calcio se halla por debajo de los valores recomendados, alrededor de 1300 mg/ día. Como en el caso de hierro un adecuado consumo de productos lácteos aseguraría la cobertura de los requerimientos de calcio sin necesidad de suplemento alguno (Ortega 1993).

Distribución de la ingesta

Una vez conocida cual debe ser la ración calórica, nos planteamos su reparto en macronutrientes, raciones a lo largo del día e incluso a lo largo de la semana para que el aporte energético sea equilibrado y correcto. La dieta equilibrada la construiremos a partir de la utilización de alimentos

que se han clasificado en grupos, los cuales han de utilizarse con una frecuencia determinada, que garantizará la riqueza nutricional adecuada a las exigencias físicas. Para servir de orientación o a modo de ejemplo, en los cuadros 5.9 y 5.10 se reseña la distribución de las raciones diarias o semanales de los principales grupos de alimentos. Estas recomendaciones fueron elaboradas por intervalos de edad para niños y jóvenes españoles por López Nomdeu y col. (1999) y si bien son aplicables a las poblaciones latinoamericanas en su conjunto, cabe señalar que se debe considerar la disposición alimentaria y la tradición culinaria del país o región.

CUADRO 5.9.

Cantidades de alimentos según se compran (incluido desperdicio), que constituyen una ración para niños entre uno y doce años

Alimentos	1-3 años	4-6 años	7-9 años	10-12 años	Raciones al día o a la semana
Leche	1/8 litro	1/4 litro	1/4 litro	1/4 litro	De dos a cuatro veces al día
Carne, pollo, vísceras	60 g	70 g	100 g.	150 g.	Tres veces por semana
Pescados	100 g	120 g	150 g	200 g	Cuatro veces por semana
Huevos (60-70 g)	1 unidad	1 unidad	1 unidad	1 unidad	De tres a cuatro veces por semana
Patatas	60 g	80 g	100 g	150 g	Todos los días. La cantidad depende de la preparación. Puede variar si es plato base o es guarnición
Legumbres: Garbanzos, judías,	30 g	50 g	60 g	70 g	Dos, tres veces por semana
Hortalizas: Ensaladas, verduras	70 g	80 g	90 g	100 g	De dos a cuatro veces por día, crudas o cocidas.
Frutas cítricas	100 g	100 g	150 g	150 g	Diaria, de una a dos
Otras frutas	100 g	100 g	150 g	150 g	Diaria, de una a dos
Pan	200 g	250 g	350 g	400 g	Diaria, tres veces
Azúcar y dulces	30 g	40 g	60 g	60 g	Diaria, una vez
Arroz	40 g	50 g	60 g	70 g	Dos veces por semana
Pastas	40 g	50 g	60 g	70 g	Dos veces por semana

Nota: Un cuarto de litro de leche se sustituye por 40 gramos de queso, es decir, una porción. Puede reducirse en un tercio la cantidad marcada para carnes, pescados y frutas, e incrementar el pan, las patatas y las pastas.

Fuente: López Nomdedeu y Col. 1999)

Cuadro 5.10.

Cantidades de alimentos según se compran (incluido desperdicio), que constituyen una ración para jóvenes entre trece y dieciocho años

Alimentos	Chicas		Chicos		Raciones al día o a la semana
	13-15 años	16-19 años	13-15 años	16-19 años	
Leche	1/4 litro	1/4 litro	1/4 litro	1/4 litro	Tres o cuatro veces al día
Carne, pollo, vísceras	125 g	125 g	150 g	150 g	Tres veces por semana
Pescados	175 g	175 g	200 g	200 g	Cuatro veces por semana
Huevos (60-70 g)	1 unidad	1 unidad	1 unidad	1 unidad	De tres a cuatro veces por semana
Patatas	200 g	200 g	250 g	250 g	Todos los días. La cantidad depende de si es plato base o guarnición
Legumbres: Garbanzos, judías,	70 g	70 g	80 g	80 g	Dos, tres veces por semana
Hortalizas	100 g	100 g	125 g	125 g	De dos a cuatro veces por día, crudas o cocidas
Frutas cítricas	150 g	150 g	150 g	150 g	Diaria, de una a dos
Otras frutas	150 g	150 g	150 g	150 g	Diaria, de una a dos
Pan	400 g	300 g	400 g	400 g	Diaria, tres veces
Azúcar y dulces	60 g	60 g	60 g	60 g	Diaria, una vez
Arroz	70 g	70 g	80 g	80 g	Dos veces por semana
Pastas	70 g	70 g	80 g	80 g	Dos veces por semana

Nota: Un cuarto de litro de leche se sustituye por 40 gramos de queso, es decir, una porción. Puede reducirse en un tercio la cantidad marcada para carnes, pescados y frutas, e incrementar el pan, las patatas y las pastas.

Fuente: López Nomdedeu y Col. 1999)

Factores tales como el número total de calorías que deben consumirse o incluso ciertas patologías que aquejen al deportista pueden determinar la conveniencia de hacer más o menos ingestas a lo largo del día. En condiciones normales y las edades que nos ocupan el reparto calórico tendría que realizarse en cuatro comidas al día, siempre en función de las horas de vigilia para no dejar pasar más de cuatro o cinco horas entre comida y comida. En este reparto diario, la comida de medio día ha de ser la de mayor aporte calórico, seguido del desayuno y la cena, quedando en último lugar la media mañana o la merienda. Para este cálculo se puede seguir la siguiente recomendación:

- Desayuno: 20-25 % de las calorías totales.
- Almuerzo: 35-40 % de las calorías totales.
- Merienda: 10-20 % de las calorías totales.
- Cena: 15-25 % de las calorías totales.

De cualquier modo, la distribución de la energía por ingestas y el número de comidas deberá ajustarse en cierta medida a los horarios de entrenamiento. Lo idóneo es que transcurran entre dos y tres horas entre la ingestión de una comida y el inicio del ejercicio, de modo que si el entrenamiento o competición es por la mañana, el desayuno debería ser algo más ligero de lo indicado o estar compuesto por alimentos que sean fácilmente digeribles como zumos de frutas, galletas o cereales, mermelada o yogurt. Con esta medida se puede rebajar el tiempo de espera a una hora y media. Si, por el contrario, la actividad deportiva se realiza por la tarde el desayuno deberá ser lo más abundante posible, rebajando discretamente el valor energético de la comida y aumentando la cena. En este caso, también se aconseja que transcurra al menos hora y media entre esta última ingesta y el reposo nocturno. En la medida de lo posible los horarios de las comidas deben ser habitualmente los mismos.

Hasta aquí hemos tratado los principios generales que deben ser el eje director de la dieta de un niño deportista. Ahora vamos a revisar cuales deben de ser las indicaciones que el deportista debe tener en cuenta antes, durante y después del esfuerzo físico especial que supone una competición.

La ingesta inmediatamente anterior a una prueba no es tan importante como la buena costumbre alimenticia. Para asegurar el rendimiento tan sólo habría que seguir unas indicaciones previas. En primer lugar, unos días antes de la competición, aumentar la ingesta de hidratos de carbono, disminuyendo la de grasas. En segundo término asegurarse de

que la última comida antes del esfuerzo sea fácilmente asimilable y se realice como mínimo tres horas antes de la prueba, impidiendo así que los procesos digestivos circulatorios afecten al riego muscular y del cerebro, lo que provocaría falta de disposición para el esfuerzo físico. Es importante que en esta ingesta los carbohidratos se acompañen de cierta cantidad de proteínas, pues se ha encontrado que este proceder ayuda a que la curva de glucosa sea más uniforme durante la actividad física.

Durante la propia prueba habría que prestar especial atención a los deportistas de fondo, expuestos por la duración del esfuerzo a terminar con sus reservas de glucógeno e hídricas antes de finalizar la actividad física. Por tanto, se recomienda tomar regularmente raciones energéticas -con alto contenido de carbohidratos- de fácil asimilación, de modo que no se agote la reserva de glucógeno. En realidad, una buena reserva muscular de esta molécula se consigue con la dieta habitual, mientras que con la comida previa y estas raciones precompetitivas se procura mantenerla en la medida de lo posible.

En este momento hay que dar especial importancia a la reposición de líquidos; el cuerpo comienza a transpirar en cuanto se eleva su temperatura habitual, este efecto lo provoca el ejercicio y con ello la pérdida de líquidos, circunstancia que se ve agravada en el caso de realizar ejercicio vigoroso prolongado, con alta temperatura ambiental. Por esta razón se recomienda hacer tomas periódicas de soluciones glucoelectrolíticas, de modo que facilitemos el equilibrio hídrico y la reposición de glucógeno muscular, aunque autores como Anantamarán y col. (1995) reportan que este tipo de bebidas no añaden beneficios respecto al agua en pruebas con duración inferior a una hora.

Concluido el esfuerzo, la ración alimenticia debe ir orientada a favorecer la recuperación; será necesario hidratar, glucidar y alcalinizar el organismo por lo se recomienda beber agua que puede ser carbonatada, aprovechando para tomar unos terrones de azúcar y poco después zumos de frutas azucarados. Puesto que se produce una pérdida de apetito, no se debe forzar la ingesta de alimentos; según esto, la ración calórica debe ser inferior a la habitual entre las 24 y 48 horas posteriores al ejercicio. Además en esta fase una ingestión de alimentos vegetales contribuirá a compensar la acidosis metabólica provocada por el ejercicio.

Hidratación

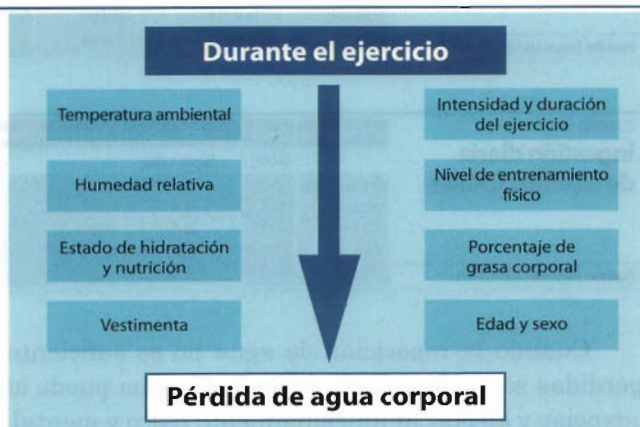
El ejercicio aumenta la temperatura corporal merced a diferentes factores como podemos ver en la figura 5.5. Por ello se ponen en mar-

cha mecanismos fisiológicos tales como la potenciación de la circulación periférica y la sudoración a través de la que el cuerpo se refrigera, pero siempre a costa de la pérdida de agua. En el Cuadro 5.11 aparecen valores promedios de sudoración en jóvenes deportistas bajo condiciones de ejercicio y como puede observarse las pérdidas de líquido van de los 510 ml/h. a los 1260 ml/h. Dado que las reacciones metabólicas se desarrollan en ambiente acuoso, podemos entender que la homeostasis pasará por prestar la máxima atención a al reposición del agua corporal, antes, durante y tras la práctica de actividad física.

Hemos adelantado en apartados previos la necesidad de hidratarse. En el caso del joven deportista este aspecto de la nutrición se hace extremadamente importante, pues desde un punto de vista fisiológico, los niños presentan menos capacidad de aclimatación al calor corporal. Sus mecanismos fisiológicos no están aun perfectamente desarrollados y ello implica una menor capacidad para disipar el calor producido por el trabajo muscular. En estados de hidratación correcta, el niño puede tener problemas de sobrecalentamiento motivados porque su mecanismo de sudoración no es tan efectivo como el de los adultos. Por otra parte, como han demostrado los trabajos desarrollados por la Academia Americana de Pediatría (2000) los niños presentan una mayor relación entre superficie y masa corporal por lo que contribuye a un más rápido calentamiento, en las mismas condiciones ambientales. A todo lo descrito hay que apuntar un problema añadido y es que los más pequeños no reconocen con facilidad la falta de agua corporal y presentan cierta tendencia a la deshidratación voluntaria por su resistencia al consumo. En este sentido bebidas con sabor, tales como zumos diluidos suelen ser más atractivos a la hora de reponer el agua perdida

FIGURA 5.5.

Factores que inciden en aumento de temperatura corporal durante el ejercicio



CUADRO 5.11.
Tasas de sudoración en deportistas adolescentes

Serie	Condiciones de ejercicio	Edad	Sexo	Sudor (ml/h)
Triatletas	Carrera y bicicleta en laboratorio	12,5-14,5	Varones	640 ± 370
Triatletas	Carrera y bicicleta en laboratorio	12,5-14,8	Mujeres	510 ± 226
Triatletas	Carrera y bicicleta en laboratorio	15,0-17,0	Varones	1260 ± 170
Triatletas	Carrera y bicicleta en laboratorio	15,0-17,0	Mujeres	710 ± 379
Tenistas, corredores, nadadores	Cicloergómetro en clima tropical	11,0-14,0	Varones	566 ± 110

Fuente: Petrie y Col. (2004)

Los requerimientos de agua están determinados por las condiciones metabólicas del individuo, las condiciones térmicas, de humedad relativa o altitud y por el grado de actividad. Aunque las necesidades de agua son extremadamente variables, no sólo entre individuos sino para un mismo individuo según las condiciones en que se halle, el grupo de expertos sobre Ingestiones Dietéticas de Electrolitos y Agua (Food and Nutrition Board, 2004) elaboró un documento en el que se establecen unos valores de referencia. En el cuadro 5.12 se reportan dichos valores expresados como Ingestas Diarias Sugeridas (IDS). Dichas cifras están obtenidas a partir de la encuesta de alimentación del NHANES III (Grandjean y Campbell 2006) y toman como estándar la mediana del consumo de agua total ingerida. Como se puede observar el rango de ingestión es muy amplio y en todo caso mayor para los varones a partir de los 9 años. En el cuadro 5.13 aparecen las recomendaciones de ingesta de líquidos totales que propone el mencionado organismo, pero expresada en litros y/ tazas.

CUADRO 5.12.
Consumo de agua total diario

Categoría	Edad (años)	Media (ml/día)	Percentil 1	Percentil 99
Ambos sexos	4 - 8	1.779	1.069	2.826
Varones	9 - 13	2.535	1.211	4.715
Mujeres	9 - 13	2.240	1.003	4.497
Varones	14 - 18	3.400	1.765	6.102
Mujeres	14 - 18	2.498	957	5.688

Fuente: Según las R.D.A. 1991

CUADRO 5.13.
Ingestión diaria de líquidos totales

Categoría	Edad (años)	Líquidos totales (litros x día)	Aproximación en litros (vasos) como bebidas totales
			Incluyendo agua simple
Ambos sexos	4 - 8	1,4	1,2 (5)
Varones	9 - 13	2,4	1,8 (8)
Mujeres	9 - 13	2,1	1,6 (7)
Varones	14 - 18	3,3	2,6 (11)
Mujeres	14 - 18	2,3	1,8 (8)

Fuente: Según las R.D.A. 1991

Cuando la reposición de agua no es suficiente para compensar las pérdidas se produce la deshidratación que puede acarrear graves consecuencias y afectar al funcionamiento físico y mental. En casos leves beber

agua puede ser suficiente, sin embargo en casos de que la deshidratación sea más importante, junto al agua se pierden electrolitos como el sodio y el potasio que es conveniente reponer. Para asegurar una hidratación correcta y prevenir cualquier alteración electrolítica se recomienda tomar una cantidad discreta de agua antes del ejercicio, entre 250-300 ml que equivalen aproximadamente a un vaso. Durante el mismo hay que seguir bebiendo cada 20 o 30 minutos -entre 150-300 ml según edades- incluso aunque no se tenga sensación de sed. La temperatura ideal del agua es de 8 a 13 grados, más bien fría, lo que favorece su asimilación. Una vez finalizada la actividad conviene hacer una rehidratación a base de agua, bebidas azucaradas y/o zumos de frutas. En entrenamientos fuertes y pruebas de competición se aconseja pesar al deportista antes y después de la prueba, para reponer 500 ml de líquido por cada 500 g de peso perdidos.

Las denominadas bebidas funcionales para deportistas pueden utilizarse aunque no es conveniente su abuso. Aunque se denominan popularmente y de manera indistinta bebidas isotónicas o energéticas, la verdad es que dentro de este tipo de refrescos existe una gran variedad de productos. En 1997 se publicó un artículo de Brouns y Kovacs en el que se estudiaba el efecto de las bebidas funcionales sobre la rehidratación, el rendimiento y la fatiga de los atletas. Más reciente es el análisis comparativo efectuado por Amándola y col (2004) que resulta muy recomendable para obtener información precisa de las cualidades nutricionales de la mayoría de las marcas existentes en el mercado. Después de estudiar la composición química de un total de 75 bebidas de este tipo, los autores llegan a la conclusión de que existe una variación enorme en cuanto al contenido energético, de carbohidratos, sales minerales y vitaminas. Las bebidas comerciales que contienen una cantidad discreta de azúcar y electrolitos, especialmente sodio son bien aceptadas por los niños que las consumen con más facilidad que el agua por su buen sabor, pero nunca deben utilizarse como sustituto del agua o los zumos naturales.

III. Consideraciones finales

La nutrición es un factor clave para asegurar la salud y el rendimiento de los deportistas, de manera muy especial para aquellos niños y jóvenes que aun no han concluido su crecimiento y desarrollo. El ejercicio físico genera un gasto energético, por lo que la ración calórica debe ajustarse a la intensidad, modalidad y duración del esfuerzo que se realice. Será por tanto necesario incrementar el aporte de calorías totales y si acaso

aumentar moderadamente la proporción en la que intervienen las proteínas y los de hidratos de carbono, sobre todo en los días anteriores a una competición. Conviene asegurar la ingesta de alimentos ricos en hierro y calcio, micronutrientes que en mayor medida suelen ser deficitarios entre los adolescentes que practican deporte. Es también importante distribuir la ingesta total en tres, o mejor, cuatro comidas respetando las pautas de entrenamiento y recordar que no es conveniente comer antes del esfuerzo debiendo esperar entre dos y tres horas. Resulta fundamental, antes durante y después del esfuerzo mantener un buen nivel de hidratación, bebiendo la suficiente cantidad de agua, zumos naturales y siempre con moderación refrescos o bebidas energéticas. Una dieta suficiente y equilibrada debe asegurar una buena condición nutricional por lo que, en principio, no es conveniente ni necesario recurrir al consumo de suplementos dietéticos, ni otro tipo de productos diseñados específicamente para la alimentación de los deportistas.

Referencias

- AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS (2000). Climatic heath stress and the exercising child and adolescent. *Pediatrics*, 106, 158
- ÁGUILA, C. (2007). Variaciones del pH en los esfuerzos de alta intensidad y su incidencia sobre el rendimiento. *Educación Física y Deportes*. www.efdeportes.com.
- ASHENDEN, M.J., Martin, D.T. y Dobson, G.P. (1998). Serum ferritin and anemia in trained female athletes. *Int. J. Sports Nutr.* 8: 223-229
- BEALS, K.A. y Manore, M.M. (2002): Disorders of the female athlete triad among collegiate athletes. *Int. J. Sport. Nutr. and Excer. Met.* 12: 281-293
- BERNARDOT, D.(1996): Working with young athletes:views of a nutritionist on the sport medicine team. *Int. J. Sport. Nutr.*, 6: 110-120
- BOLSTER, D.R., Pikosky M.A., Mc Carthy, L.M., Rodríguez, N.R., (2001). Exercise affects protein utilization in healthy children. *J. Nutr*, 131: 26-59
- BRUIN, de K., Oudejans, R. y Bakker, F. (2007). Dieting and body image in easthetic sports: a comparison of dutch female gymnasts and non-aesthetic sport participants. *Psy Sport Excerc.* 8 :507-520
- CAÑAS FRANCIA, M. (2003). *Estudio de las características antropométricas, psicológicas y del comportamiento alimentario en jóvenes deportistas*. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza.

- CLARKSON, P.M. (1991). Minerals: exercise performance and supplementation in athletes. *J. Sport. Sci.*, 9: 91-116
- CLARKSON, P.M. (1995a). Antioxidants and physical performance. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 35(1-2): 131-141.
- CLARKSON, P.M. (1995b). Micronutrients and exercise: anti-oxidants and minerals. *J. Sports Sci.*, 13 Spec n°: S11-S24.
- CUPISTI, A., D'Alessandro, C., Castrogiovanni, S., Barale, A. y Morely E. (2002). Nutrition Knowledge and dietary composition in Italian adolescent female athletes and non- athletes. *Int. J. Sport.Nutr. Excerc. Metab.*, 12: 207-219
- ENGEL, S.G., Johnsonm C., Powers, P. Crosby, R.D., Wonderlich, S.A., Witrock, D.A.y Mitchell, J.E. (2003). *Eating Behaviours* 4: 333-343
- ERIKSON, O. y Salting, B (1974). Muscle metabolism during exercise in boys aged 11 to 16 compared to adults. *Acta Paediatr. Bel.*, 28: 257
- FELESKY HUNT, S. (2001). Nutrition for runners. *Clin Pediatr. Med. Sur*, 18: 335-338
- FOOD AND NUTRITION BOARD, INSTITUTE OF MEDICINE (2001). *Dietary reference intakes applications in dietary assessment*. Washington, DC. National Academy Press.
- FOOD AND NUTRITION BOARD, INSTITUTE OF MEDICINE (2004). *Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride and sulphate*. Washington, DC. National Academy Press.
- GIBNEY, M.J. (1990). Nutrición, dieta y salud. Ed. Acirbia S.A. Zaragoza. España.
- GOLDEN, N.H. (2002). A review of the female athlete triad (amenorrhea, osteoporosis and disordered eating). *J. Adolesc. Med. Health.* 14: 9-17
- GRANDJEAN A.C. y Campbell, S.M. (2006). *Hidratación: líquidos para la vida*. Monografía de ILSI Norteamérica.
- HARARLAMBIE G. (1982). Enzyme activities in skeletal muscle of 13-15 years old adolescents. *Bull Eur Physiopathol Resp*, 18: 65
- HAYMES, E. (1991). Vitamin and mineral supplementation to athletes. *Int. J. Sports Med*, 1: 144-148
- JENKINS, R.R., Krause, K. y Schofield, L.S. (1993). Influence of exercise on clearance of oxidant stress products and loosely bound iron. *Med. Sci. Sports Excerc.*, 25(2): 213-217.
- JONNALAGADDA, S., Bernadt, D. y Nelson, M. (1998). Energy and Nutrients intakes of the United Status National Women's Artistic Gymnastic Team. *Int. J. Sport. Nutr.*, 8: 331-344
- MARCOS BECERRO, J.F. (1989). El niño y el deporte. Ed. Rafael Santonja Gómez. Impresión S.A. Madrid.

- MARTÍNEZ, E. (2007). *Trastornos el comportamiento alimentario en jóvenes deportistas*. VI Congreso de la Asociación española para el Estudio de los TCA. Santander.
- MARRODÁN, M.D., González-Montero de Espinosa, M y Prado, C. (2003). *Antropología de la nutrición. Métodos, técnicas y aplicaciones*. 2º ed. Ed. Noesis.
- MAUGHAN R.J. y Burke, L.M. (2002). *Sports Nutrition*. Malden M.A. Pub. Blackwell Science.
- MERKEL, D., Huerta, M, Grotto, I, Blum, D., Tal, O., Rachmilewitz, E., Fibach, E. Epstein, Y. y Shpilberg, O. (2005). Prevalence of iron deficiency and anemia among strenuously trained adolescents. *Journal of Adolescent Health*, 37: 220-223.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1991). Raciones Dietéticas Recomendadas. 10ª edición. Ediciones Consulta. Barcelona.
- NATIV, A. y Armsey T.D. (1997). Stress injury to bone in the female athlete. *Clin Sport. Med.* 16: 197-224
- NIEMAN, D.C. (1990). Nutrition and physical performance. *En Fitness and sports medicine: An introduction*. 221-269. Bull Publishing Co. Palo Alto, California.
- NIEMAN, M.M. (1994). Free radicals, exercise, and antioxidant supplementation. *Int. J. Sport Nut.* 4(3): 205-220.
- ODRIOZOLA, J.M. (1988). *Nutrición y deporte*. Ed.: Universidad Complutense. Eudema S.A. Madrid.
- ORTEGA, R.M. (1993). Importancia de los productos lácteos en la alimentación del deportista. Ed.: Danone. Barcelona.
- PACKER, L. (1997). Oxidants, antioxidant nutrients and the athlete. *J. Sports Sci.*, 15(3): 353-363.
- PERNICK, M.S., Nichols, J. Mitchell, J., Kern, M, Ming, R., Lawson, M. y Wilfley, D. (2007). Disordered eating among a multiracial/ethnic sample of female high-school athletes. *Journal of the American Dietetic*, 103, 3: 434-440
- PETRIE, H.J., Stover, E.A. y Horswill, C.A. (2004). Nutritional concerns for the child and adolescent competitor. *Nutrition*, 20:620-631.
- PURPER-OUAKIL, D., Michel, G. Baup, N y Mouren-Siméoni, M.C. (2002). Aspects psychopathologiques de l'exercice physique intensif chez l'enfant et l'adolescent : mise au point à partir d'une situation clinique. *Ann.Med Psychol*, 160 :543-549
- PUTUKIAN, M. (1998). The female athlete triad. *Clinics in Sport Medicine*, 17: 675-696
- ROMERO, J.F. (1995). Pautas dietéticas en la actividad física y el de-

- porte. *Impacto de la Nutrición en la Biología Humana*. Ed. González Montero de Espinosa Universidad de Alcalá: 113-119.
- ROMJIM, J.A., Coyle, E.F., Sidossis, L.S. (1993). Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. *Am. J. Physiol*, 265: 380
- SHASKEY D.J., y Gren G.A. (2000). Sports hematology. *Sports Med* 29: 27-38
- TARNOPOLSKY M., MacDougall, J. y Atkinson, S. (1988). Influence of protein intake and training status on nitrogen balance and lean body mass. *J.Appl. Physiol*, 66: 187
- THOMAS C. y Thomas, L. (2002). Biochemical markers and hematological indices in the diagnosis of functional iron deficiency. *Clin. Chem*, 48: 1066-1076.
- QUILES, J.L.; Huertas, J.R.; Manas, M.; Battino, M.; Cassinello, M.; Littarru, G.P.; Lenaz, G.; Mataix, F.J. (1994). Peroxidative extent and coenzyme Q levels in the rat: influence of physical training and dietary fats. *Mol. Aspects Med.* 15 Suppl.: S89-S95.
- SEN, C.K. (1995). Oxidants and antioxidants in exercise. *J. Appl. Physiol.*, 79(3): 675-686.
- SING, A., Moses, F., y Deuster, P. (1992). Chronic multivitamin mineral supplementation does not enhance physical performance. *Med. Sci. Sports. Exerc.*, 24: 726
- ULENE, V. (2000). Children and sports. A message from Preventive Medicine and your physician. *Prev Med*, 31(1): 9-10
- VÁZQUEZ, C. (1992). Problemas de las sociedades desarrolladas en relación con la nutrición. En: *Manual de alimentación y nutrición para educadores*. López Nomdedeu, C. y Vázquez Martínez, C. (Eds). Caja Madrid.
- VERTALINO, M. Esisemberg, M., Story, M. y Neumark_Sztainer, D. (2007). Participation in weigh-related sports is associated with higher use of unhealthy weight-control behaviours and steroid use. *Journal of the American Dietetic Association*, 107, 3: 143-147
- VOLPE, S. (2000). Vitamins and minerals for active people. En: Rosebloom C. (ed). *Sports Nutrition: A guide for the professional working with active people*. Chicago I. American Dietetic Association.
- YEAGER, K., Agostini,R., Nattiv, A. y Drinkwater B. (1993). The female athlete triad disordered eating, amenorrhea, osteoporosis *Med Sci Sports Exer*, 25 : 775-777
- WOOTTON, S. (1988). *Nutrición y Deporte*. Ed. Acribia S.A.. Zaragoza.

6. MENARQUIA EN ESTUDIANTES DE BALLET DE CUBA

ANTONIO J. MARTÍNEZ FUENTES*

I. Introducción

El número de mujeres que participa de la actividad atlética se ha ido incrementando progresivamente en los últimos 30 años, consecuentemente el interés por el estudio de sus efectos en el organismo femenino ha experimentado igual suerte y en particular se ha producido una creciente atención acerca de la aparición de alteraciones en su función reproductiva.

Según Ferreti (1989), los fenómenos más evidentes del trastorno consisten en una alteración del ritmo menstrual natural, definido técnicamente como una sucesión de 12 hemorragias anuales de 3 a 7 días de duración cada una, producidas cada 28 ± 5 días, que pueden traducirse en oligomenorreas (reducción del flujo hemorrágico), hipomenorreas (disminución de la frecuencia de las menstruaciones), menstruaciones irregulares debido a hemorragias ocasionales, amenorrea "secundaria" o suspensión transitoria de los períodos por lapsos mayores que 90 días (considerada como la alteración principal) y la amenorrea "primaria" o falta absoluta de hemorragias menstruales, es decir la ausencia de menarquia más allá de los 16 años.

*. Este trabajo se realizó con la participación de Vanessa Vázquez Sánchez, Ursula Carrillo Estrada, Margarita Carmenate Moreno y Consuelo Prado Martínez

En particular la madurez sexual de las mujeres con actividad física elevada, ha sido objeto de investigaciones en las últimas décadas, por lo general los resultados refieren retraso en la aparición de la primera menstruación y otros indicadores de la maduración en aquellas que practican disciplinas con alto gasto energético así como la posibilidad de un efecto negativo de ésta sobre los ciclos menstruales (Baker 1985, Poretz 1986, Monahan 1987, Broso y Subrizi 1996).

La menarquia tardía ha sido observada en bailarinas de ballet de Estados Unidos de América (Warren, 1980; Cohen, 1982; Malina y Bouchard, 1991), Yugoslavia (Malina y Bouchard, 1991), Bélgica (Claesens y col., 1987) entre otros países.

Estas alteraciones son frecuentes en grupos con intensa actividad física, entre ellas las gimnastas, patinadoras artísticas y bailarinas de ballet; organismos con una estructura longilínea, es decir, bajo peso para la estatura, poca grasa y caderas estrechas, figura ideal para su selección y desempeño, que además es típica de las maduradoras tardías. Para Ramsay y Colman (2001) no se ha establecido aún si el entrenamiento por si mismo es la causa del retraso de la menarquia o aquellas mujeres que están constitucionalmente destinadas a presentar menarquia rezagada presentan una ventaja competitiva.

En Cuba, desde la década del 80, se vienen realizando estudios antropológicos con el objetivo de conocer los efectos de la actividad física en los estudiantes de ballet clásico. Estas investigaciones han estado a cargo del Museo Antropológico Montané de la Facultad de Biología de la Universidad de La Habana, del Centro Nacional de Escuelas de Arte del Ministerio de Cultura, del Instituto de Medicina Deportiva, del Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos y Hospital Pediátrico Universitario Pedro Borrás. Estos han comprendido mediciones corporales con el propósito de caracterizar el desarrollo físico y el estado nutricional de lo educandos y en varios de ellas se ha indagado acerca de la edad de la primera menstruación y las características del ciclo menstrual.

De acuerdo con el sistema de enseñanza de ballet en Cuba, el/la estudiante de ballet deberá cursar dos niveles de estudio. El primero o elemental, transcurre entre los 9 y 14 años. El segundo, o nivel medio, debe culminar sobre los 17 o 18 años de edad.

El ballet es considerado primariamente una manifestación artística con un criterio anatómico selectivo particular que hace énfasis en la linealidad y la delgadez de la figura (Hamilton y col., 1992). En Cuba las niñas y niños realizan el examen de ingreso a la escuela elemental de ballet alrededor los 9 años, sin embargo en nuestras investigaciones

hemos podido constatar que una gran parte comienzan su preparación para este acontecimiento desde los 4 o 5 años, principalmente las niñas, y se mantienen, por lo general, con un nivel de actividad de intensidad variable hasta ese momento.

En este trabajo se presentan los resultados acerca de la edad de la primera menstruación en estudiantes de ballet, obtenidas en diversas investigaciones realizadas en Cuba en los últimos 20 años.

II. Los resultados

Durante los meses comprendidos entre septiembre del 2005 y enero del 2006 se realizó un estudio transversal en la Escuela Elemental de Ballet de Ciudad de La Habana. Se encuestaron 79 adolescentes del sexo femenino con una edad decimal media de 13,74 años.

La edad de la menarquia se determinó por el método retrospectivo, adicionándose sistemáticamente 0,5 como corrección a la edad obtenida (Prado, 1984a).

La edad media de la primera menstruación fue de 12,37 años con una desviación estándar de 1,08. En 59 casos se logró precisar la cantidad de meses con suspensión de la menstruación, obteniéndose que el 30,5% había menstruado todos los meses, el 49,2 % no lo hizo en una tiempo de 1 o 2 meses y el 20,3 % había presentado suspensión de la menstruación en un lapso de 3 a 6 meses.

El Cuadro 6.1 muestra los valores medios de la edad de la primera menstruación y los obtenidos en otras investigaciones realizadas en bailarinas cubanas. Las edades fueron determinadas por dos métodos, el retrospectivo en las bailarinas adultas y en las estudiantes de las escuelas Elemental de La Habana y Nacional de Ballet, haciéndose la 0,5 corrección a la edad obtenida de acuerdo con Prado (1984a), y el de *status quo* con ajuste logístico (Silva, 1989) en las jóvenes de las escuelas Elemental y Media de ballet de Ciudad de La Habana (Carmenate y col., 1994).

CUADRO 6.1.

Valores medios de la edad de la primera menstruación en estudiantes de ballet de Cuba

Muestra	N	Edad	Edad media	Método	Autores
			Menarquía y DE		
Bailarinas adultas profesionales	31	35,5	14,00 ± 1,16	Retrospectivo	Carmenate y Martínez (1991)
Estudiantes escuela elemental ballet de la Habana	88	14,55	13,50 ± 2,28	Retrospectivo	Carmenate y Martínez (1991)
Estudiantes escuelas elemental y media ballet de la Habana	100	12,91	12,96	Status quo	Carmenate y Col. (1994)
Estudiantes escuela nacional ballet	75	16,0	14,54 ± 1,20	Retrospectivo	Martínez Fuentes, Vázquez Sánchez y Betancourt (2004)
Estudiantes escuela nacional ballet	106	15,44	14,08 ± 1,04	Retrospectivo	Díaz y Col. (2003)
Estudiantes escuela nacional ballet	24	16,13	14,10 ± 1,12	Retrospectivo	Gutiérrez López (2005)

DE: desviación estándar

Cuando se analizan todos los resultados obtenidos, incluyendo los del presente trabajo, se observa una tendencia que separa, por una parte, con valores iguales o superiores a 14 años a las bailarinas profesionales del Ballet Nacional de Cuba (14,00 años) y las estudiantes de las tres investigaciones realizadas en la Escuela Nacional de Ballet (14,54; 14,08 y 14,10 años), que acoge a jóvenes de todas las provincias del país; y por otra parte los valores medios de las estudiantes de La Escuela Elemental de La Habana (incluye estudiantes procedentes de la Ciudad de La Habana) que se encuentran entre los 12,37 y 13,5 años.

Las edades medias de menarquia obtenidas en los dos estudios nacionales realizadas en Cuba (1972 y 1982) corresponden a 13,01 años (Jordán, 1979) y 12,98 (Prado, Jiménez y Rubén, 2002). No obstante para las jóvenes capitalinas los valores medios han sido de 12,6 años (Jordán, 1979), 12,99; 12,9 y 12,7 años obtenidos en 1982 (Prado, Jiménez y Rubén, 2002) 1993 y 1998 respectivamente (Facultad de Ciencias Médicas Julio Trigo, s.f.).

Según Prado (1984b) la menarquia es temprana cuando tiene lugar entre 9 y 12 años, media al presentarse de 13 a 14 años y tardía si ocurre a los 15 años o más.

Bajo estos criterios puede considerarse que, según las edades medias de menarquia, tanto las profesionales como las estudiantes son maduras medias, aunque con edades más retardadas que aquellas jóvenes cubanas que no desarrollan el mismo nivel de actividad física, las variaciones que se observan ocurren en correspondencia con la provincia de procedencia de las jóvenes.

Con relación a las características del ciclo menstrual Carmenate y Martínez (1991) constataron que entre las bailarinas adultas, el 80% adoleció de trastornos, es de destacar que el 50% de ellas utilizaba o había utilizado algún regulador menstrual. Entre las estudiantes habaneras

es menester resaltar que existían niñas que aún a los 15 años no habían menstruado y refirieron también ciclos irregulares, que en su mayoría no realizaron consultas a especialista, al considerar que podrían estar asociados a los trastornos típicos de la adolescencia.

Carmenate y col. (1994) encontraron en un grupo de 100 adolescentes estudiantes de las Escuelas Provincial de ciudad de La Habana y Nacional de Ballet que el 85% de ellas presentó algún trastorno menstrual. Díaz y col. (2003) analizaron 106 estudiantes de la Escuela Nacional de Ballet y constataron que el 52% presentaban ciclos menstruales irregulares con episodios de amenorrea de diferente duración.

De las alumnas investigadas en la Escuela Nacional de Ballet (Martínez Fuentes, Vázquez Sánchez y Betancourt (2004)) resultó que dos no habían menstruado aún por primera vez, cinco lo hicieron en una ocasión y 68 en más de una oportunidad.

Gutiérrez López (2005) encuentra, también en alumnas de la Escuela Nacional de Ballet, la presencia de amenorrea secundaria, polimenorrea así como irregularidades en el ciclo menstrual.

III. Discusión

Estos resultados: menarquia tardía, dismenorrea, oligomenorrea y amenorrea frecuentes, podrían tener su causa en los bajos niveles de grasa y la intensidad de la actividad física (Guillet, 1985; Monahan, 1987; Caine, 1987), debe tenerse en consideración el énfasis que se hace en las bailarinas de ballet sobre la delgadez con el propósito de mantener una figura estilizada acorde con los cánones establecidos. Esto se logra en ocasiones recurriendo a hábitos alimentarios incorrectos, dietas desequilibradas (anormalmente hipocalóricas) sin control e indicación médica, abuso de laxantes, diuréticos, inducción del vómito, hábito de fumar y alta ingestión de cafeína. Muchos de ellos practicados desde la adolescencia a fin de lograr y mantener niveles muy bajos de tejido adiposo (Martínez Fuentes y col., 1986; Carmenate y Martínez, 1991).

En sentido general el tipo físico de las escolares que integraron las distintas muestras analizadas en este trabajo se caracteriza por el bajo peso con relación a la estatura y bajos valores de adiposidad.

Se conoce que desde edades tempranas muchas de las alumnas comienzan con dietas, orientadas o no profesionalmente, y con planes extra de ejercicios para bajar de peso que tienen sin duda una negativa repercusión biológica (Betancourt León, 2005). Betancourt y Díaz (2004), encontraron en bailarinas cubanas de nivel elemental, que aspiraban a

ingresar en la Escuela Nacional de Ballet que, pese a no sobrepasar los 15 años de edad, una buena parte hacía dietas y ejercicios por iniciativa propia.

Desde hace años se ha visto una estrecha relación entre peso el corporal y la función gonadal en bailarinas, corredoras de maratón y en general en la mayoría de los atletas que presentan escasos depósitos grasos, que tienen con frecuencia trastornos en el funcionamiento del eje hipotálamo-hipófisis-gonadal; con disminución de las concentraciones de testosterona en los varones y de estradiol en las mujeres, similares a los de sujetos sometidos a ayunos prolongados. Así mismo, en mujeres que no tienen una masa adiposa adecuada, el inicio de la pubertad está retrasado y en las que esta maduración se ha llevado a cabo, la restricción de la ingesta alimentaria produce una involución del eje gonadal (Ovies Carballo, Verdeja Varela y Santana Pérez, 1999).

En un trabajo clásico, Frisch y Revelle (1971) formularon la hipótesis de que la menarquia estaba fuertemente relacionada a la obtención de un peso corporal crítico. Estos autores observaron que, a pesar de la disminución de la edad de aparición de la primera menstruación en los últimos 120 años, el peso corporal al cual ésta aparecía no había cambiado de 47,5 Kg. ($\pm 0,5$ Kg.). Posteriormente Frisch (1976, 1987) mostró la importancia del peso corporal y del porcentaje de grasa en la ocurrencia de la menarquia o en la restauración de las menstruaciones después de la amenorrea por pérdida de peso y señala como necesaria una relación mínima entre el porcentaje de grasa corporal y el peso corporal, de modo que es imprescindible para alcanzar la menarquia un mínimo de 17% de grasa corporal total. Apunta además, que la desnutrición y la actividad física intensa pueden afectar la fertilidad natural de las poblaciones por un retraso en la menarquia y un mayor período de subfecundidad adolescente.

Muchas investigaciones se han dedicado a profundizar en la causalidad de estos desórdenes; según Abraham y col. (1982) el deterioro del patrón menstrual, observado por ellos, durante los períodos de baile en bailarinas de ballet, estuvo más relacionado con la actividad física intensa que con algún cambio en el peso corporal. William (1984) consideró que la oligomenorrea y la amenorrea en féminas que realizan actividad física elevada están relacionadas con el perfil fisiológico y psicológico de cada mujer.

De acuerdo con Hamilton y col. (1988) la menarquia retrasada típica de la mayoría de las bailarinas es probablemente el reflejo de factores genéticos y ambientales.

Otros autores además de señalar el origen de tales alteraciones

han alertado acerca de las consecuencias de las mismas, en este sentido Warren y col. (1986) sugieren que el retraso en la menarquia y los intervalos de amenorrea, que reflejan hipoestrogenismo prolongado, pueden predisponer a las bailarinas de ballet a la escoliosis y fracturas óseas por estrés. Warren y col. (1991) encuentran que la densidad ósea está significativamente afectada en las bailarinas de ballet profesionales debido a la presencia de amenorrea pero que los efectos son generalmente dependientes del peso corporal.

El hecho de que la primera menstruación se alcance más tardíamente en las atletas que en las no atletas es, para Malina y Bouchard (1991), el resultado de los niveles más altos de competición y sugieren que el entrenamiento intensivo influye en los niveles circulantes de hormonas gonadotropinas y ováricas en correspondencia con la menarquia retrasada. Dusek (2001) al estudiar atletas activas de Zagreb, entre ellas bailarinas de ballet, destaca que la alta intensidad del entrenamiento antes de la primera menstruación pospone su aparición.

Broso y Subrizi (1996) concluyen que la disfunción menstrual observada en mujeres con actividad física muy intensa estuvo asociada con pérdidas significativas de peso, disminución de la grasa corporal, historia previa de disfunción menstrual, estrés e intensidad del entrenamiento. Señalan que una complicación asociada a la amenorrea es la pérdida del contenido mineral y la densidad ósea.

Es difícil separar el papel del estrés del resto de las circunstancias, como causa de los trastornos de la pubertad, se ha observado que las amenorreas son más frecuentes en atletas con una personalidad estresada (Schwartz y col., 1980).

De forma más reciente investigadores como Mocanu y col. (2001) han señalado que los trastornos alimentarios, el ejercicio severo, o la malnutrición están asociados a este acontecimiento, y destacan que la conexión entre el status metabólico y la función reproductiva podía estar dada por sustancias como la insulina, aminoácidos, IGFBP-I y la leptina. Ellos encontraron bajos niveles de leptina en mujeres de bajo peso con oligomenorrea y amenorrea.

La leptina, hormona descubierta en 1994 y producida por el tejido adiposo blanco, según apuntan Ovies Carballo, Verdeja Varela y Santana Pérez (1999), ejerce control en la secreción hipotalámica de GnRH y puede constituir un factor permisivo en el inicio y mantenimiento del desarrollo puberal y que las deficiencias posteriores, como ocurre en sujetos con depósitos grasos escasos, trae como consecuencia trastornos de la función reproductiva.

Se ha planteado a la leptina como un nuevo eslabón en los mecanismos que regulan y determinan el inicio del desarrollo de la pubertad, tanto en modelos animales como en humanos, hay pruebas evidentes de que este agente hormonal estimula e interviene en el desarrollo de la pubertad y de la función reproductora. Es posible que cuando los depósitos grasos alcancen un punto crítico, se produzca un aumento de la síntesis y liberación de la leptina a nivel sanguíneo, la cual atravesaría la barrera hematoencefálica para actuar sobre los receptores hipotalámicos y estimular la liberación del factor hipotalámico regulador de la secreción de gonadotrofinas hipofisarias (LHRH), dando inicio a la liberación de las gonadotrofinas hipofisarias. La liberación subsecuente de FSH Y LH estimularía la secreción de los esteroides gonadales que conducirían al desarrollo del aparato reproductor y la inducción de la pubertad (Carrascosa y Yeste, 1999).

En mujeres con anorexia nerviosa, enfermedad psiquiátrica caracterizada por una disminución de la ingesta calórica, bajo peso y grasa corporal reducida y con frecuencia, infertilidad y amenorrea, los niveles de leptina son significativamente menores si se compara con mujeres con peso corporal normal y similar edad (Ferron y col., 1997; Grinspoon y col., 1996) Dado que la leptina se sintetiza en el tejido adiposo, una reducción en los almacenes de grasa traerían por consiguiente una disminución de sus niveles plasmáticos, lo que se postula como posible mecanismo desencadenante de los trastornos que aparecen en la función reproductiva de estas pacientes.

Recientemente en un estudio realizado en mujeres con amenorrea hipotalámica y peso corporal normal, pero con una reducción de la ingesta calórica, se encontró que existía disminución de los niveles séricos de leptina, demostrándose por primera vez hipoleptinemia, independientemente de la masa grasa (Kohrt, Landt y Birge, 1996).

Se ha demostrado que los niveles séricos de leptina varían a lo largo del ciclo menstrual y alcanzan su pico máximo en la fase luteal, coincidiendo con las concentraciones máximas de progesterona (Macut y Micic, 1998).

Sobre la expresión de la leptina influye el efecto de otras hormonas, entre ellas la testosterona, los glucocorticoides y la insulina. Estos datos, junto con un reporte reciente (Laghlín y Yen, 1997) de hipoleptinemia asociada a hipoinsulinemia en mujeres atletas, sugieren que alteraciones crónicas de los niveles de insulina endógena modulan la síntesis de leptina, lo cual es apoyado por un estudio reciente donde se vio que pacientes con poliquistosis ovárica tratados con diazoxide, un compuesto que redu-

ce la secreción de insulina, disminuía concomitantemente las concentraciones de leptina (Krassas y col., 1998).

En conclusión, la reciente identificación de la leptina vino, a aclarar muchos fenómenos del funcionamiento del eje reproductivo hasta ahora conocidos, pero no bien explicados. No obstante, éste es sólo el comienzo de un nuevo camino para transitar en este campo de la investigación.

IV. Consideraciones finales

Los resultados de los estudios realizados en Cuba hasta el presente no son consistentes en cuanto a mostrar una tendencia definida hacia la menarquia tardía en las estudiantes de ballet clásico, ni permiten establecer categóricamente que las alteraciones del ciclo reproductor, típicas de estas edades, son potenciadas en ellas, por el nivel de actividad física y estrés al que se ven sometidas. Se precisan aún de nuevas investigaciones que contemplen la individualidad del proceso de crecimiento y desarrollo mediante estudios longitudinales y del contexto particular en el que se desenvuelven.

De acuerdo con Soriguer Escofet y Esteva de Antonio (1987), la amenorrea o la pubertad tardía provocada por el ejercicio o la desnutrición pueden corresponder a un estado de adaptación y no deben ser consideradas como un “disturbio de la reproducción”, esta subfecundidad debería, según los autores, ser considerada como una adaptación ecológica a la presión del medio ambiente al ser más rentable desde el punto de vista poblacional disminuir la fertilidad que regular la población con una sobremortalidad.

Es innegable que la acción del entorno sobre el ser humano es un entramado de factores, pero es necesario establecer en qué medida cada uno de ellos o las propias interacciones, son mayormente determinantes en situaciones que a corto, mediano o largo plazo traerán consecuencias negativas en el desarrollo físico y la salud futura.

La formación de una bailarina conlleva la práctica de un alto nivel de actividad física a fin de lograr su calidad artística. Esto debe ocurrir sin comprometer los procesos normales de crecimiento y maduración, aspecto que profesores y entrenadores deben tener en cuenta para poder planificar correctamente el nivel de los entrenamientos y la complejidad de los compromisos artísticos. Las exigencias físicas y fisiológicas que progresivamente surgen en la formación de la bailarina la convierten en una atleta y, como tal, tiene que atender el cuidado y protección de su organismo.

Referencias

- BERDASCO, A., Romero J.M. (1984) *Antropometría nutricional del adulto joven*. Instituto de Desarrollo de la salud. Cuba
- BETANCOURT LEÓN, H. (2005) Consideraciones de género en la práctica profesional del ballet en Cuba. *Memoria del VI Taller Internacional Mujeres en el Siglo XXI*, 696-702. Universidad de La Habana. Cuba.
- BETANCOURT, H., Díaz, M.E. (2004) Hábitos de vida y salud reproductiva de bailarinas de la Escuela Cubana de Ballet. *Mneme – Revista virtual de Humanidades*, 11, 5. jul/sept (Disponible en <http://www.seol.com.br/mneme>)
- BROSO R., Subrizi R (1996) Gynecologic problems in female athletes. *Minerva Ginecol.* 48, 3:99-106.
- BRZECHFFA, P.R, Jakimiuk AJ, Agarwal Sk, Weitsman SR, Buyalos RP, Magoffin DA. (1997) Serum immunoreactive leptin concentrations in women with polycystic ovary syndrome. *J Clin Endocrinol Metabol.* 81:4166-9.
- CAINES, D. J., Brockoff (1987) Maturity assessment: A viable preventive measure against physical and psychological insult to the young athlete? *Phys. and Sportmed.* 15, 3: 67-72.
- CARMENATE, M.M. y Martínez A.J. (1991) Maduración sexual y ballet en Cuba. *Estudios de Antropología Biológica. V Coloquio de Antropología Física “Juan Comas”*: 365-374
- CARMENATE, M.M., Martínez A.J., Prado C., Ramírez A. (1994) *Ciclos menstruales en bailarinas adolescentes. en Biología de poblaciones humanas. Problemas metodológicos e interpretación ecológica*. Ed. Universidad Autónoma, Madrid: 789-794.
- CARRASCOSA, L. A y D Yeste F. (1999) Leptina: una hormona del tejido adiposo. *Rev. Chil. Nutr.* Vol 26, N°1.
- CLAESSENS, A.L.M., Beunen G.P., Nuyts M.N., Lefevre J.A., Wellens R.I. (1987) Body structure, somatotype, maturation and motor performance of girls in ballet schooling. *J Sport Med Phys Fitness*, 27, 3: 310-317.
- DUSEK, T. (2001) Influence of high intensity training on menstrual cycle disorders in athletes. *Croat. Med. J.* 42, 1:79-82.
- DÍAZ, M.E., Rebozote J., Martínez A., Toledo E., Wong I., Moreno V., y Matos D. (2003) Desarrollo físico y estado nutricional en estudiantes de ballet. *VIII Simposio de Antropología Física “Luis Montané”*. Universidad de La Habana, Cuba.
- FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS “JULIO TRIGO LÓPEZ”. Depar-

- tamento de Crecimiento y desarrollo. (s.f.) *Variaciones del desarrollo físico y el estado nutricional en la población de Ciudad de La Habana, 1972-1998*. Informe de Investigación. Ministerio de Salud Pública.
- FERRETI, J.L. (1989) Alteración de la función reproductiva femenina por el ejercicio. *Actualizaciones en Ciencias del Deporte, ABCD*. 1,1: 10-14
- FERRON, F., Considine R.V., Peino R., Lado I.G., Diéguez C., Casanueva F.F. (1997) Serum leptin concentrations in patients with anorexia nervosa, bulimia nervosa and non-specific eating disorders correlate with the body mass index but are independent of the respective disease. *Clin Endocrinol*. 46: 289-93.
- FRISCH, R.E. (1976) Fatness of girls from menarche to age 18 years with a nomogram. *Hum. Biol*. 48: 353-359
- FRISCH, R.E. (1987) Body fat, menarche fitness and fertility. *Hum. Reprod*. 2, 6:521-533.
- FRISCH, R.E., Revelle R (1971) Height and weight at menarche and hypothesis of critical body weights and adolescents events. *Science*; 169; 397
- GRINSPOON S., Gulick T., Askari H., Landt M., Lee K., Anderson E. (1996) Serum leptin levels in women with anorexia nervosa. *J Clin Endocrinol Metabol*. 81:3861-3.
- GUILLET, R. (1985) Manual de Medicina del Deporte. 2da. ed.
- GUTIÉRREZ LÓPEZ, K. (2005) Maduración sexual y composición corporal en bailarinas de ballet y danza de Cuba. Trabajo de Diploma en opción al título de Licenciado en Biología. Facultad de Biología, Universidad de La Habana.
- HAMILTON, L.H., Brooks-Gunn J., Warren M.P., Hamilton W.G. (1988) The role of selectivity in the pathogenesis of eating problems in ballet dancers. *Med. Sci. Sports Exerc*. 20, 6:560-565.
- HAMILTON, W.G., Hamilton, L.H., Marshall, P., Molnar, M. (1992) A profile of the musculoskeletal characteristics of elite professional ballet dancers. *Am J sport Med*, 20, 3: 267-273.
- JORDAN, J.R. (1979) Desarrollo humano en Cuba. Ed. Científico-Técnica. La Habana.
- KOVRT, W.M., Landt M., Birge S.J. (1996) Serum leptin levels are reduced in response to exercise training, but not hormone replacement therapy, in older women. *J Clin Endocrinol Metabol*. 81:3980-5.
- KRASSAS G.E., Kaltsas T.T., Pontikides N., Jacobs H., Blum W, Messinis I. (1998) Leptin levels in women with polycystic ovary syndrome before and after treatment with diazoxide. *Eur J Endocrinol*. 139:184-9.
- LAGHLIN G.A, y Yen S. S. C. (1997). Hypoleptinemia in women athletes:

- absence of a diurnal rhythm with amenorrhea. *J Clin Endocrinol Metabol.* 82:318-22.
- MACUT D. y Micic D. (1998) Leptin and human reproduction. *Med Pregl.* 51:410-4.
- MALINA R.M., Bouchard C. (1991) Growth, maturation, and physical activity. Human Kinetics Books. Champaign, Illinois.
- MARTÍNEZ FUENTES, A.J., Carmenate, M.M., Bello, O., Coyula, R., González O. (1986) Composición corporal, somatotipo y proporcionalidad en bailarines del Ballet Nacional de Cuba. *Estudios de Antropología Biológica*: 377-394
- MARTÍNEZ FUENTES, A.J., Vázquez Sánchez, V. y Betancourt H. (2004) *¿Compromete la actividad física intensa el proceso de maduración sexual femenino?*. Trabajo presentado en el VIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Antropología Biológica. Caracas, Venezuela. Octubre 25-28.
- MONAHAN, T. (1987) Treating athletic amenorrhea: a matter of instinct? *Phys. and Sportmed.* 15 (7): 184-189.
- OVIES CARBALLO, G., Verdeja Varela O.L. y Santana Pérez, F. (1999) Leptina y reproducción. *Rev Cubana Endocrinol*; 10 (3):191-97
- PRADO, C. (1984a) Secular change in menarche in women in Madrid. *Ann. Hum. Biol.* 11, (2): 165-166.
- PRADO, C. (1984b) Cambio secular en la edad de la menarquía según el "status" socioeconómico. *Bol Soc Esp Antropología Biológica* 5: 67-74.
- PRADO, C., Jiménez, J.M. y Rubén, M. (2002) La edad de la menarquía y aparición de caracteres sexuales secundarios: cambio secular en población cubana (1972-2000). *Rev Esp. Antrop. Biol.* 23: 57-64.
- PURETZ, S.L. (1986) Menses and exercise: attitudes and actions. *J. Sports. Med.* 26: 140-145.
- RAMSAY, R. y Wolman, R. (2001) Are synchronised swimmers at risk of amenorrhea? *Brit. J. Sports Med.*, 13 (5): 230-35.
- SILVA, L.C. (1989) *Regresión logística multivariada (RELODI)*. Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana. URI.
- SCHWARTZ, B., Cumming AC, Riordan E., Slye M., Yen SSC., Rebar RW (1980) Exercise associated amenorrhea; a distinct entity? *Am. J. Obstet. Gynecol.* 141: 662-670.
- SORIGUER ESCOFET, F.J.C. y Esteva de Antonio I. (1987) Nutrición y maduración sexual. *Endocrinología* 34, 3: 100-105.
- WARREN, M.P. (1980). The effects of exercise on pubertal progression and reproductive function in girls. *J Clin Endocrinol Metab*, 51, 1150-1157

- WARREN, M.P., Brooks-Gunn J., Fox R.P., Lancelot C., Newman D. Hamilton W.G. (1991) Lack of bone accretion and amenorrhea: evidence for a relative osteopenia in weight-bearing bones. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 72, 4: 847-853.
- WARREN, M.P., Brooks-Gun J., Hamilton L.H., Warren L.F., Hamilton W.G. (1986) Scoliosis and fractures in young ballet dancers. Relation to delayed menarche and secondary amenorrhea. *N. Engl. J. Med.* 314, 21:1348-1353.
- WILLIAMS, M. (1984) Oligomenorrhea and amenorrhea associated with exercise. A literature review. *Aust. Fam. Physician* 13, 9: 659-663.

COLECTIVO DE AUTORES

Dr. García Avendaño, Pedro. Antropólogo. Sociólogo. Docente e Investigador de pre y postgrado de la Universidad Central de Venezuela. Línea de trabajo: Rendimiento Humano, Deportes y Salud. Conferencista en eventos nacionales e internacionales, con diversas publicaciones especializadas en el área de Deporte y Cineantropometría.

Dra. Marrodan Serrano, María. Docente e Investigadora de pre y postgrado de la Universidad Complutense de Madrid, España. Línea de trabajo: Nutrición de las Poblaciones; Biodiversidad Humana, y Antropología Nutricional. Conferencista en eventos nacionales e internacionales, con diversas publicaciones especializadas en el área de Nutrición Humana.

Dr. Rodríguez Alonso, Carlos. Biólogo Humano. Docente e Investigador de pre y postgrado en Instituciones Científicas y Universidades de Cuba. Línea de Trabajo: Crecimiento y Desarrollo; Nutrición y Gerencia Deportiva Científico-Tecnológica. Conferencista en eventos nacionales e internacionales, con diversas publicaciones especializadas en el área de Control Biomédico y en la Selección de Talentos Deportivos.

Dra. Peña Reyes, María. Docente e Investigador de pre y postgrado de la Escuela Nacional de Antropología e Historia de la UNAM, México. Línea de Trabajo: Cuerpo, Forma y Movimiento. Conferencista en eventos nacionales e internacionales, con diversas publicaciones especializadas en el área de Crecimiento y Actividad Física.

Dr. Romero Collazos, Juan Francisco. Nutrición y Dietética. Miembro del Grupo de Investigación en Biomedicina U.C Madrid. Línea de Trabajo: Valoración de la Condición Nutricional de las Poblaciones. Conferencista en eventos nacionales e internacionales, con diversas publicaciones especializadas en el área de Optimización del Rendimiento Deportivo y Cineantropometría.

Dr. Martínez Fuentes, Antonio. Antropólogo. Docente e Investigador de pre y postgrado de la Universidad de la Habana, Cuba. Línea de Trabajo: Antropología Biomédica; Crecimiento y Desarrollo Humano; Actividad Física y Salud. Conferencista en eventos nacionales e internacionales, con publicaciones especializadas en el área de Bioantropología.

Prof. Flores Esteves, Sandra. Licenciada en Ciencias Estadísticas. Docente e Investigador de la Universidad Central de Venezuela. Línea de Trabajo: Estadística Aplicada a la Bioantropología. Conferencista en eventos nacionales e internacionales, con diversas publicaciones especializadas en el área de Estadísticas.

Prof. Rodríguez Bermúdez, Armando. Antropólogo. Docente e Investigador de la Universidad Central de Venezuela. Línea de Trabajo: Antropología Aplicada al Deporte. Conferencista en eventos nacionales e internacionales, con diversas publicaciones especializadas en el área de Deportes.

Investigador. Brito Navarro, Pedro. Antropólogo. Miembro del Grupo de trabajo de la Unidad de Rendimiento Humano, Deporte y Salud de la Universidad Central de Venezuela. Cursante de Doctorado en Ciencias Sociales, con publicaciones en el el área de Bioantropología.

Investigador. Peña Oliveros, Rubén. Antropólogo. Miembro del Grupo de trabajo de la Unidad de Rendimiento Humano, Deporte y Salud de la Universidad Central de Venezuela. Cursante de Doctorado en Ciencias Sociales, con publicaciones en el el área de Bioantropología.

ADAPTACIONES BIOLÓGICAS EN NIÑOS Y ADOLESCENTES DEPORTISTAS PARA EL ALTO RENDIMIENTO

Cuando se trabaja para niños y niñas deportistas, que se hallan en proceso de crecimiento, desarrollo y maduración, el cuidado y dedicación que deben tener entrenadores y profesores de Educación Física se convierten en problemas de primer orden para preservar la salud y su vida deportiva. En un mundo globalizado en donde se rinde culto a los triunfadores, en muchas oportunidades se les exige a estos jóvenes talentos dedicación y esfuerzos al máximo para obtener el éxito, en ocasiones sobrepasando sus capacidades biológicas aún en desarrollo. Es por ello que los encargados de esta laboriosa y delicada función, deben procurar que el deporte para la alta competencia no sea perjudicial para su bienestar tanto físico como mental. En ese sentido, la selección, detección y orientación de los noveles atletas, el control biomédico del entrenamiento, la recuperación y la adecuada alimentación están dirigidos hacia organismos que morfológicamente no han alcanzado su madurez y, por lo tanto, la regla de oro que deben tener presente los involucrados en conducir esta actividad física tan exigente, es respetar y conocer las adaptaciones biológicas, es decir, los cambios y transformaciones que sufre el cuerpo humano infantil, y su relación con las cargas de los entrenamientos. En esta obra se aborda desde un punto de vista transdisciplinario, de manera sencilla pero rigurosa esta problemática reuniendo los aportes de noveles y experimentados investigadores de Cuba, España, México y Venezuela. Ellos orientan sus esfuerzos, en cuanto a tiempo y dedicación, para presentar al lector interesado algunos fundamentos básicos que guíen la comprensión de tan complejo proceso. En definitiva esta publicación va dirigida a los profesores de Educación Física, entrenadores y todo aquel que se involucre con el deporte en menores.