

Revista antioqueña de

Medicina

Alfonso Quiroz

ACTIVIDAD FÍSICA DE UN DÍA ENTERO, EN NIÑOS CON
DISCAPACIDAD VISUAL.

APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE FUERZA ISOMÉTRICA MÁXIMA
(MOREHOUSE) A UN GRUPO DE DEPORTISTAS DE ALTO RENDIMIENTO.

CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS DE LOS GIMNASTAS
PARTICIPANTES EN EL V CAMPEONATO PANAMERICANO,
JULIO DE 1997, MEDELLÍN, COLOMBIA.

LA UREA COMO MARCADOR BIOQUÍMICO DEL ENTRENAMIENTO
DEPORTIVO.

INESTABILIDAD DEL CARPO EN BOXEADORES, SÍNDROME DE
IMPACTACIÓN DEL CARPO.

USO DE ESTEROIDES Y SUSTANCIAS PROHIBIDAS (DROGAS)
POR ATLETAS JÓVENES.

RESPUESTAS CARDÍACAS AL EJERCICIO EN NIÑOS.

Deportiva

Y ciencias aplicadas al deporte y a la actividad física

Volumen 2, Número 1 Marzo de 1999

XVIII
CONGRESO PANAMERICANO DE MEDICINA DEPORTIVA
COPAMEDE

Medellín - Colombia junio 14 al 18

Nuevo en Colombia

Ginsana® contribuye a mejorar el rendimiento general del organismo sin producir doping ni adicción.

Ginsana® es un producto fitoterapéutico que cumple con todos los estándares farmacéuticos y farmacológicos de investigación y desarrollo.

- ✓ Mejora la captación de oxígeno por los tejidos.
- ✓ Disminuye la concentración de ácido láctico muscular durante el ejercicio.
- ✓ 100% natural.



Cápsulas de gelatina blanda.
Caja por 30 unidades.

Vitalidad que se siente

Registro Invima N-006240



**Boehringer
Ingelheim**

COMPOSICIÓN: Cada cápsula contiene: Extracto de Ginseng estandarizado altamente concentrado G-115 [Fabricados de raíces de la mejor calidad de la Panax Ginseng C.A. Meyer genuina] de 100 mg. **INDICACIONES:** Estimulante. **ADMINISTRACIÓN Y POSOLOGÍA:** Adultos: la dosis diaria recomendada es de 2 cápsulas: una con el desayuno y una con el almuerzo. **CONTRAINDICACIONES:** Hipersensibilidad a alguno de sus componentes. **NIÑOS:** No se recomienda su uso en niños. **INTERACCIONES:** Hasta la fecha no se han presentado interacciones con otros fármacos o alimentos. **EMBARAZO Y LACTANCIA:** Los estudios de reproducción en animales usando el extracto estandarizado de Panax Ginseng G-115 no demostraron ninguna alteración de la fertilidad, ni ningún efecto teratogénico. Sin embargo, hasta el momento no se han realizado estudios controlados en mujeres embarazadas. **EFECTOS SECUNDARIOS:** Hasta la fecha no se han reportado efectos serios relacionados con el uso de las cápsulas de GINSANA. **SOBREDOSIFICACIÓN:** Hasta el momento no se ha observado una sobredosis en animales o en humanos. **PROPIEDADES:** **Farmacológicas:** Las acciones farmacológicas del extracto estandarizado de Panax Ginseng G-115 se consideran no sólo atribuyibles a los ginsenoides, sino también a los glicanos, polisacáridos y probablemente a los poliacetilenos y a otras sustancias aún por identificar de la raíz de la planta Panax Ginseng C.A. Meyer. **Farmacodinámicas:** El extracto estandarizado de Panax Ginseng G-115 aumenta el nivel general de actividad celular, que se expresa por un aumento pronunciado en la capacidad física y mental. **Farmacocinéticas:** Debido a que el extracto estandarizado de Panax Ginseng G-115 es un extracto complejo que contiene más de 200 diferentes sustancias identificadas, es difícil realizar estudios farmacocinéticos. Sin embargo se han realizado estudios farmacocinéticos de ginsenoides individuales purificados en varias especies animales. **TOXICOLOGÍA:** **Aguda:** La DL50 oral del extracto estandarizado de Panax Ginseng G-115 es más de 5 g/kg de peso corporal en los ratones y las ratas y más de 2 g/kg en los cerdos. **PRECAUCIONES ESPECIALES PARA EL ALMACENAMIENTO:** Mantener cerrado en un lugar seco a temperatura ambiente (15-25°C / 59°F - 77°F), protegerse de la luz y mantenerse fuera del alcance de los niños. **PRESENTACIÓN:** Cápsulas de gelatina blanda para uso oral (INVIMA N-006240).

Mayor información disponible a solicitud del cuerpo médico.

Revista antioqueña de

Medicina Deportiva

Y ciencias aplicadas al deporte y a la actividad física

Revista Antioqueña de Medicina Deportiva y Ciencias Aplicadas al Deporte y a la Actividad Física.

Publicación oficial semestral de la División de Medicina Deportiva.
Indeportes Antioquia.

COMITÉ EDITORIAL

ÁLVARO ORTIZ U.
Medicina Deportiva

HILDA NORA JARAMILLO L.
Facultad de Medicina
Universidad de Antioquia

FELIPE MARINO I.
Medicina Deportiva

OLGA LUCÍA QUIROZ B.
Nutrición y Dietética

MAURICIO RICO S.
Medicina Deportiva

TRADUCTOR

JUAN CARLOS QUICENO N.
Medicina Deportiva

REVISOR DE TEXTOS Y CORRECTOR DE ESTILO

CÉSAR GONZÁLEZ L. de M.

DISEÑO GRÁFICO Y DIAGRAMACIÓN

dpm
diseño - publicación - maquetación
Telefax: (574) 260 2716

IMPRESIÓN

IMPREGÓN S.A.

CONSULTORES INTERNACIONALES

CARLOS RODRÍGUEZ.
Cineantropometría. Cuba.

HOWARD KNUTTGEN.
Fisiología del ejercicio. USA.

GRACIELA NICOT.
Bioquímica del Deporte. Cuba.

VICTOR RODRÍGUEZ MATZUDO.
Medicina comunitaria. Brasil

LUIS RAMÍREZ.
Nutriólogo del deporte. Cuba.

JAN HELLER
Fisiología del ejercicio. República Checa

NACIONALES

JESÚS CAMACHO P.
Cineantropometría.

FERNANDO MONTOYA M.
Ciencias básicas biomédicas.

WINSTON TOBÓN O.
Traumatología deportiva.

LUIS FERNANDO GARCÍA M.
Metodología Investigativa.

FEDERICO DÍAZ G.
Metodología Investigativa.

CARLOS JOSÉ JARAMILLO G.
Rehabilitación cardíaca.

JOAQUÍN DUQUE P.
Biomecánica.

ROCÍO GÁMEZ M..
Nutrición.

RUTH GALLO F.
Nutrición. Fisiología.

EDUARDO PAZ G.
Entrenamiento deportivo.

HECTOR IVÁN GARCÍA G.
Bioestadística.

JOEL ROJAS J.
Fisiología del ejercicio.

A NUESTROS COLABORADORES

La Revista Antioqueña de Medicina Deportiva y Ciencias Aplicadas a la Actividad Física y al Deporte es el órgano oficial de la División de Medicina Deportiva de Indeportes Antioquia.

Esta publicación acoge los trabajos de investigación, las revisiones y las comunicaciones emanadas de los miembros de la División, al igual que de colaboradores que trabajan en el campo de la medicina y las ciencias aplicadas a la actividad física y al deporte. La revista se publica semestralmente con circulación nacional e internacional a través de canje bibliográfico con centros de documentación universitaria, científica, médica y deportiva o por suscripción anual.

Los artículos originales deben enviarse al comité editorial de Indeportes Antioquia para ser evaluados. Deben poseer alto valor científico e incluir resultados de la investigación teórica y aplicada directamente a los campos de la medicina y las ciencias aplicadas a la actividad física y al deporte. Deben ser inéditos y no podrán ser enviados a otras revistas, mientras estén bajo consideración del comité editorial.

Los trabajos que se presentan para la publicación serán aceptados, según su originalidad y calidad, al igual que por la claridad de la interpretación y de su aplicación conceptual en el campo de la medicina deportiva y las ciencias aplicadas a la actividad física y al deporte en nuestro medio.

El comité editorial, de común acuerdo con el autor, podrá hacer las modificaciones que considere necesarias para mejorar la calidad de los artículos.

Los autores son responsables de los conceptos, opiniones y conclusiones expuestos en los artículos, y su publicación en la revista no significa acuerdo

del comité editorial con su contenido.

Los artículos serán publicados según el orden de aceptación y no el de entrega. Una vez publicados, la revista se reserva los derechos de copia y reproducción de todos los materiales publicados y ese material no podrá ser reproducido sin permiso del comité editorial.

Cada autor(es) recibirá(n) tres ejemplares de la revista sin costo alguno.

CATEGORÍA DE LOS ARTÍCULOS

Revisiones: establecen el estado actual del desarrollo científico de un área en particular y pueden contener la opinión personal del autor, con respecto a su campo de trabajo. Se acepta un máximo de 20 páginas tamaño carta escritas a doble espacio.

Artículos Originales: son el aporte minucioso del trabajo experimental o clínico y con posibilidades de compararlo con otros del mismo campo con aportes para su desarrollo o modificación. Se acepta un máximo de 18 páginas tamaño carta, escritas a doble espacio.

Comunicaciones cortas: son los reportes de casos o descripción de detalles de nuevos métodos y resultados experimentales. Se acepta un máximo de cuatro páginas tamaño carta escritas a doble espacio.

PREPARACIÓN DEL MANUSCRITO

Deben ser enviadas dos copias, en hojas tamaño carta (21,5 x 28 cms), por un solo lado, con márgenes de tres centímetros como mínimo, escritas

con procesador de palabras a doble espacio. Debe enviarse además, el disquete correspondiente, con indicación del programa utilizado.

El orden debe ser: nombre, inicial del segundo nombre y primer apellido, la inicial del segundo apellido, también puede agregarse, siempre y cuando todos los autores lo tengan.

Titulo conciso y claro pero informativo preferiblemente de no más de 20 palabras.

Palabra clave (máximo ocho).

Deben aparecer todos los coautores del artículo.

Nombre de la institución a que pertenecen y localidad donde se hicieron las investigaciones.

Nombre y dirección del autor o coautor a quienes se deben enviar las comunicaciones con respecto al artículo.

Agradecimiento a fondos de investigación, instituciones y personas que contribuyan al trabajo de manera decisiva.

La segunda página del manuscrito debe contener un resumen del contenido científico de no más de 250 palabras, en español.

La tercera página debe contener el resumen y las palabras clave en inglés.

El texto del manuscrito debe estar distribuido en la siguiente forma:

Introducción

Se escribe el propósito del trabajo y su ubicación en el campo conceptual y científico del área, al igual que su posible relación con otros trabajos de temática semejante.

Materiales y métodos

Se describen en forma clara y concisa la selección de los sujetos experimentales u observacionales. Se identifican los métodos desarrollados, los equipos y los aparatos, señalando su referencia o mención

comercial entre paréntesis, del mismo modo, se describen los procedimientos en detalle, de modo que permita a otros investigadores reproducir los resultados.

Se deben dar las referencias de los métodos estadísticos utilizados; deben darse referencias y descripciones breves de los métodos que han sido publicados pero que no han sido bien descritos.

Se deben describir en forma clara y concisa los métodos nuevos o los sustancialmente modificados, dar las razones para su utilización y evaluar sus limitaciones.

Cuando se reporten experimentos con humanos, se debe indicar si los procedimientos seguidos están acordes con las normas éticas del Comité de Experimentación Humana de la institución en la cual los experimentos fueron hechos, de acuerdo con la declaración de Helsinki de 1975.

Se deben identificar en forma precisa todas las drogas y los compuestos químicos utilizados, incluyendo el nombre genérico, la dosificación y las rutas de administración. No se deben utilizar los nombres, las iniciales de los pacientes, ni los números hospitalarios.

Resultados

Éstos se deben presentar en forma concisa y comentada y no deben duplicar los contenidos de las tablas y gráficas. Los resultados cuantitativos deben incluir el montaje estadístico y se debe enunciar el procedimiento estadístico utilizado.

Los autores deben expresar las cantidades, unidades y fórmulas de acuerdo con las recomendaciones del Sistema Internacional (unidades ST) y del ICONTEC. Todas las mediciones deben ser dadas en unidades métricas, con los decimales separados por comas, no por puntos.

Discusión

En ella se enfatizan los aspectos nuevos e importantes del estudio y las conclusiones que origina. No se deben repetir en detalle los datos de la

sección de resultados.

Se deben incluir las implicaciones de los hallazgos y sus limitaciones, al igual que las relaciones con otros estudios relevantes.

Las conclusiones se deben asociar con los objetivos del estudio, pero se evitará el planteamiento de suposiciones o presunciones no apoyadas completamente por los datos. Se debe evitar el reclamar prioridad o alusión al trabajo que aún no ha sido completado.

Se deben plantear nuevas hipótesis cuando se consideran garantizadas, pero definiéndolas claramente como tales.

Se pueden incluir recomendaciones cuando sea apropiado hacerlo.

Tablas e ilustraciones

Las tablas y las ilustraciones deben ser numeradas con caracteres arábigos en la secuencia que aparezca en el texto. Cada ilustración debe estar acompañada en una hoja aparte con una leyenda de no más de 40 palabras. Las tablas deben ser explicativas y poseer un título corto.

Las ilustraciones y las tablas pueden ser graficadas en computador. Las abreviaturas utilizadas deben ser explicadas en la leyenda o en la parte inferior de la tabla o de la ilustración.

En caso de utilizar fotografías se deben enviar copia, en papel brillante, tamaño postal o diapositiva de alto contraste.

Referencias

En la bibliografía no pueden aparecer otras referencias diferentes a las anunciadas en el texto. Las referencias en el texto deben ser citadas con números arábigos entre paréntesis en orden de aparición. Los títulos de las revistas deben ser abreviados de acuerdo con la última edición del Index Medicus.

Ejemplo de Referencias

Artículo de revista, un autor.

Rilema JA. Cyclic nucleotides and the effect of prolactin on uridine incorporation into RNA in mammary gland explants of mice. *Horm Metab Res* 7:45-49,1975.

Artículos de revista, con dos o más autores (todos los coautores deben ser mencionados):

Ferguson RJ, McMaster JH, Stunitsni CL. Low back pain in college football linemen. *J Sports Med.* 2: 63-80,1974.

Libro completo

Dingle JT (De): Lysosomes. New York, American Elsevier, 1972, p. 65.

Capítulo de libro

Zanchetti A, Baccelli B, Guazzi M, Mancina G. The effect of sleep on experimental hypertension. In Onesti G, Kim KE, Moyer JH. (Eds): Hypertension: Mechanisms and Management. New York, Grune and Stratton, 1973, pp 133-140.

CONGRESO PANAMERICANO DE MEDICINA DEPORTIVA

COPAMEDE XVIII

¡BIENVENIDOS!

Medellín - Colombia junio 14 al 18
Palacio de Exposiciones y Convenciones de Medellín S.A.

Revista antioqueña de

Medicina Deportiva

Y ciencias aplicadas al deporte y a la actividad física

Editorial

Preocupados por las altas cargas de entrenamiento a las cuales se viene sometiendo a los niños cuando, a muy temprana edad, se les orienta a la práctica de una disciplina deportiva, en aras a construir "campeones", nos vimos en la imperiosa necesidad de realizar entre el 23 y 24 de septiembre de 1998 el Tercer congreso internacional de medicina deportiva y ciencias aplicadas al deporte, cuyo tema central fue "la actividad física y el deporte competitivo en niños".

En él participaron destacados deportólogos, pediatras, entrenadores y especialistas en ciencias aplicadas al deporte, quienes abordaron el tema desde el crecimiento y desarrollo, antes, durante y después de la pubertad, etapas cronológicamente muy cercanas, pero muy distintas en cuanto a sus respuestas, hasta "planificación del entrenamiento en edades escolares" y "el fenómeno del dopaje en los niños".

Por desconocimiento de las manifestaciones y respuestas orgánicas ante una actividad física con fines competitivos, los entrenadores y los padres de familia precipitan en el niño alteraciones, muchas de ellas irreparables.

Debemos buscar que el deporte en los niños contribuya a su formación y su desarrollo neuropsicomotor, fundamental para el alto rendimiento y no a la producción temprana de "campeones de papel" que nunca alcanzarán la madurez deportiva y, por lo tanto, un adecuado desempeño competitivo.

En esta edición presentamos a ustedes algunos de los trabajos y una serie de conclusiones y recomendaciones que esperamos sirvan de guía para la práctica de la actividad física y el deporte competitivo en los menores de 15 años.

Comité editorial.

Revista antioqueña de

Medicina Deportiva

Y ciencias aplicadas al deporte y a la actividad física

E-mail: indeportes.medi@epm.net.co
www.ramd.com

Índice

Revista antioqueña de

Medicina Deportiva

Y ciencias aplicadas al deporte y a la actividad física

CONTRIBUCIÓN EXTRANJERA

ACTIVIDAD FÍSICA DE UN DÍA ENTERO, EN NIÑOS CON DISCAPACIDAD VISUAL

12

Valdac Bunc, Jarmilla Segetová, Lucie Safarikova and José F. Horcic.

ARTÍCULO ORIGINAL

APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE FUERZA ISOMÉTRICA MÁXIMA (MOREHOUSE) A UN GRUPO DE DEPORTISTAS DE ALTO RENDIMIENTO.

18

Luis H. Valbuena R., Diana Patricia Díaz H., Álvaro Ortiz U., Hilda N. Jaramillo L.

ARTÍCULO ORIGINAL

CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS DE LOS GIMNASTAS PARTICIPANTES EN EL V CAMPEONATO PANAMERICANO, JULIO DE 1997, MEDELLÍN, COLOMBIA.

24

Olga Lucía Quiroz Bastidas, Jesús Antonio Camacho Pérez, Juan Carlos Quiceno N.

REVISIÓN DE TEMAS

LA UREA COMO MARCADOR BIOQUÍMICO DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO

32

Martha Lucía Orrego L., Graciela Nicot Balón., Hilda N. Jaramillo L.

CASO CLÍNICO

INESTABILIDAD DEL CARPO EN BOXEADORES, SÍNDROME DE IMPACATACIÓN DEL CARPO: INFORME DE UN CASO.

40

Felipe Marino I., Horacio Yepes.

III CONGRESO

USO DE ESTEROIDES Y SUSTANCIAS PROHIBIDAS (DROGAS) POR ATLETAS JÓVENES

44

Delphis Richardson

III CONGRESO

RESPUESTAS CARDÍACAS AL EJERCICIO EN NIÑOS

48

Thomas W. Rowland.

IN MEMORIAM: Prof. Dr. Richard Rost

UN CORAZÓN QUE LATIÓ POR LA MEDICINA DEPORTIVA.

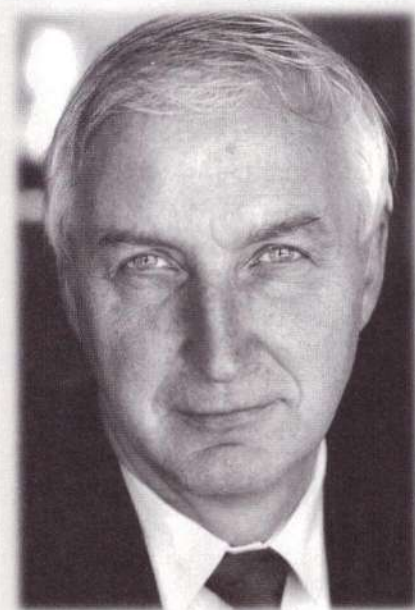
ANGELA OROZCO MAZO

Tecnología en recreación y deportes especialista en salud cardiovascular
División de medicina deportiva Indeportes Antioquia

"Envejecer sanamente para morir lo más saludable posible y en el mejor de los casos por un infarto fulminante en el campo de tenis" éste era el lema y al mismo tiempo el deseo del profesor Richard Rost, director del Instituto de Investigaciones Cardiovasculares y Medicina Deportiva de la Universidad Alemana del Deporte en Colonia, de quien lamentamos profundamente su muerte, ocurrida el pasado 26 de diciembre de 1998.

El profesor Rost nació en Görlitz el 4 de febrero de 1940, creció e hizo sus estudios de medicina en Würzburg y luego en Berlín, para regresar a Würzburg, donde se especializó en medicina interna y cardiología.

Desarrolló un amplio trabajo científico en el campo de la cardiología y la medicina deportiva orientado a la prevención y rehabilitación de enfermedades cardiovasculares, en la universidad de Dortmund y muy especialmente en el Instituto de Investigaciones Cardiovasculares y Medicina Deportiva de la Universidad Alemana del Deporte en Colonia. En 1990 fue nombrado en este instituto, sucesor del profesor Wildor Hollmann, como director. Allí, conjuntamente con algunos de sus colaboradores, había comenzado a trabajar desde 1973 en lo que hoy se denomina el "Modelo de Colonia", una propuesta sistemática de rehabilitación cardíaca ambulatoria, donde el ejercicio físico es la base de un programa integral; esto, sumado a sus libros, innumerables publicaciones y trabajos experimentales, constituyen un valioso aporte a la medicina deportiva, la cardiología y la promoción de la salud



mediante el ejercicio, no sólo en Alemania, sino en todo el mundo.

Otro de sus valiosos aportes fue la aplicación de la ecografía al corazón en reposo (ecocardiografía) para la diferenciación del síndrome del corazón de atleta y la hipertrofia cardíaca patológica.

El profesor Rost era así mismo Prorektor de la Universidad Alemana del Deporte, Director de la sección de rehabilitación y deporte con limitados físicos de la Asociación Alemana de Medicina Deportiva y miembro de la junta directiva de la Sociedad Alemana para la Prevención y Rehabilitación de Enfermedades Cardiovasculares.

Richard Rost se caracterizó por su aguda inteligencia, su excelente retórica combinada con su singular sentido del humor, ironía y espontaneidad, que hacían de todas sus charlas y conferencias, momentos para aprender y disfrutar al mismo tiempo.

Trabajaba arduamente, pero también sabía disfrutar de la vida y de las cosas simples. En sus viajes de carácter académico, aprovechaba para conocer otras culturas y hablar en otros idiomas, gozaba en sus partidos de tenis al medio día. Nunca abandonó sus excursiones a los Alpes para esquiar con sus hijas y sus pacientes coronarios cada año, con los cuales también jugaba voleibol dos veces por semana; amaba el carnaval de Colonia, la cerveza Kölsch y el café de Colombia, .

El profesor Rost fue un gran amigo y colaborador

científico de Latinoamérica y muy especialmente de Colombia, país que conoció de punta a punta y donde, además de tener buenos amigos, participó en numerosos congresos.

Como director del Instituto de Investigaciones Cardiovasculares y Medicina Deportiva de la Universidad Alemana del Deporte en Colonia, siempre abrió sus puertas a los colombianos, así como lo hizo con estudiantes japoneses, brasileños, hindúes, mexicanos, pues éste era realmente el instituto más internacional de la DSHS en Colonia.

El profesor Rost era un tutor exigente, pero siempre dispuesto y generoso con sus "pupilos", para lo cual era obligatorio hablar alemán. Como amigo era incomparable e incondicional y fue siempre tan agradable compartir con él en su oficina "el cafecito de rigor" así como hacer pequeñas tertulias bilingües, llamadas por él de "castelman" en las que se interesaba por aprender expresiones populares para "descrestar" a sus interlocutores hispanoparlantes como "songo sorongo" o, simplemente, charlar sobre las culturas alemana y colombiana.

Richard Rost fue un hombre que vivió intensamente, porque amaba la vida y su trabajo; fue un apóstol de la salud, la cual le fue esquiva tan temprana y súbitamente y nada ni nadie pudieron cambiar esta realidad que aún no logramos aceptar quienes lo conocimos.

El profesor W. Hollmann, en el homenaje póstumo, dijo: **"Ni toda la oscuridad del mundo alcanzaría para apagar la luz que Richard Rost dejó encendida en nuestro instituto y que nos acompañará por siempre"**. Y como esa luz, sus enseñanzas seguirán iluminando nuestro trabajo, y su recuerdo permanecerá en nuestros corazones con la admiración, la gratitud y el cariño de quienes compartimos parte de su vida. Va éste, nuestro más sentido homenaje en su memoria.

Medellín, Colombia, Mayo de 1999.

ACTIVIDAD FÍSICA DE UN DÍA ENTERO, EN NIÑOS CON DISCAPACIDAD VISUAL

VADAC BUNČ, JARMILA SEGET'OVÁ, LUCIE SAFARIKOVÁ and JOSEF HORCIC.

Sport Research Laboratory Faculty of Physical Education and Sports Charles University Prague, Czech Republic.

Traducción: Juan Carlos Quiceno Noguera

RESUMEN

La relación entre actividad física y salud ha sido demostrada en la población adulta. Poco se sabe sobre la actividad física en niños sanos y prácticamente nada sobre niños con discapacidad visual. En este estudio se midieron los patrones de actividad física en niños de 10 a 12 años, se monitoreó la FC un día entero, para determinar la FC durante el sueño y el grado de desviación de la FC en el sueño con respecto a las horas de vigilia. Once niños y diez niñas, ambos con discapacidad visual (según la clasificación internacional B2 y B3), tomaron parte en este estudio. Durante el período de sueño niños y niñas promediaron una FC de 66(DE = ± 9 latidos.min⁻¹) y 71 (8) latidos.min⁻¹, respectivamente. Estos valores son prácticamente los mismos de sujetos saludables de la misma edad, 66 (7) y 73 (6), respectivamente. La FC durante las horas de vigilia fue significativamente más alta en niños y niñas discapacitados [108 (7) y 106 (10), respectivamente] que en los sanos [84 (9) y 93 (8), respectivamente]. La incidencia de la actividad sostenida a intensidades mayores de 139 latidos.min⁻¹ (umbral de FC que se relaciona con beneficios de salud y acondicionamiento físico) alcanzada por los niños fue 2,2 (2,5)% del total de tiempo de vigilia y las niñas alcanzaron 1,7 (1,2)% del total de horas de vigilia. Ninguno de los niños o niñas alcanzaron un período de 10 minutos a esta intensidad. A pesar de la pequeña muestra utilizada, los datos de este estudio reafirman hallazgos previos que indican cómo los niños checos discapacitados y los niños sanos tienen similitud con respecto a bajos niveles de actividad física habitual. Los niveles altos de la FC durante el tiempo de vigilia de los niños discapacitados cuando se comparan con los niños sanos, es probablemente causada por una continua tensión muscular en los niños discapacitados.

PALABRAS CLAVE:

Actividad física, monitoreo de la frecuencia cardíaca, niños con discapacidad visual.

Este proyecto fue auspiciado por el Ministerio de Educación de la República Checa - Grant No RS 97171.

SUMMARY

The relationship between physical activity and health has been established in adult population. Less is known about the

antecedents of physical activity in healthy children and practically nothing among visually handicapped children. In this study physical activity patterns were measured in children of 10-12 years, using whole day HR monitoring to determine their sleeping HR and the the degree of deflection from sleeping HR during waking hours activity. Eleven boys and ten girls both visually handicapped (according to internationally classification B2 and B3) to take part in this study. During the sleep period boys and girls HR averaged 66(SD = ± 9 beats.min⁻¹) and 71(8) beats.min⁻¹, respectively. These values were practically the same as in healthy subject of the same age [66(7) and 73(6), respectively]. Heart rate during waking hours were significantly higher in handicapped children [108(7) and 106(10), respectively] than in healthy children [84(9) and 93(8), respectively]. The incidence of sustained activity at intensities >139 beats.min⁻¹ (HR threshold which is connected with health and fitness related benefits) achieved boys for 2.2(2.5)% of total waking time and girls achieving 1.7(1.2)% of total waking hours time. None of the boys or girls achieved more than one 10 min period at this intensity. Despite the small sample size used, data from this study re-affirm previous findings that Czech handicapped children have similarly as the healthy children low levels of habitual physical activity. The higher level of HR during waking time in handicapped children than in healthy children is probably caused by continuous muscle tension in handicapped children.

KEY WORDS:

physical activity, heart rate monitoring, visually handicapped children

This project was supported by the Ministry of Education of the Czech Republic - Grant No RS 97171.

INTRODUCCIÓN

La relación de la actividad física con el acondicionamiento físico, e indirectamente con el estado de salud, ha sido demostrada con frecuencia en la población adulta (p. ej. Blair et al. 1992, Powell

et al. 1992) y en niños sanos físicamente activos (Atkins et al. 1995). Poco se sabe acerca de los antecedentes de la actividad física en niños sin "entrenamiento físico" regular (mínimo tres veces por semana con intensidad mayor del 75% de la FC máxima), y prácticamente nada se sabe acerca de los antecedentes de actividad física en niños con discapacidad visual.

Hace algunos años, el Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM, 1976) desarrolló unas guías para determinar la cantidad de ejercicio apropiado para mejorar la condición física. A estas guías se les llama con frecuencia guías de prescripción del ejercicio, porque fueron desarrolladas con la intención de definir la intensidad y frecuencia de ejercicio, de corta duración, requeridas para mejorar el acondicionamiento cardiovascular. Las primeras guías de prescripción del ejercicio se enfocaron en actividades con una intensidad relativamente alta, usando como criterios el porcentaje de la FC máxima o del consumo de oxígeno. Para muchos adultos, este modelo ha sido útil porque ofrece un método cuantitativo para identificar la intensidad de la actividad. Recientes modificaciones a estas guías incluyen ejercicios a intensidades más moderadas, y el ACSM(1995) es cuidadoso al aclarar que "dada la individualidad natural y las necesidades de salud de la población, estas guías no se pueden aplicar de una forma rígida". Pero las primeras guías del ACSM han sido aplicadas con demasiada rigidez por algunos y, con los años, las guías de prescripción del ejercicio se han asociado con actividades de alta intensidad. Como resultado, estas guías o su interpretación han hecho que muchos adultos crean que las actividades moderadas no son beneficiosas.

Por no haber otras guías en el momento, las anteriores guías de prescripción del ejercicio se han aplicado en niños. Rowland (1985) concluyó que los niños necesitan seguir la misma prescripción del ejercicio que los adultos para alcanzar acondicionamiento cardiovascular. Usando el método de Karvonen de la reserva cardíaca (1959) para calcular la frecuencia cardíaca deseada, Sady (1986) estimó una frecuencia cardíaca de 159 latidos.min⁻¹ para la mayoría de niños. Posteriormente, las guías de prescripción del ejercicio para adultos se aplicaron a los niños, lo que

supuso que los niños tenían que realizar de 20 a 30 minutos de actividad física continua, de moderada a vigorosa, al menos tres veces por semana y elevar su frecuencia cardíaca a la zona de entrenamiento. Pero las guías de prescripción del ejercicio no fueron diseñadas para niños y no consideraron sus necesidades y habilidades propias para el ejercicio.

El tiempo dedicado a la actividad física de los niños debe ser compartido con el aprendizaje de habilidades. La infancia es un tiempo óptimo para aprender habilidades motoras para la posterior participación en actividad regular. Pangrazi et al. (1996) produjeron guías para niveles de actividad física en niños sanos. Ellos sugirieron períodos de actividad física moderada a vigorosa, de 60 minutos o más, casi a diario.

El *monitoreo* de la frecuencia cardíaca (MFC) ha sido utilizado durante las horas de vigilia para evaluar los niveles de actividad física en poblaciones de adultos y niños, y ha demostrado ser un método válido y confiable para registrar la FC en niños (Tsanakas et al. 1986). El MFC es un método aceptado socialmente para evaluar la actividad física sin obstaculizar las actividades de la vida diaria.

Factores transitorios como el clima, el estado emocional, la musculatura específica ejercitada y el estado de entrenamiento, pueden causar variaciones en los resultados cuando se usa la técnica del MFC (Astrand y Rodahl 1986).

El uso del MFC durante 24 horas provee información acerca de la FC de reposo y el grado de variación de la FC de reposo con respecto a la FC de las horas de la vigilia, y el nivel de actividad en los niños durante las horas de la vigilia normal. La FC de reposo se usa también como indicador del umbral de entrenamiento aeróbico utilizando el 75% de la FC de reserva recomendada por Morrow y Freedson (1994).

Pocos estudios han utilizado el MFC para determinar la FC de reposo para crear una basal para el desarrollo de actividades físicas posteriores. El análisis de datos ubica el umbral de FC de 139 latidos.min⁻¹ como el relacionado con actividad física apropiada (Armstrong et al 1990).

El objetivo principal del presente estudio es desarrollar un análisis de 24 horas de las actividades físicas habituales, durante días escolares normales en niños con discapacidad visual, usando la FC como criterio de medida.

MÉTODOS

Once niños [edad = 11,1 (DE = +/- 1,4 años), talla promedio = 147,6 (3,9) cm, masa corporal promedio = 38,2 (3,1) Kg] y diez niñas [edad 10,9 (1,3) años, talla = 145,1 (5,0) cm, masa corporal = 35,3 (3,9) Kg] con discapacidad visual (según la clasificación internacional B2 y B3) tomaron parte en este estudio. Todos los niños eran residentes en el área de Praga.

Los sujetos fueron acondicionados con un equipo de telemetría de rango corto (Sporttester Polar PE 4000, Kempele, Finlandia), para registrar la FC cada minuto. El sistema telemétrico de la FC fue acondicionado a los sujetos antes de ir a la escuela, en un día escolar promedio, el cual contenía una hora de educación física en todos los grupos estudiados.

Con el mismo método y protocolo, se evaluó un grupo control de niños sanos de la misma edad [niños N = 21, edad = 11,0 (1,1) años, talla = 147,3 (4,1) cm, masa corporal = 38 (3,5) Kg; niñas N = 19, edad = 11,2 (1,5) años, talla = 146,1 (4,7) cm, masa corpora l = 36,2 (4,1) Kg]. Como los niños discapacitados, todos estos residían en el área de Praga.

Los datos fueron analizados diariamente usando el programa Polar 4.0 para análisis de la FC (Polar, Kempele, Finlandia) con interface al computador.

Se les pidió a los sujetos anotar la hora en que fueron a dormir y la hora de levantada para tener un registro de los períodos de sueño. En la misma entrevista se recolectó la información acerca de las formas de las actividades impuestas.

Se analizaron las siguientes variables: FC promedio durante las horas de vigilia, FC promedio durante las horas de sueño, tiempo con FC mayores

de 139 latidos.min⁻¹, porcentaje del tiempo con FC mayores de 139 latidos.min⁻¹.

La estimación del 75% de la FC de reserva fue realizada con la ecuación de Morrow y Freedson (1994) $FCR + 0,75 (MFC - FCR)$ donde la FCR es la FC de reposo y MFC es la FC máxima que fue determinada utilizando la FC de reserva de Karvonen (1959), calculando la FC máxima de la siguiente forma: $FCM = 220 - edad (años)$

Se utilizaron métodos estadísticos comunes para calcular los promedios y las desviaciones estándar. Las diferencias entre los valores de los grupos (niños discapacitados y niños sanos) fueron evaluadas para significancia utilizando la prueba *t* de student para valores no pareados. Se utilizó un valor de 0,05 como valor de significancia.

RESULTADOS

La FC promedio durante las 24 horas en los niños fue de 93 (6) latidos.min⁻¹ y en niñas de 93 (9) latidos.min⁻¹, y las diferencias entre ambos grupos no fueron significativas ($p > 0,1$).

Los resultados mostraron que durante el período de sueño [en niños 9,5 (0,8) horas y en niñas 9,4 (0,7) horas], niños y niñas promediaron 66 (9) latidos.min⁻¹ y 71 (8) latidos.min⁻¹, respectivamente. La diferencia entre ambos grupos no fue significativa ($p > 0,1$).

El promedio de la FC durante las horas de vigilia fue de 108 (7) latidos.min⁻¹, en niños y 106 (10) latidos.min⁻¹, en niñas. De nuevo, las diferencias entre ambos sexos no fueron significativas ($p > 0,1$).

El monitoreo de la FC durante las horas de vigilia mostró períodos de actividad a FC de más de 139 latidos.min⁻¹, dos veces más alto en niños con respecto a las niñas [31:40 (35:20) min.; 2,2 (2,5)% y 24:29 (17:17) min.; 1,7 (1,2)% para niños y niñas respectivamente (Tabla 1). Las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p > 0,1$) (valores amplios de desviación estándar), pero desde un punto de vista práctico y para el uso práctico estas diferencias son significativas.

Los valores promedio de FC durante el sueño fueron prácticamente los mismos que en los niños sanos de la misma edad ($p > 0,1$), 65 (7) latidos.min⁻¹ y 73 (6) latidos.min⁻¹, para niños y niñas respectivamente (tabla 2).

Los valores promedio de FC durante las horas de vigilia fueron significativamente más altos ($p < 0,01$ en ambos grupos) en niños discapacitados con respecto a los sanos 84 (9) latidos.min⁻¹ y 93 (8) latidos.min⁻¹, para niños y niñas respectivamente (tabla 2).

El análisis de los datos, usando la ecuación del 75% de la FC de reserva, mostró valores de 173 latidos.min⁻¹ y 175 latidos.min⁻¹, para niños y niñas respectivamente. Los datos de este estudio mostraron que ni los niños ni las niñas alcanzaron un período de actividad sostenido por encima de este umbral, mayor de cinco minutos de duración. Datos de varios sujetos mostraron intensidades de FC superiores al 75% de la FC de reserva por períodos muy cortos, ninguno de los cuales fue sostenido por más de cinco minutos.

DISCUSIÓN

El presente estudio fue orientado a investigar los patrones de actividad física en niños con discapacidad visual de 10 a 12 años de edad, y para determinar la FC de reposo por técnicas reconocidas de MFC.

Los resultados indican pequeños incrementos en la FC, por encima de los valores durante el sueño, durante la actividad física en las horas de vigilia. Estos pequeños incrementos de la FC por encima de los valores basales, y los pequeños períodos de tiempo por encima del umbral de la FC, comúnmente asociados con salud y acondicionamiento físico, confirman los bajos niveles de actividad física en los escolares checos. A pesar de la pequeña muestra de este estudio, los escolares de esta edad no lograron alcanzar los criterios recomendados para obtener los beneficios de salud que resultan de la actividad física. Los datos del estudio indican que los niveles de actividad diaria son similares a los reportados en

sujetos sanos de la misma edad.

Las posibles razones para una FC más alta durante las horas de vigilia en niños discapacitados con respecto a niños sanos de la misma edad, pueden ser (Astrand y Rodahl 1986):

- La diferente calidad y cantidad de las actividades físicas impuestas.
- Tensión muscular continua.
- La incidencia de actividad sostenida a intensidades mayores de 139 latidos.min⁻¹ fue muy pequeña en niños y niñas. Estos resultados indican un nivel muy bajo de participación en actividad a intensidades que proporcionan los beneficios de salud y acondicionamiento físico. El mayor porcentaje del tiempo en horas de vigilia fue utilizado a FC cerca de la FC de reposo, midiendo las horas de sueño con el MFC.
- La diferencia en tiempo a FC mayores de 139 latidos.min⁻¹ entre los niños puede ser causada por (Astrand y Rodahl 1986, Atkins et al 1995):
- Intensidad diferente de actividad física.
- Nivel diferente de acondicionamiento físico.
- Resistencia emocional diferente.

Los valores máximos de FC en humanos dependen de la edad, si el estado de entrenamiento aeróbico es similar (Astrand y Rodahl 1986). Está bien documentado el hecho de que al incrementar la edad, la FC máxima disminuye. Lo mismo es cierto para los valores de FC submáximos, que fueron calculados como porcentaje de los valores máximos. Desde este punto de vista, podemos utilizar el mismo nivel de umbral de la FC para niños de la misma edad e igual estado de entrenamiento.

Los niños no son adultos pequeños. Los estudios hechos en jóvenes en actividad, muestran que los niños elevan su FC por encima de los umbrales de FC, pero no por un período de tiempo sostenido. Si se utilizaran los estándares de actividad en adultos, los niños parecen ser más inactivos. Utilizando FC por encima de 139 latidos.min⁻¹, por 20 minutos de ejercicio continuo como criterio de actividad física moderada a vigorosa, Armstrong y Bray (1991) encontraron que el 77% de niños sanos y el 88% de

niñas sanas, eran inactivos. En un estudio en niños Armstrong et al. (1990) encontraron que el 61% de los niños sanos y el 66% de las niñas sin discapacidad, eran inactivos. Welk (1994) realizó un estudio que utilizó un *monitoreo* de día entero de 177 sujetos y encontró que sólo 17% de los niños tenían sus FC elevadas por encima de 140 latidos.min⁻¹ por más de 20 minutos en forma consecutiva. Lo que estos estudios ilustran no es que la mayoría de los niños sean inactivos, sino que son activos en forma diferente a los adultos. Aunque los niños no están continuamente en actividad, realizan más minutos de actividad cada día que los adultos, o aun que los adolescentes. Otros datos recientes apuntan a diferencias en tiempo y nivel de actividad en niños, lo que sugiere que intensidades muy altas y bajas pueden ser indicativas de procesos de crecimiento y desarrollo (Bailey et al. 1995):

Las recomendaciones citadas sobre el tiempo para participar en actividades físicas, están entre 20 y 60 minutos diarios, a intensidades reconocidas como benéficas para la salud (Pangrazi et al. 1996). Los datos de este estudio muestran que los niños y niñas lograron períodos de actividad dentro de esas recomendaciones. Sin embargo, los niños alcanzaron niveles de actividad física a intensidades recomendadas por el doble del periodo alcanzado por las niñas.

El uso de la FC durante el sueño para estimar el umbral de la FC de reserva al 75% (Morrow y Freedson 1994) mostró valores de 173 y 175 latidos.min⁻¹, para niños y niñas, respectivamente. Los datos muestran pequeños "picos" de FC por encima de estos umbrales, para ambos grupos de niños y niñas con discapacidad visual. La duración de estos "picos" fue muy corta (menor de cinco minutos) y los beneficios del acondicionamiento aeróbico alcanzados en tal actividad son casi despreciables. Con respecto a los umbrales reportados, al 75% de la FC de reserva, los niños y niñas de este estudio alcanzaron niveles muy bajos de estos umbrales, recomendados como benéficos para el acondicionamiento aeróbico.

El presente estudio fue desarrollado para conocer los niveles de actividad física habitual y no se discriminó entre actividades habituales y programas de entrenamiento físico en forma organizada. Mientras los umbrales reportados

parecen ser difíciles de alcanzar durante el curso de una actividad física habitual, las actividades físicas en forma organizada pueden proveer el estímulo para una respuesta aeróbica benéfica.

La medición de la FC durante 24 horas, mediante técnicas reconocidas de MFC, proporcionó el primer reporte de medición de la FC de escolares checos con discapacidad visual, durante el sueño y la vigilia. Las FC basales reportadas son similares a las FC basales reportadas por Malina y Roche (1983) para niños de la misma edad.

CONCLUSIONES

El MFC puede ser usado en niños discapacitados para evaluar las actividades diarias.

A pesar de la pequeña muestra utilizada, los datos de este estudio reafirman hallazgos previos en niños sanos: que tanto los niños checos sanos como los discapacitados, tienen bajos niveles de actividad física habitual.

Los datos confirman que los niños tienen períodos de tiempo mayores de actividad a intensidades que se cree tienen efectos benéficos para la salud, al compararlos con las niñas.

La medición de la FC durante el sueño provee una estimación para el umbral recomendado, que proporcione beneficios para el acondicionamiento aeróbico, usando el 75% de la FC de reserva. Por lo tanto, el uso del registro de la FC durante el sueño puede ser útil para la estimación directa de la FC basal, utilizando técnicas aceptadas como la MFC.

La participación de niños discapacitados en actividades físicas depende de las experiencias previas, las condiciones en que se realizan las actividades y la forma de ofrecerlas.

REFERENCIAS

1. American College of Sports Medicine - ACSM (1976) Guidelines for exercise testing and prescription. Lea and Febiger, Philadelphia.
2. American College of Sports Medicine - ACSM (1995)

- ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. (5th ed.) Williams and Wilkins, Baltimore.
3. **Armstrong, N., Balding, J., Gentle, P. and Kirby, B.** (1990) Patterns of physical activity among 11 to 16 year old British Children. *Brit Med J.* 301, 203-205.
 4. **Armstrong, N. and Bray, S.** (1991) Physical activity patterns defined by continuous heart rate monitoring. *Arch Dis Childhood.* 66, 245-247.
 5. **Astrand, P.O. and Rodahl, K.** (1986) Textbook of Work Physiology. McGraw Hill, New York.
 6. **Atkins, S., Dugdill, L., Phillips, R., Reilly, T. and Stratton, G.** (1995) The use of whole day (24 hour) heart rate monitoring in assessing physical activity patterns in primary school children. In: G. Atkinson, T. Reilly (eds): Sport, Leisure and Ergonomics, E and FN Spon, London, 192-197.
 7. **Bailey, R.C., Olson, J., Pepper, S.L., Porszasz, J., Barstow, T.J. and Cooper, D.M.** (1995) The level and tempo of children's physical activities: An observational study. *Med Sci Sports Exercise.* 27, 1033-1041.
 8. **Blair, S.N., Kohl, H., Gordon, N. and Paffenbarger, R.S.** (1992) How much physical activity is good for health? *Annual Rev Publ Health.* 13, 99-126.
 9. **Karvonen, M.J.** (1959) The effects of vigorous exercise on the heart. In: F.F. Rosenbaum and E.L. Belknap (eds): Work and the heart, P.B. Hoeber, New York.
 10. **Malina, R.M. and Roche, A.F.** (1983) Manual of physical status and performance in childhood: Vol.2. Physical Performance. Plenum, New York.
 11. **Morrow, J.R. and Freedson, P.S.** (1994) Relationship between habitual physical activity and aerobic fitness in adolescents. *Paed Exercise Sci.* 6, 315-329.
 12. **Pangrazi, R.P., Corbin, C.B. and Welk, G.J.** (1996) Physical activity for children and youth. *JOPERD*, 67(4), 38-43.
 13. **Powell, K.E., Thompson, P., Caspersen, C.J. and Kendrick, J.S.** (1987) Physical Activity and the incidence of coronary heart disease. *Annual Rev Publ Health.* 8, 253-287.
 14. **Rowland, T.W.** (1985) Aerobic response to endurance training in prepubescent children: A critical analysis. *Med Sci Sports Exerc.* 17, 493-497.
 15. **Sady, S.P.** (1986) Cardiorespiratory exercise training in children. *Clinics Sports Med.* 5, 493-514.
 16. **Tsanakas, J.N., Bannister, O.M., Boon, A.W. and Milner, R.D.G.** (1986) The Sporttester, a device for monitoring the free running test. *Arch Dis Childhood.* 61, 912-914.
 17. **Welk, G.J.** (1994) A comparison of methods for the assessment of physical activity in children. Unpublished doctoral dissertation, Arizona State University, Tempe.

Ass.Prof.Ing.V.Bunc, PhD
Faculty of P.E. and Sports
Charles University
J.Martiho 31
CZ 162 52 Prague 6
Czech Republic

APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE FUERZA ISOMÉTRICA MÁXIMA (MOREHOUSE) A UN GRUPO DE DEPORTISTAS DE ALTO RENDIMIENTO

Grupo de Fisiología del Ejercicio. Universidad de Antioquia e Indeportes Antioquia. Medellín, Colombia.

LUIS H. VALBUENA R. Licenciado en Educación Física. División de Medicina Deportiva, Indeportes Antioquia.

DIANA PATRICIA DÍAZ H. MD. MSc Ciencias Básicas Biomédicas, Universidad de Antioquia

ÁLVARO ORTIZ U. MD. Especialista en Medicina Deportiva. Profesor, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia.

HILDA N. JARAMILLO L. MD. Msc Fisiología. Profesora, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia.

RESUMEN

Con miras a aplicar el índice de fuerza isométrica máxima, de Morehouse, (**IFIm**) a varias poblaciones deportivas de sexo masculino, de alto rendimiento, del departamento de Antioquia, Colombia, se estudiaron 168 hombres competidores de levantamiento pesas (**LP**), lucha olímpica (**LO**), gimnasia olímpica (**GO**) y judo (**J**). La valoración funcional se efectuó con un dinamómetro isométrico, con el cual se hizo la medición de la fuerza máxima de los extensores de rodilla, derecha e izquierda (**ERD, ERI**), de los flexores de los dedos de la mano, derecha e izquierda (**FMD, FMI**), y de los extensores del tronco (**H**); con base en las mediciones anteriores, se calculó el **IFIm**.

De acuerdo con los resultados del presente estudio, las determinaciones de la fuerza de los diferentes grupos musculares evaluados fueron mayores en **LP** y menores en **J**, a excepción de la fuerza de prensión manual, que fue menor en **GO**. Hubo diferencias, estadísticamente significativas, entre las fuerzas estudiadas, en las diferentes disciplinas deportivas. El **IFIm** presentó el valor más alto en **GO** y el más bajo en **LO**. En **LP** no se observó correlación lineal importante entre las diferentes variables en estudio. Por el contrario, en **GO** se observó correlación lineal entre el peso y la talla con la fuerza de prensión manual y entre la talla y la fuerza del pulgón; sorprendentemente, la edad se correlacionó con la sumatoria de todas las fuerzas. Igualmente, en **J** y **LO** se observó correlación lineal entre el peso con la fuerza de los extensores de rodilla y con la sumatoria de todas las fuerzas. El **IFIm** no presentó correlación con las variables en estudio.

La presente investigación establece, para la población estudiada, los perfiles dinamométricos de algunos grupos musculares, con miras a que, como valores de referencia, sirvan para la selección y la preparación de los diferentes grupos deportivos de alta competencia. Se describe por primera vez, en nuestro medio, la aplicación del **IFIm**.

SUMMARY

With the purpose of applying an isometric strength index, of Morehouse (**IFIm**) to some high performance sports male populations, of Antioquia - Colombia, we studied 168 weight lifters (**LP**), Olympic wrestling (**LO**), Olympic gymnastic (**GO**), and judo (**J**). This functional evaluation was done on an isometric dynamometer, to measure maximal strength of knee extensors, right and left (**ERD, ERI**), hand flexors, right and left (**FMD, FMI**), and trunk (**H**); with this measures we calculated the **IFIm**.

In according to the results of the present study, the strength measures of different muscular groups were higher in **LP** and smaller in **J**, with the exception of hand grip strength that was smaller in **GO**. Statistical significative differences, in the strength measured were found in the different sport evaluated. The **IFIm** was very higher in **GO** and lower in **LO**. In **LP** we didn't observe linear correlation, between different variables studied. On the contrary, in **GO** linear correlation between weight and height and grip strength, and between height and back - lift strength was observed; Surprisingly, the age was correlated with the sum of forces. Equally, in **J** and **LO** linear correlation between weight and strength of knee extensor, and with the sum of forces was observed. The **IFIm** did not have a linear correlation with none studied variables.

The present study established for the population studied, the dynamometric profiles of some muscular groups, in order to, as references values, and help in the selection and preparation of high performance sports. This is the first time, that the **IFIm** was applied in our country.

INTRODUCCIÓN

La fuerza muscular es una capacidad motora de

gran importancia para determinar el desempeño de un deportista en una actividad física específica; por lo tanto, en un programa de valoración funcional de las habilidades técnicas de un atleta se debe incluir la medición de la fuerza, con el objeto de verificar su magnitud y grado de desarrollo, con la finalidad de pronosticar su rendimiento deportivo y adecuar sus planes de entrenamiento.

La fuerza, como magnitud física, es de fácil definición: está dada por el producto de la masa por la aceleración ($F = m \cdot a$); sin embargo, en el área de las ciencias biológicas se requiere que la fuerza y sus cualidades, potencia y resistencia, se redefinan, se contextualicen. En consecuencia, se redefine la fuerza como la capacidad de un grupo muscular para generar tensión durante una contracción - acción, bajo unas condiciones determinadas; la potencia, como la aplicación de una fuerza, durante una contracción - acción, a una velocidad dada; o también, como la realización de un trabajo mecánico, ya sea positivo o negativo, durante un tiempo determinado; y, finalmente, la resistencia, como la capacidad de un grupo muscular para generar una fuerza submáxima durante un tiempo prolongado (1,2).

Es importante resaltar que en el desarrollo de la fuerza están involucrados componentes genéticos, neurales, musculares, elásticos, bioquímicos, energéticos, físicos y técnicos, los cuales, coordinados adecuadamente, permiten una respuesta óptima (3).

Para la medición y la valoración funcional de las distintas manifestaciones de la fuerza muscular se tienen en cuenta tres indicadores básicos: a) la fuerza máxima absoluta, esto es, la carga límite que se es incapaz de mover; b) la fuerza media de un determinado movimiento, o el momento de una fuerza y; c) la fuerza relativa, esto es, la relación existente entre la fuerza máxima y el peso corporal (4,5). El desarrollo de fuerzas absolutas máximas no equivale, necesariamente, al desarrollo de fuerzas relativas máximas. En deportes categorizados por el peso corporal se observa que las fuerzas relativas disminuyen por encima de los 60 kilogramos de peso, mientras que las fuerzas absolutas se incrementan. En las mujeres se observa que las fuerzas absolutas y relativas son menores que en los

hombres, diferencias debidas en parte al menor contenido y desarrollo de la masa muscular y al mayor contenido graso (6). Igualmente, en adultos, tanto las fuerzas relativas como absolutas disminuyen con la edad; esta disminución se acentúa después de los 40 años (7).

Existen diversos métodos de medición de la fuerza: a) los instrumentos específicos (dinamómetros); b) los aparatos y medios de entrenamiento y; c) las plataformas dinamométricas. La especificidad de la medición estará dada por el grupo muscular, el patrón del movimiento y el tipo de contracción. Cuando se utiliza la dinamometría isométrica se hace la medición y el registro de la tensión máxima desarrollada, por un grupo muscular en una articulación, durante una contracción isométrica, contra una resistencia que no se logra vencer (1,8). El uso de un dinamómetro isométrico (4) implica la identificación de los grupos musculares comprometidos, la estandarización del ángulo articular (posición de la articulación) y la estandarización del ángulo de la fuerza (la longitud del brazo y la dirección de la fuerza).

Dado que para la evaluación funcional de un deportista no es suficiente con la medición de la fuerza máxima o relativa de un solo grupo muscular, se ha recomendado la utilización de los índices globales dinamométricos, con los cuales se pretende determinar la fuerza máxima o relativa de varios grupos musculares; uno de ellos es el descrito por Morehouse en 1972 y modificado por Clarke en 1984 (9,10).

$$IFIm = \frac{ER+H+FD}{Kg}$$

En donde:

ER: Fuerza de los extensores de rodilla.

H: Fuerza de los extensores del tronco, ojalón.

FD: Fuerza de los flexores de los dedos de la mano.

Kg: peso corporal

El objetivo del presente trabajo fue aplicar el índice de Fuerza Isométrica máxima, de Morehouse, (**IFIm**), a varias poblaciones deportivas, de sexo masculino y de alto rendimiento, del departamento de Antioquia, Colombia, con miras a continuar la caracterización

de nuestra población deportiva y dar una herramienta más para el control del entrenamiento deportivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente estudio se evaluaron un total de 168 deportistas, de sexo masculino, de alto rendimiento, pertenecientes a las ligas de levantamiento de pesas (**LP**), lucha olímpica (**LO**), judo (**J**) y gimnasia olímpica (**GO**). En la selección de la muestra se tuvo en cuenta que los deportistas estuvieran en la fase precompetitiva o competitiva de su ciclo de entrenamiento. Todos los participantes, una vez informados del procedimiento y sus posibles riesgos, dieron su consentimiento por escrito.

Las evaluaciones se realizaron en el Laboratorio de Fisiología del Ejercicio, de la División de Medicina Deportiva, de Indeportes Antioquia, situado en Medellín, a 1560 m de altura sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de 25°C y una humedad relativa del 60%.

Para las mediciones se utilizó un dinamómetro digital Takei Kiki Kogyo 1281. Para la determinación de la fuerza de los extensores de rodilla, derecha e izquierda (**ERD, ERI**), se empleó el transductor 1269F, serie 86001, de 100 kg.; para la fuerza de la prensión manual, o la fuerza de los flexores de los dedos de la mano, derecha e izquierda (**FMD, FMI**), el transductor 1270A, serie 86002, de 90 kg.; finalmente, para la medición de la fuerza de los extensores del tronco (**H**) se utilizó el transductor 1270B, serie 86002, de 300 kg.; todos los transductores fueron previamente calibrados.

Luego de diez minutos de calentamiento activo, y específico, se registró la fuerza de los diferentes grupos musculares; para la evaluación de la fuerza de los extensores de rodilla, el deportista se sentó, en la silla rotatoria (modelo 4081, serie 80001), se le fijó con correas de sujeción, con la espalda recta y con la articulación de la rodilla en ángulo de flexión de 90°. El transductor y su cable de extensión se conectaron, mediante una abrazadera, en forma perpendicular al eje de la pierna, en la

región supramaleolar de la extremidad por evaluar. Luego, el deportista procedió a realizar una extensión máxima de rodilla de cinco segundos de duración; el procedimiento anterior se repitió luego de dos minutos (11).

Para el registro de la fuerza de los extensores de espalda, el deportista, en posición de jalón y con las rodillas en ángulo de flexión de 120°, sujetó la barra unida al transductor y procedió a realizar una extensión máxima del tronco, durante cinco segundos, sin variar la posición de las rodillas ni de los brazos; el procedimiento anterior, se repitió luego de dos minutos.

Finalmente, para el registro de la fuerza de prensión manual, el deportista, en posición de pies, sujetó el transductor de tal forma que el extremo superior de éste se apoyó sobre la palma de la mano, inmediatamente por debajo de las regiones tenar e hipotenar, y el extremo inferior sobre la segunda falange del segundo al quinto dedo. Luego, con el miembro superior, separado del cuerpo, y sin ningún punto de apoyo para el transductor, el deportista procedió a realizar una prensión máxima, durante cinco segundos; el procedimiento anterior se repitió luego de dos minutos.

Para todas las mediciones se registró la de mayor valor.

Los datos se procesaron mediante el programa estadístico Prisma (Graph Pad). Se estableció la normalidad de los datos, se aplicó un ANOVA de una vía y una evaluación *post hoc* mediante la prueba de *Bonferroni*. La significancia estadística se fijó en $p < 0,05$ y el intervalo de confianza fue del 95%. Para el análisis de la regresión lineal y el coeficiente de asociación se aplicó el método de *Pearson*.

RESULTADOS

Todos los valores son expresados como la media, con su respectiva desviación estándar, y el intervalo de confianza del 95%. La tabla 1 muestra los valores de la edad, el peso y la talla de la población deportiva estudiada, agrupada por modalidad deportiva.

Dejuna
Tabla 1. Características antropométricas de la población estudiada.

DEPORTE	n	Edad (Años)	Peso (kg)	Estatura (Cm)
Levantamiento de pesas LP	56	20,96 ± 3,65 19,98 - 21,93	66,39 ± 11,20 63,39 - 69,39	166,6 ± 6,41 164,8 - 168,3
Lucha olímpica LO	79	18,61 ± 1,94 18,17 - 19,04	65,15 ± 13,55 62,11 - 68,18	167,9 ± 8,42 166,1 - 169,8
Gimnasia olímpica GO	14	19,64 ± 3,67 17,52 - 21,76	55,47 ± 8,43 50,60 - 60,34	161,6 ± 5,95 158,2 - 165,0
Judo J	19	17,52 ± 0,76 17,15 - 7,88	56,94 ± 8,39 52,90 - 60,98	166,9 ± 5,70 164,2 - 169,7
Total T	168	19,52 ± 2,96 18,90 - 19,80	63,83 ± 12,43 61,93 - 65,72	166,80 ± 7,48 165,7 - 168,0

Todos los valores son expresados como la media, con su respectiva desviación estándar, y el intervalo de confianza del 95%.

La tabla 2 muestra la fuerza isométrica máxima de: **ERD** y **ERI**, de **FMD** y **FMI**, del **H** y, finalmente, el **IFIm** de la población deportiva estudiada y agrupada por modalidad deportiva. Los resultados muestran que el valor más alto de **ERD** y **ERI** correspondió a **LP**; mientras que el valor más bajo, a **J**. **LP** mostró diferencias estadísticamente significativas con **LO** ($p < 0,001$), **J** ($p < 0,01$) y con

Tabla 2. Valores de la fuerza máxima, de los diferentes grupos musculares, de la población en estudio.

D	n	ERD	ERI	FMD	FMI	H	IFIm
LP	56	72,72 ± 15,72 68,51 - 76,93	70,26 ± 16,03 65,97 - 74,55	53,06 ± 8,42 50,88 - 55,31	49,30 ± 9,41 46,78 - 1,82	183,4 ± 30,27 175,3 - 191,5	6,51 ± 0,85 6,2 - 6,7 *
LO	79	62,04 ± 15,62 58,54 - 65,54 ***	61,29 ± 14,69 58,00 - 64,58	47,41 ± 9,21 45,35 - 49,47 **	45,63 ± 9,47 43,51 - 47,75	170,5 ± 35,47 162,5 - 178,4	5,96 ± 0,75 5,79 - 6,13 *
GO	14	60,74 ± 9,13 55,47 - 66,01 *	60,21 ± 8,78 55,14 - 65,28	42,81 ± 9,80 37,15 - 48,47 ***	42,00 ± 8,98 36,82 - 47,18	161,1 ± 21,41 148,8 - 175,5	6,64 ± 0,41 6,41 - 6,79
J	19	57,77 ± 10,97 52,48 - 63,05 **	58,42 ± 12,37 52,46 - 64,38	45,52 ± 5,59 42,82 - 48,21 **	43,68 ± 7,23 40,20 - 47,17	155,8 ± 26,60 143,0 - 168,6 **	6,38 ± 0,73 6,03 - 6,73
P	168	65,01 ± 15,69 62,62 - 67,40	63,87 ± 15,15 61,56 - 66,17	48,69 ± 9,22 47,29 - 50,10	46,33 ± 9,40 44,90 - 47,77	172,4 ± 32,94 167,3 - 177,4	6,23 ± 0,81 6,13 - 6,37

Todos los valores son expresados como la media, con su respectiva desviación estándar, y el intervalo de confianza del 95%. Fuerza máxima de extensores de rodilla derecha e izquierda (**ERD**, **ERI**), presión manual derecha e izquierda (**FMD**, **FMI**), fuerza de extensores de tronco (**H**), e índice de fuerza isométrica máxima (**IFIm**). * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$ con respecto a **LP** y $p < 0,05$ con respecto a **GO**.

GO ($p < 0,05$). Igualmente, se encontró un valor más alto para **FMD** y **FMI**, en **LP** y un valor más bajo en **GO**; de nuevo, **LP** mostró diferencias estadísticamente significativas con **LO**, **J** ($p < 0,01$) y **GO** ($p < 0,001$). El valor más alto para el **H** correspondió a **LP** y el más bajo a **J**. Sólo hubo diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,01$) entre ellos. Finalmente, el **IFIm** encontrado fue mayor en **GO** y menor en **LO**; hubo diferencia estadísticamente significativa entre **GO** y **LO** ($p < 0,05$) y entre **LO** y **LP** ($p < 0,001$).

Las tablas 3 y 4 muestran los coeficientes de correlación lineal y de determinación, con su respectiva significancia estadística, entre las variables estudiadas, agrupadas por modalidad deportiva.

Tabla 3. Correlaciones encontradas entre las variables en estudio, agrupadas por modalidad deportiva.

LP	ERD	ERI	FMD	FMI	H	sumatoria
Edad	$r = 0,1181$ $r^2 = 0,1395$ $p = 0,3859$	$r = 0,0532$ $r^2 = 0,00283$ $p = 0,6969$	$r = 0,4819$ $r^2 = 0,2322$ $p = 0,0002$	$r = 0,1493$ $r^2 = 0,0223$ $p = 0,2720$	$r = 0,2995$ $r^2 = 0,0897$ $p = 0,0249$	$r = 0,1099$ $r^2 = 0,1209$ $p = 0,0087$
Peso	$r = 0,5816$ $r^2 = 0,3383$ $p < 0,0001$	$r = 0,5377$ $r^2 = 0,2891$ $p < 0,0001$	$r = 0,6661$ $r^2 = 0,4175$ $p < 0,0001$	$r = 0,43$ $r^2 = 0,1849$ $p = 0,0009$	$r = 0,4998$ $r^2 = 0,2498$ $p < 0,0001$	$r = 0,5777$ $r^2 = 0,3337$ $p < 0,0001$
Talla	$r = 0,3816$ $r^2 = 0,1456$ $p = 0,0037$	$r = 0,4341$ $r^2 = 0,1884$ $p = 0,0008$	$r = 0,5245$ $r^2 = 0,2751$ $p < 0,0001$	$r = 0,4232$ $r^2 = 0,1792$ $p = 0,0012$	$r = 0,4111$ $r^2 = 0,1690$ $p = 0,0016$	$r = 0,4548$ $r^2 = 0,2068$ $p = 0,0004$

GO	ERD	ERI	FMD	FMI	H	sumatoria
Edad	$r = 0,662$ $r^2 = 0,4381$ $p < 0,0099$	$r = 0,70$ $r^2 = 0,4848$ $p = 0,057$	$r = 0,543$ $r^2 = 0,2949$ $p = 0,0448$	$r = 0,0551$ $r^2 = 0,3035$ $p = 0,0412$	$r = 0,432$ $r^2 = 0,1867$ $p = 0,128$	$r = 1$ $r^2 = 1,0$ p
Peso	$r = 0,732$ $r^2 = 0,5359$ $p = 0,0029$	$r = 0,73$ $r^2 = 0,5287$ $p = 0,032$	$r = 0,87$ $r^2 = 0,7537$ $p < 0,0001$	$r = 0,89$ $r^2 = 0,7867$ $p < 0,0001$	$r = 0,82$ $r^2 = 0,6766$ $p = 0,0003$	$r = 0,519$ $r^2 = 0,2690$ $p = 0,0574$
Talla	$r = 0,54$ $r^2 = 0,2909$ $p = 0,0439$	$r = 0,6$ $r^2 = 0,3708$ $p = 0,02$	$r = 0,82$ $r^2 = 0,67$ $p = 0,0003$	$r = 0,86$ $r^2 = 0,7385$ $p < 0,0001$	$r = 0,83$ $r^2 = 0,5864$ $p = 0,0003$	$r = 0,237$ $r^2 = 0,056$ $p = 0,04147$

En **LP** ninguno de los parámetros evaluados mostró correlación lineal importante, esto es, un índice de correlación bueno o excelente, un alto coeficiente de determinación y una marcada significancia estadística (Tabla 3). En **GO** el peso se correlacionó linealmente ($p < 0,0001$) con **FMD** ($r = 0,87$ y $r^2 = 0,75$) y **FMI** ($r = 0,89$ y $r^2 = 0,79$). Igualmente, la talla mostró buena correlación lineal

Tabla 4. Correlaciones encontradas entre las variables en estudio, agrupadas por modalidad deportiva.

J	ERD	ERI	FMD	FMI	H	sumatoria
Edad	$r = 0,0137$ $r^2 = 0,0001$ $p = 0,9556$	$r = 0,0118$ $r^2 = 0,0001$ $p = 0,9618$	$r = 0,3399$ $r^2 = 0,1155$ $p = 0,1549$	$r = 0,1447$ $r^2 = 0,0209$ $p = 0,5545$	$r = 0,2178$ $r^2 = 0,0475$ $p = 0,3703$	$r = 0,1602$ $r^2 = 0,0257$ $p = 0,5123$
Peso	$r = 0,7688$ $r^2 = 0,5911$ $p = 0,0001$	$r = 0,7812$ $r^2 = 0,6102$ $p < 0,0001$	$r = 0,6408$ $r^2 = 0,4106$ $p = 0,0031$	$r = 0,5686$ $r^2 = 0,3233$ $p = 0,0111$	$r = 0,3724$ $r^2 = 0,1387$ $p = 0,1164$	$r = 0,6773$ $r^2 = 0,4588$ $p = 0,0014$
Talla	$r = 0,5914$ $r^2 = 0,3515$ $p = 0,0252$	$r = 0,5524$ $r^2 = 0,3051$ $p = 0,0142$	$r = 0,5289$ $r^2 = 0,2797$ $p < 0,0199$	$r = 0,5395$ $r^2 = 0,2911$ $p = 0,0171$	$r = 0,3272$ $r^2 = 0,1071$ $p = 0,1713$	$r = 0,5315$ $r^2 = 0,2825$ $p = 0,0192$

LO	ERD	ERI	FMD	FMI	H	sumatoria
Edad	$r = 0,3257$ $r^2 = 0,1061$ $p = 0,0034$	$r = 0,3135$ $r^2 = 0,0983$ $p = 0,0049$	$r = 0,4845$ $r^2 = 0,2356$ $p < 0,0001$	$r = 0,3831$ $r^2 = 0,1468$ $p = 0,0005$	$r = 0,5138$ $r^2 = 0,264$ $p < 0,0001$	$r = 0,5033$ $r^2 = 0,2533$ $p < 0,0001$
Peso	$r = 0,7305$ $r^2 = 0,5336$ $p < 0,001$	$r = 0,705$ $r^2 = 0,497$ $p < 0,0001$	$r = 0,6145$ $r^2 = 0,3776$ $p < 0,0001$	$r = 0,645$ $r^2 = 0,4167$ $p < 0,001$	$r = 0,6163$ $r^2 = 0,3798$ $p < 0,0001$	$r = 0,743$ $r^2 = 0,5521$ $p < 0,0001$
Talla	$r = 0,5302$ $r^2 = 0,2811$ $p < 0,0001$	$r = 0,5641$ $r^2 = 0,3182$ $p < 0,0001$	$r = 0,4972$ $r^2 = 0,2472$ $p < 0,0001$	$r = 0,5656$ $r^2 = 0,3199$ $p < 0,0001$	$r = 0,5464$ $r^2 = 0,2986$ $p < 0,0001$	$r = 0,6044$ $r^2 = 0,3653$ $p < 0,0001$

con **FMD** ($p < 0,0003$, $r = 0,82$ y $r^2 = 0,67$), **FMI** ($p < 0,0001$, $r = 0,86$ y $r^2 = 0,74$) y con **H** ($p < 0,0003$, $r = 0,83$ y $r^2 = 0,68$). Sorprendentemente, la edad se correlacionó con la sumatoria de todas las fuerzas - $p < 0,0001$, $r = 1$ y $r^2 = 1,0$ - (Tabla 3).

En **J** (Tabla 4) se observó correlación lineal ($p < 0,0001$) entre el peso y **ERD** ($r = 0,77$ y $r^2 = 0,59$) y **ERI** ($r = 0,78$ y $r^2 = 0,61$). También se observó correlación lineal ($p = 0,0014$) entre el peso y la sumatoria de las fuerzas ($r = 0,68$ y $r^2 = 0,46$).

En **LO** (Tabla 4) se observó correlación lineal ($p < 0,0001$) entre el peso y **ERD** ($r = 0,73$ y $r^2 = 0,53$) y **ERI** ($r = 0,71$ y $r^2 = 0,50$). Ahora bien, el peso se correlacionó con la fuerza de **FMD**, **FMI** y **H**, aunque la significancia estadística ($p < 0,0001$) fue excelente, y los coeficientes de correlación ($r = 0,61$, $0,65$ y $0,62$, respectivamente) fueron buenos, los coeficientes de determinación fueron bajos ($r^2 = 0,38$; $0,42$; y $0,55$, respectivamente). Finalmente, la sumatoria total de las fuerzas mostró correlación lineal ($r = 0,55$) significativa ($p < 0,0001$) con el peso, el coeficiente de determinación fue del 74%.

Contra lo que se esperaba, el **IFIm** no mostró

correlación lineal ni con el peso, con la talla o con la edad, ni con ninguna de las fuerzas medidas.

DISCUSIÓN

Con respecto a los resultados de la presente investigación se encontró que los valores más altos, de las fuerza absolutas, de los diferentes grupos musculares evaluados, como era de esperarse, fueron en **LP**, ya que la fuerza es la capacidad que más desarrollan. En cuanto a las fuerzas relativas, éstas disminuyeron, debido, posiblemente, a que el desarrollo de la fuerza está determinado, fundamentalmente, por la hipertrofia muscular y no por la coordinación neuromuscular. Por el contrario, en **GO** las fuerzas relativas fueron mayores, posiblemente, debido a que ésta depende, básicamente, del desarrollo del componente neuromotor y no de la hipertrofia muscular.

En **GO**, como era de esperarse, la fuerza máxima de la prensión manual se correlacionó con el peso y la talla, dado que a mayor talla y peso, es mayor la exigencia para los grupos musculares, del tronco y del tren superior para el control del cuerpo, durante la ejecución de los diferentes movimientos que este deporte exige.

En **LO**, el peso corporal mostró excelente correlación con la fuerza de los extensores de rodilla y con la sumatoria de todas las fuerzas; la correlación fue buena con la fuerza de prensión manual y el jalón. En este deporte el gesto motor, para algunos movimientos, demanda el desarrollo de grandes fuerzas en extremidades inferiores y en tronco, no sólo para desplazar su propio cuerpo, sino también el del contrincante. En **J**, a pesar de la similitud de los grupos musculares comprometidos durante el gesto motor, con el deporte anterior, no se observó la correlación entre el peso y el jalón y la correlación entre el peso y la sumatoria de las fuerzas fue menor que las observadas en **LO**. Lo anterior, debido, probablemente, a un deficiente programa de entrenamiento para el desarrollo de la fuerza.

En los deportes evaluados, en el presente estudio, la determinación del **IFIm**, según Morhouse, no se

correlacionó con la talla, el peso, la edad, ni las fuerzas de los diferentes grupos musculares estudiados, por lo cual no lo consideramos un indicador adecuado de la fuerza relativa de los deportistas. Los resultados del presente trabajo nos obligan a cuestionar la utilización del *IFIm*, de Morehouse, por diferentes razones: a) incluye las fuerzas absolutas de los grupos musculares de algunas de las palancas poco comprometidas en el gesto deportivo, en la mayoría de los deportes; b) no incluye las fuerzas de los músculos antagonistas; c) la fuerza de prensión manual es poco representativa, en algunos deportes, de la fuerza del tren superior; d) el índice se basa en el peso corporal y no en el peso libre de grasa, masa corporal activa (*AKS*); pues el valor del índice se ve alterado cuando se incluyen tejidos, como la grasa, que no intervienen en el desarrollo de la fuerza.

La realización del presente trabajo nos lleva a cuestionar la utilización del *IFIm*, de Morehouse; es necesario desarrollar un índice más adecuado, que involucre la fuerza desarrollada por los grupos musculares comprometidos en el gesto motor de los diferentes grupos deportivos.

AGRADECIMIENTOS

A todos aquellos que hicieron posible la realización de la presente investigación, a los deportistas de las diferentes ligas, al doctor Fernando Montoya M. por su asesoría estadística.

Envío de correspondencia a Luis H. Valbuena R. División de Medicina Deportiva, Indeportes - Antioquia, Medellín, Colombia. A.A: 5956. E-mail: hildanj@quimbaya.udea.edu.co

REFERENCIAS:

1. Rodríguez FA, Guisado MT, Aragonés C. Valoración funcional de la capacidad de rendimiento físico. En González J. Fisiología de la actividad física y del deporte, 1ª ed. Mc Graw- Hill, Interamericana, España 1992, 163 - 169.
2. Duncan J, Wenger H. Physiological testing of the High - performance athlete, 2ª ed. Human Kinetics Books, Champaign, Illinois. 1991, 21 - 106.
3. McArdle WD, Katch F, Katch V. Muscular Strength: Training to become stronger in Exercise Physiology. en Exercise and sport sciences reviews. Williams & Wilkins. 1996, 416 - 455.
4. Zatsiorski VM. Metrología deportiva. Editorial Planeta, Moscú. 1989, 229 - 237.
5. Hegedüs J. Estudio de las capacidades físicas: La fuerza. *Kinesis*. 25: 20 - 28, 1998.
6. García JM, Navarro M, Ruíz JA. Bases Teóricas del entrenamiento deportivo. Principios y aplicaciones, Gymnos, 1996, 215 - 243.
7. Álvarez J, López Chicharro J, Fernández Vaquero A. Desarrollo de la fuerza muscular. En López Chicharro J, Fernández Vaquero A. Fisiología del ejercicio. Panamericana, Madrid. 1998, 105 - 114.
8. Brotons D, Gutiérrez JA, Melloni M, Vives J, Soria R. Valoración dinamométrica específica en medicina del deporte. *Apunts*. XXVII: 255 - 263, 1990.
9. Drexel HG, Knuttgen, Tittel K. The Olympic Book of sports Medicine, Blackwell Scientific publications, Oxford London Edinburgh. 1988, 112 - 113.
10. Gallozzi C. La Valutazione della Forza. *Rivista di cultura Sportiva*. XV: 22 - 35, 1996.
11. Appenzeller O. Medicina deportiva. Forma física. Entrenamiento. Lesiones, 1ª ed DOYMA, España. 1991, 499 - 503.

CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS DE LOS GIMNASTAS PARTICIPANTES EN EL V CAMPEONATO PANAMERICANO. JULIO DE 1997- MEDELLÍN, COLOMBIA.

OLGA LUCÍA QUIROZ BASTIDAS. Nutricionista - Dietista. Indeportes Antioquia
JESÚS ANTONIO CAMACHO PÉREZ. Antropólogo. Indeportes Antioquia. Universidad de Antioquia.
JUAN CARLOS QUICENO N. Médico. Especialista en medicina deportiva.

RESUMEN

El auge mundial que ha tomado la adecuada preparación del deportista para obtener buenos resultados en la competencia y la importancia del apoyo biomédico (científico - técnico) en la formación de los atletas de alto rendimiento, requiere estudios que permitan conocer, entre otras, las características morfológicas (variables e indicadores básicos antropométricos, composición corporal, índices de proporcionalidad y somatotipo), y analizar la influencia que este factor pueda tener en el rendimiento deportivo.

El objetivo de este trabajo es dar a conocer algunas características morfológicas (cineantropométricas) de los deportistas que participaron en el V Campeonato Panamericano de Gimnasia realizado en Medellín, Colombia, en Julio de 1997. Se evaluaron 107 deportista (35 hombres y 47 mujeres en la modalidad de gimnasia artística y 25 mujeres en la modalidad de gimnasia rítmica). La masa corporal (peso) para la estatura (talla) en los hombres y mujeres de gimnasia artística es adecuada; en las mujeres de gimnasia rítmica la masa corporal (peso) para la estatura (talla) es baja, pero aceptable para la modalidad deportiva. Los porcentajes de grasa en la población evaluada fueron adecuados por los métodos utilizados (Lohman, para menores y Yuhasz para mayores de 18 años de edad respectivamente). El somatotipo antropométrico de los hombres de gimnasia artística se ubica como mesomorfo balanceado y se acercan a los valores de referencia internacionales; las mujeres de gimnasia artística se ubican en la intersección de las áreas central y mesomorfia balanceada. Por otra parte, las mujeres de gimnasia rítmica se caracterizan por estar en la unión de las áreas ectomorfo - mesomorfo y central.

(scientific - technical) in the formation of high performance athletes, require studies to help understand the morphological characteristics (body composition, proportionality index, somatotype, etc.) and examine the possible influence of these factors in sports performance.

The primary aim of this study is to understand some of the morphological characteristics (Kineanthropometric) of the athletes in the Vth Pan American Championships held in Medellín, Colombia, July 1997. We studied 107 athletes (35 men and 47 women) of artistic gymnastics and 25 women of rhythmic gymnastics. The body weight for the height for men and women in artistic gymnastics was adequate; in women's rhythmic gymnastics the body weight for the height was low, but acceptable for the sports modality. The percentage of body fat in the studied subjects was adequate using several methods (Lohman, for less than 18 years and Yuhasz for more than 18 years). The anthropometric somatotype, balanced mesomorphic, for men's artistic gymnastics are close to the international references. Women's artistic gymnastics are in the intersection of the central and balanced mesomorphic areas. On the other hand, Women's rhythmic gymnastics are located in the union of the ectomorphos-mesomorphos and central areas

KEYWORDS

Active substance index (AKS), Artistic gymnastics, Body composition, Body mass index (BMI), Kineanthropometry, Rhythmic gymnastics, somatotype anthropometric.

PALABRAS CLAVE

Cineantropometría, composición corporal, gimnasia artística, gimnasia rítmica, índice de masa corporal (IMC), índice de sustancia activa (AKS), somatotipo antropométrico.

SUMMARY

The boom in athletes preparation world wide for obtaining competitive results and the importance of biomedical support

INTRODUCCIÓN

Los estudios sobre la estructura humana se extienden desde la antigüedad, pero a partir de los juegos olímpicos de 1928 se empezó a estudiar la correlación existente entre el físico del individuo y la especialidad deportiva que practica (1). En su estudio clásico, Welham y Behnke (1942) relacionan la composición corporal y el deporte

como uno de los factores que inciden en el rendimiento (2); de esto mismo hablan otros autores (3).

Para que el gimnasta pueda tener una adecuada técnica al ejecutar sus movimientos y lograr un mejor rendimiento, requiere un buen desarrollo físico de base, porque sin él se dificultaría dominar la técnica de los ejercicios que se realizan en aparatos, con elementos, a manos libres y saltos con apoyo, entre otros, donde la fuerza, la agilidad, la destreza y la resistencia son el reflejo del acondicionamiento físico exigido por esta disciplina (4).

La posibilidad de describir las expresiones del fenotipo en los individuos, permite conocer mejor la morfología del gimnasta y definir las características antropométricas que son más apropiadas para esta modalidad deportiva (5).

La gimnasia deportiva se divide en dos modalidades: **La gimnasia rítmica**, modalidad en la que sólo participan mujeres que compiten al ritmo de la música y realizan esquemas en las cuales expresan el movimiento del cuerpo a través de diferentes elementos: cinta, bola, masas, aro y cuerda; se han definido como características generales de las competidoras, el ser mujeres longilíneas, flexibles y con porcentajes de grasa bajos (6). **La gimnasia artística**: es ejecutada en aparatos estáticos, es realizada tanto por hombres como por mujeres. En ella se actúa dominando el peso del propio cuerpo. Los hombres, compiten en seis pruebas: suelo, caballete, arzones, anillas, barras paralelas y barra fija. Las mujeres, en cuatro pruebas: salto al caballo, barras asimétricas, viga de equilibrio y suelo. Esta modalidad deportiva precisa de coordinación, fuerza explosiva, flexibilidad y resistencia, se caracteriza por tener un buen respaldo muscular y bajos grados de adiposidad. (7) (8) (9). En las mujeres hay una mayor tendencia a la delgadez (10).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron 107 gimnastas de un total de 124 participantes en el V Campeonato Panamericano de

Gimnasia en la ciudad de Medellín en 1997; en la modalidad de gimnasia artística, 82 personas (35 hombres y 47 mujeres) y en la modalidad gimnasia rítmica, 25, todas mujeres. Para el proceso de medición se siguieron las recomendaciones técnicas propuestas por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK) y que se expresan en la convención antropométrica de Airlie, Virginia (USA 1989) (11) y en los protocolos desarrollados en la Universidad Simon Fraser (Canadá) (12); las medidas fueron tomadas por personal entrenado, con normalización de las técnicas y los procedimientos antropométricos.

Para describir las características antropométricas de los gimnastas, se utilizaron variables e indicadores teniendo en cuenta la especialidad deportiva, edad y sexo según el modelo de trabajo que han estado proponiendo Quiroz y Camacho (13).

Variables e indicadores básicos antropométricos, en las relaciones entre la estatura (talla), la masa corporal (peso), la edad y el sexo son un buen punto de partida para iniciar una descripción y análisis de una población. La Organización Mundial de la Salud (OMS), ha propuesto metodologías para los diferentes grupos de edad; en los menores de 18 años, para analizar los valores de la masa corporal (peso) y estatura (talla), se usaron las tablas de la NCHS (USA) (14) y para la población mayor de 18 años, se tomaron como referencia para la relación entre la masa corporal y la estatura, las tablas de la Metropolitan Life Insurance Company (USA). **Índice de masa corporal (IMC)**: este indicador da cuenta de una de las manifestaciones del peso proporcional, permite establecer la cantidad de masa corporal en relación con la estatura (Kg/m^2) para un individuo (15, 16, 17). Los valores de referencia del IMC para las mismas edades de las mujeres y hombres evaluados, basados en las tablas del NHANES 1 de 1974, son, para el percentil cinco, 16,6 y 19,0, para el percentil 50, 19,7 y 22,5 y para el percentil 95, 27,7 y 30,1 Kg/m^2 en mujeres y hombres respectivamente (18).

“Otro indicador con la estatura es el, **Índice “córnico”** (Eveleth y Tanner 1976). Es la relación proporcional entre la talla sentado y la estatura. Los valores de normalidad generalmente aceptados para

esta relación se encuentran un poco por encima del 50 % (15); se deduce que a mayor índice "córmico", más cortas son las extremidades inferiores e indirectamente puede estar reflejando un déficit en el indicador nutricional crónico (T/ E,S), planteado por la OMS (14); el AKS se describe posteriormente.

Los depósitos de grasa, medidos a partir del tejido adiposo celular subcutáneo, son una reserva de energía. En los deportistas estos depósitos son generalmente mas bajos que en la población general, pero en la estructura física de los deportistas (19), las diversas especialidades tienen a su vez, niveles óptimos que están relacionados, entre otras, con las fuentes energéticas utilizadas, las intensidades, la duración del ejercicio y el periodo de entrenamiento. En el caso de los gimnastas masculinos se ha observado una tendencia a tener bajos depósitos de grasa subcutánea; las mujeres de gimnasia no son extremadamente magras, sus reservas grasas son un poco mayores que las de los hombres (19, 20). A partir de los pliegues cutáneos se calculó: el **porcentaje de grasa** (tejido adiposo celular subcutáneo) por el método de Yuhasz (1974) para los deportistas mayores de 18 años (21) y por el método de Slautgher - Lohman de 1980 (22) (citado por Alexander 1995) (15) para la población menor de 18 años. También se calcularon a partir de la masa corporal (peso) y del porcentaje de grasa de cada individuo: el **peso graso** y el **peso magro**; con los pliegue cutáneos, por otra parte, se aplicó, el concepto de la **adiposidad relativa** del método de O-Scale (1989) propuesto por W. Ross (12, 23, 24), en el cual la suma de los seis pliegues se multiplica por un factor de corrección.

Cuando se combinan las relaciones entre la masa corporal (peso) y la estatura con las acumulaciones del tejido adiposo celular subcutáneo (ejemplo, un porcentaje de grasa), se generan algunos índices. Uno de ellos, es el **índice de sustancia activa** (AKS) propuesto por Tittel y H. Wutscherk en 1972 y citado por Rodríguez 92 (25), en el cual, se toman los porcentajes de grasa por el método de Parizková y Buzková para los hombres y en mujeres el de Durnin y Rahaman; pero en los laboratorios de la División de Medicina deportiva de Indeportes Antioquia se utilizan los métodos de porcentaje de

grasa por la propuesta de Yuhasz para los deportistas mayores de 18 años de edad (hombres y mujeres) y por el método de Slautgher - Lohman (22) para los deportistas menores de 18 años de edad. Por lo tanto, para los cálculos, análisis e interpretación de los resultados hay que tener presente este hecho. El AKS se calcula a partir de la masa magra y la estatura, por lo tanto, combina las relaciones entre la masa corporal y la estatura con la composición corporal (masa magra) en un solo numeral.

Para valorar la forma global de los gimnastas, se ha utilizado el método del somatotipo antropométrico planteado por Heath-Carter (1, 19, 26) determinando sus tres componentes: endomorfia (gordura relativa), mesomorfia (desarrollo muscular y esquelético) y ectomorfia (flacura o linealidad relativa).

Se usaron equipos con especificaciones técnicas que permiten asegurar exactitud, comparabilidad y sensibilidad: balanza electrónica (Health o Meter), antropómetro tipo Martin (GMP), compás de corredera, cinta métrica (Lufkin) y adipómetro Harpender (John Bull).

El procesamiento estadístico se efectuó con las ayudas informáticas del programa estadístico Prisma, se aplicaron Anova (Kruskal - Wallis y Normal) y estadísticas paramétricas y no paramétricas (pruebas de significancias).

RESULTADOS

La presentación de los datos se hace por sexo y modalidad deportiva; se busca describir las características estudiadas y se presentan los promedios (media) y la desviación estándar. No está entre los objetivos directos hacer comparaciones de todos y cada uno de los resultados. Ocasionalmente, y en especial para el somatotipo antropométrico, se mostrarán algunos datos de referencia.

Variables básicas antropométricas. De los 35 hombres evaluados 7 eran menores y 28 mayores de 18 años de edad; de las 72 mujeres evaluadas, 58 eran menores y 14 eran mayores de 18 años de edad.

Tabla 1. Valores de la edad, la masa corporal y la estatura en los deportistas estudiados.

Modalidad	n	Edad (años)		Masa corporal Kg		Estatura cm	
		$\bar{X}$	D.E.	$\bar{X}$	D.E.	$\bar{X}$	D.E.
GA hombres	35	20,3	3,0	59,6	6,9	164,4	6,0
GA mujeres	47	15,5	2,3	43,2	7,6	149,9	8,2
GR mujeres	25	15,8	2,4	47,1	5,2	160,8	5,9

Los valores son expresados como la media y su respectiva desviación estándar, agrupados por sexo y modalidad deportiva.

Hay diferencia significativa en la variable edad entre los hombres de gimnasias artísticas y los dos grupos femeninos, $p < 0,001$. Para la variable masa corporal (peso) hay diferencia significativa entre los tres grupos, $p < 0,001$. Para la variable estatura (talla) se encuentra diferencia significativa entre el grupo de gimnasia artística femenina con los otros dos grupos, $p < 0,001$.

Para los índices pondo estaturales (IMC y AKS) y la proporción entre la talla sentado y la estatura para los menores y mayores de 18 años de edad hay ciertas similitudes en sus resultados.

Tabla 2. Valores del índice de masa corporal (IMC), índice de substancia activa (AKS) e índice "córmico" en deportistas menores de 18 años.

Modalidad	n	IMC Kg/m ²		AKS gr/m ³		I. Córmico cm/cm	
		$\bar{X}$	D.E.	$\bar{X}$	D.E.	$\bar{X}$	D.E.
GA hombres	35	20,3	3,0	59,6	6,9	164,4	6,0
GA mujeres	47	15,5	2,3	43,2	7,6	149,9	8,2
GR mujeres	25	15,8	2,4	47,1	5,2	160,8	5,9

Los valores son expresados como la media y su respectiva desviación estándar, agrupados por sexo y modalidad deportiva.

Para los gimnastas menores de 18 años en el índice de masa corporal (IMC) hay diferencia significativa entre el grupo de los hombres con los dos grupos femeninos, $p < 0,01$; para el índice de substancia activa (AKS) hay diferencias significativas entre los tres grupos, $p < 0,01$ y para el índice "córmico" no hay diferencia entre los tres grupos de deportistas.

Tabla 3. Valores del índice de masa corporal (IMC), índice de substancia activa (AKS) e índice "córmico" en deportistas Mayores de 18 años.

Modalidad	n	IMC Kg/m ²		AKS gr/m ³		I. Córmico cm/cm	
		$\bar{X}$	D.E.	$\bar{X}$	D.E.	$\bar{X}$	D.E.
GA hombres	28	22,5	1,6	1,27	0,1	52,0	1,2
GA mujeres	9	20,6	1,9	1,17	0,1	52,8	1,9
GR mujeres	5	18,2	1,5	0,99	0,1	52,2	1,3

Los valores son expresados como la media y su respectiva desviación estándar, agrupados por sexo y modalidad deportiva.

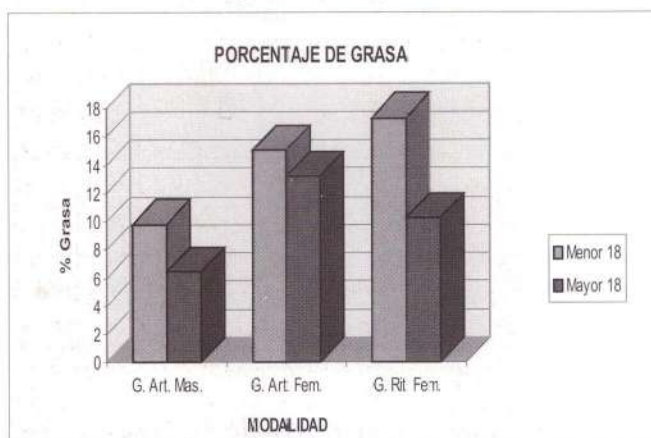
Para los gimnastas mayores de 18 años, en los índices de masa corporal (IMC) y de substancia activa (AKS) hay diferencias significativas entre los tres grupos, $p < 0,01$ y para el índice "córmico" no hay diferencia entre los tres grupos de deportistas.

Composición Corporal. Por medio del porcentaje de grasas, el porcentaje de masa magra y el puntaje de adiposidad se abordan los resultados. El porcentaje de grasa para los menores y mayores de 18 años de edad en los hombres de gimnasia artística fue de 9,8 (DE. 2,4) y 6,4 (DE. 1,2) por ciento, respectivamente. Las mujeres de gimnasia artística tenían para los mismos grupos de edad porcentajes de grasa de 15,0 (DE. 3,9) y 13,2 (DE. 2,2) por ciento respectivamente. Por otra parte, las mujeres de gimnasia rítmica presentaron porcentajes de grasa en los mismos grupos etareos de 17,3 (DE. 4,5) y 10,2 (DE. 1,2), respectivamente.

En los menores de 18 años se observan diferencias significativas entre los hombres de gimnasia artística y los dos grupos de mujeres, gimnasia artística y rítmica, $p < 0,01$ y $p < 0,001$, respectivamente. Para mayores de 18 años hay diferencias significativas entre los hombres de gimnasia artística y los dos grupos de mujeres, gimnasia artística y rítmica $p < 0,001$.

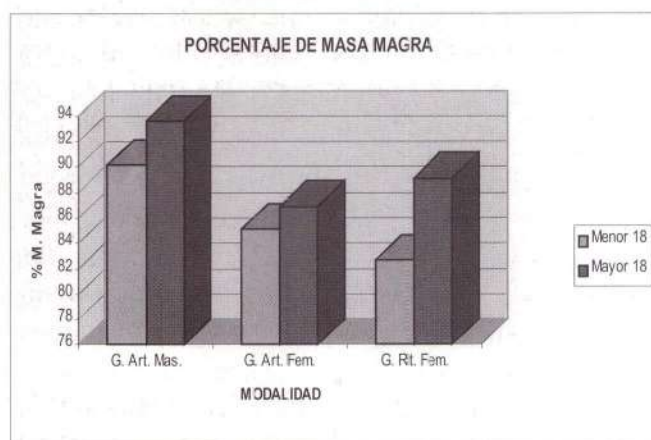
El porcentaje de masa magra para los menores y mayores de 18 años de edad en los hombres de gimnasia artística fue de 90,2 (D.E. 2,4) y 93,6 (D.E. 1,2) por ciento, respectivamente. Las mujeres de gimnasia artística tenían para los mismos grupos de edad porcentajes de masa magra de 85,1 (D.E. 3,8) y

Gráfica 1. Promedio del porcentaje de grasa por modalidad deportiva, edad y sexo.



86,9 (D.E. 2,2) por ciento, respectivamente. Por otra parte, las mujeres de gimnasia rítmica presentaron porcentajes de masa magra en los mismos grupos etareos de 82,7 (D.E. 4,5) y 89,1 (D.E. 1,2) respectivamente.

Gráfica 2. Promedio del porcentaje de masa magra por modalidad deportiva, edad y sexo.

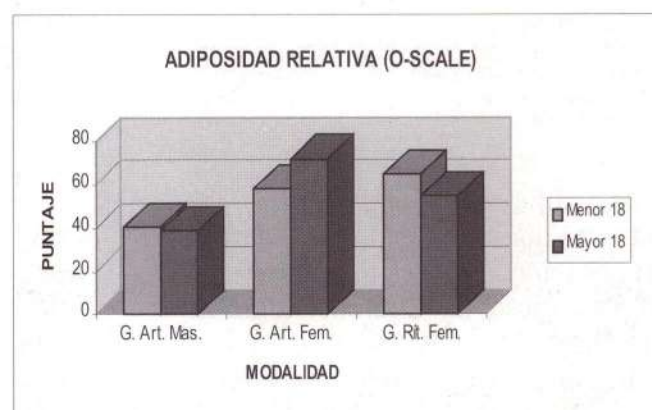


Se encuentran diferencias significativas en los menores de 18 años entre los hombres y los dos grupos de mujeres, gimnasia artística y rítmica, $p < 0,01$ y $p < 0,001$ respectivamente. Para mayores de 18 años hay diferencias significativas entre los hombres y los dos grupos de mujeres, gimnasia artística y rítmica, $p < 0,001$.

El puntaje de adiposidad para los menores y mayores de 18 años de edad en los hombres de gimnasia artística fue de 40,4 (D.E. 7,8) y 38,6 (D.E. 11,1). Las mujeres de gimnasia artística tenían para los mismos grupos de edad puntajes de adiposidad

de 58,2 (D.E. 18,2) y 71,9 (D.E. 19,1), respectivamente. Por otra parte, las mujeres de gimnasia rítmica presentaron puntajes de adiposidad en los mismos grupos etareos de 64,67 (D.E. 23,8) y 54,5 (D.E. 9,5), respectivamente.

Gráfica 3. Promedio del puntaje de adiposidad relativa por modalidad deportiva, edad y sexo.



Entre los hombres gimnastas menores y mayores de 18 años no hay diferencia significativas. Entre los grupos de hombres con los dos grupos femeninos, artística y rítmica, hay diferencias significativas con $p < 0,05$ y $p < 0,01$ respectivamente. Para las gimnastas de artística hay diferencias significativas entre las menores y mayores de 18 años, $p < 0,01$, no así para las gimnastas de rítmica entre las cuales no hay diferencias. En las gimnastas menores de 18 años de artística y rítmica no hay diferencias entre ellas. Por otra parte, hay diferencias entre las gimnasta de artística y rítmica mayores de 18 años.

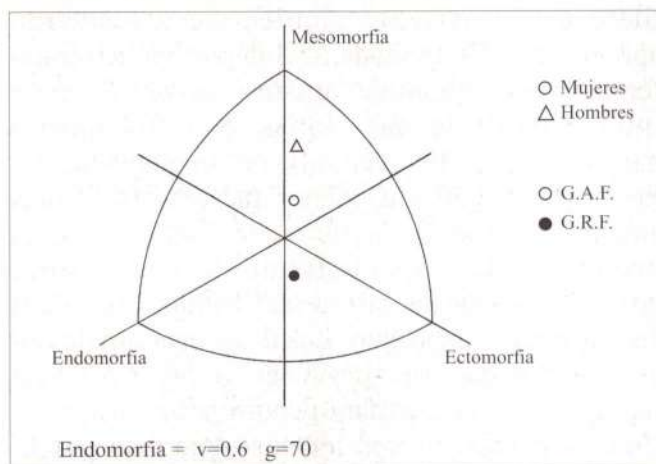
La forma general y su representación gráfica en los deportista a partir del somatotipo antropométrico presenta diferencias para cada uno de los tres grupos.

Tabla 4. Valores del somatotipo antropométrico. (Metodología de Heath y Carter).

Modalidad	n	Endomorfia		Mesomorfia		Ectomorfia	
		$\bar{X}$	D.E.	$\bar{X}$	D.E.	$\bar{X}$	D.E.
GA hombres	35	1,9	0,5	5,7	0,9	2,5	1,6
GA mujeres	47	2,7	0,9	3,9	1,0	2,8	1,1
GR mujeres	25	2,7	1,1	2,5	0,8	4,1	1,2

Los valores son expresados como la media y su respectiva desviación estándar, agrupados por sexo y modalidad deportiva.

Figura 1. Ubicación del somatotipo por modalidad y sexo.



Los somatotipos de los tres grupos de gimnastas presentan características globales diferentes, ello se manifiesta en la localización en la somatocarta.

Para la endomorfia y la mesomorfia: hay diferencias significativas entre los hombres y los dos grupos de mujeres, $p < 0,001$. Para la ectomorfia: hay diferencia significativa del grupo de mujeres de gimnasia rítmica, con los hombres y mujeres de gimnasia artística, $p < 0,001$.

ANÁLISIS DE RESULTADOS:

Para las variables básicas antropométricas, el promedio de edad en los hombres de gimnasia artística fue 20,3 años y en el grupo de mujeres de gimnasia rítmica y artística fue 15,5 y 15,8 años, respectivamente. Para el alto rendimiento deportivo, la gimnasia es uno de los deportes que tienen un periodo de iniciación y especialización a edades más tempranas (27). Los hombres tenían en promedio entre 4 y 7 años y las mujeres entre 3 y 5 años de entrenamiento y especialización en alto rendimiento. No hubo diferencias significativas en las edades de las mujeres, pero sí entre el grupo masculino y el femenino (Tabla 1). Esto último está en la línea de que los gimnastas son de los deportistas de menor edad cuando llegan al alto rendimiento, dadas las condiciones de una iniciación deportiva temprana.

La masa corporal (peso) de los gimnastas masculinos de la modalidad artística en relación a la edad y sexo es baja y se ubica, en promedio, cerca al percentil 10. La estatura de acuerdo a lo esperado

por edad y sexo para el promedio de los deportistas estaba entre los percentiles 10 y 25 de las tablas de referencia. La masa corporal (peso) para la estatura, de acuerdo con la modalidad deportiva de los hombres de gimnasia artística, fue adecuada. Por otra parte, las mujeres de gimnasia artística, tenían una estatura, baja para la edad (por debajo del percentil cinco de la NCHS) (14) pero adecuados pesos para la estatura por modalidad deportiva. Además, las mujeres de gimnasia rítmica tenían estaturas adecuadas para la edad, siendo más altas y longilíneas que las de gimnasia artística y según la literatura deportiva se adecuan a las exigencias de la modalidad (tabla 1). La masa corporal (peso) de las gimnastas rítmica estaban entre los percentiles 5 y 10 presentando una baja adecuación de la masa corporal (peso) para la estatura, pero permitida por modalidad deportiva.

Índice de Masa Corporal (IMC). Se considera que en general este índice se puntúa entre 20,0 y 25,0 Kg/m^2 para hombres mayores de 18 años de edad; en los menores de esta edad se dan valores desde 18,0 a 23,0 Kg/m^2 . Los valores encontrados coinciden con estas referencias, además, fueron más altos los índices en los hombres que en las mujeres. Las mujeres de gimnasia rítmica mostraron índices menores que las de gimnasia artística, pero la diferencia no fue significativa (Tabla 2). El índice de sustancia activa (AKS), según datos informados por el laboratorio de cineantropometría del Instituto Cubano de Medicina Deportiva, para diferentes periodos de entrenamiento (25).

Los valores del índice "córmico", que relaciona la talla sentado con la estatura, fueron aproximadamente iguales en los tres grupos y no hubo diferencias significativas entre los menores y los mayores de 18 años. Estos resultados nos muestran que los promedios encontrados son ligeramente mayores al valor dado de referencia, y hay una adecuada proporción entre las partes superior e inferior del cuerpo (Tabla 2).

Composición corporal evaluada por los dos componentes. Por no ser el mismo método del porcentaje de grasa en menores y mayores de 18 años de edad, no se puede, ni se debe hacer una comparación directa en los resultados y en los análisis, ya que hay un sesgo, porque cada uno de los

métodos tienen fundamentos y puntos de calificación diferentes. El porcentaje de grasa de los hombres del grupo de menores de 18 años de edad tuvo un valor adecuado por la metodología de Lohman (valores deseables 8% a 12%). En mujeres, tanto de gimnasia artística como de gimnasia rítmica, las cifras del porcentaje de grasa estuvieron en el rango adecuado (valores deseables 13% a 18%). El porcentaje de masa magra está directamente relacionado con la masa corporal y el porcentaje de grasa. Hay diferencias entre estos tres grupos estudiados en la masa magra.

En los hombres de gimnasia artística mayores de 18 años se observaron cantidades de grasa aceptables por la metodología de Yuhasz (valores de referencia adecuados para hombres entre 5,5% a 8% y para mujeres entre 9,5% a 13,5%) (20). Las mujeres de gimnasia artística tuvieron una mayor tendencia a la acumulación de grasa que las de gimnasia rítmica. En general, las mujeres mostraron un menor desarrollo de masa magra que los hombres, esto es una señal del dismorfismo sexual y de las exigencias de la modalidad deportiva.

El puntaje de la adiposidad relativa (método del O-scale) (23, 24). Esta estrategia de la composición corporal puede ser aplicada, tanto para hombres como para mujeres, utilizando los mismos pliegues cutáneos. Los datos de la gráfica 3, muestran para los hombres mayores y menores de los 18 años de edad que tienen acumulaciones del tejido graso celular subcutáneo similares. Son las mujeres de gimnasia artística femenina mayores de 18 años de edad las que registran un mayor puntaje para las acumulaciones de la grasa, ello puede estar asociado a los cambios hormonales propios de la maduración y como producto de un dismorfismo sexual.

En el análisis del somatotipo (Tabla 4 y figura 1) como indicador de la forma global del individuo, se destaca en el gimnasta artístico masculino, el componente mesomórfico balanceado de la somatocarta con predominio de la masas musculares y ósea (ubicándose en la parte media de la zona 5). Según las referencias internacionales, esto está de acuerdo con las expectativas que se tienen para este deporte, según lo ha reportado L. Carter en algunos de sus trabajos clásicos sobre el tema (19, 20, 21, 26). Los componentes

endomórfico (adiposidad relativa) y ectomórfico (delgadez relativa) también se consideran apropiados para la modalidad deportiva. El grupo femenino de gimnasia artística se ubica en la intersección de las zonas 5 (mesomorfia balanceada) y 13 (central) de la somatocarta. Presenta, obviamente, menos mesomorfia y más endomorfia que los hombres, lo cual no sólo es producto del dismorfismo sexual, sino, posiblemente, de las características funcionales del entrenamiento deportivo. Los datos encontrados en estas gimnastas se aproximan a las referencia reportadas en la literatura deportiva internacional. Como ejemplo, en tres trabajos reportado por L. Carter para mujeres de gimnasia artística, se dan valores para la endomorfia entre 2,1 y 2,7; para la mesomorfia los valores son entre 3,8 y 4,2, y para la ectomorfia se puntúan entre 2,8 y 3,4 (Carter 82) (19,20,21). El grupo femenino de gimnasia rítmica se ubica en la intersección de las zonas 13 (central) y la 7 (mesomorfo ectomorfo) de la somatocarta, muestra el menor componente mesomórfico entre los tres grupos y la más alta ectomorfia; por característica del sexo, posee una adecuada endomorfia y una delgadez propia de esta modalidad. Estos valores se adecuan muy bien al deporte.

De manera general, las características antropométricas del grupo de deportistas que compitieron en el V Campeonato Panamericanos de Gimnasia en la ciudad de Medellín (Colombia), en 1997, se adecuan armónicamente a las exigencias de la modalidad deportiva en las relaciones de la masa corporal y la estatura para la edad y sexo; en los índices IMC, AKS e índice "córmico", así como en lo referente a la composición corporal (porcentaje de grasa, masa magra y adiposidad relativa) y en lo relacionado con el somatotipo antropométrico. Es de anotar que la dotación genética determina en gran parte las características estructurales y fisiológicas de cada persona. Si existen rasgos específicos necesarios para destacar en un deporte, es importante que tales atributos se pongan de manifiesto en la elaboración y conocimiento de perfiles que permitan identificar las características requeridas y tener elementos por parte de los profesionales que integran el equipo de alto rendimiento en la selección de posibles talentos.

RECONOCIMIENTOS.

A los deportistas, directivos y demás personas participantes en el V Panamericano de Gimnasia en la Ciudad de Medellín, por su apoyo y colaboración para la ejecución del presente trabajo.

AGRADECIMIENTOS.

Ángela María Ortega, nutricionista, Indeportes Antioquia, Hospital General de Medellín; a Claudia Elena Giraldo, nutricionista, E.N.H.; a Elkin Roldán, MD, especialista en medicina deportiva y; a Diana P. Díaz, MD, Msc. Ciencias Básicas Biomédicas, Universidad de Antioquia.

REFERENCIAS

1. **Carter J E.** Anthropometric profiles of olympic athletes at Mexico city. *Kineanthropometry III* 1983 vol. X 3-17.
2. **Wilmore J H., Costill D L.** Optimal body weight for performance. Cap 16 p 380-398. En *Physiology of sport and exercise*. De Human Kinetic. Champaign IL, USA 1994.
3. **Delgado M, Gutiérrez A.** Entrenamiento físico-deportivo y alimentación. 1997. 264-270.
4. **Ukran M L.** Gimnasia Deportiva Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana. 1978, Traducción por José M. Bravo y Andrés Fierro.
5. **Rubio F J, Franco L.** Estudios descriptivos antropométricos y de forma física de escolares integrados en programas deportivos de iniciación *Apunts*. 1995 vol. XXXII.
6. **Cuesta M.** Gimnasia Deportiva. Manual para especialista de la organización juvenil española 1968, 27.
7. **Stoyanka A.** Gimnasia Olímpica Contemporánea. Traducción de Saúl Gutiérrez Ibarra. Editorial Pueblo y Cultura. La Habana 1979, 9.
8. **Hayhurst. B.** Gimnasia artística. Pairamo ediciones, 1980 Barcelona.
9. **Aykroyd, P.** Táctica y Destreza de la gimnasia. Educar Editores. Bogotá 1983. Edición española por Jairo Camacho P.
10. **Heras P.** Crecimiento y rendimiento motor en función del pico de crecimiento de la talla: estudio longitudinal de una muestra de chicos y chicas menorquines. *Apunt* 1997 XXXIII; 223-241.
11. **Lohman, T., Roche, A., Martorell, R.** Anthropometry standarization reference manual. Human Kinetic Publishers, Inc. Champaign, IL USA 176p 1990.
12. **Ross W. D.** Kinanthropometry Cap. 6. En *Physiological Testing of the High-Performance Athlete*. Published for the Canadian Association of Sport Sciences. Second Edition. MacDougall J.D., Wenger H. A. y Green H.J. Human Kinetics Books. Champaign. Illinois USA 1991
13. **Quiroz O, Camacho J.** Propuesta metodológica para la valoración antropométrica del deportista de alto rendimiento. Documento 1996. II Congreso de Internacional de Medicina deportiva. Indeportes Antioquia - Gatorade
14. **NCHS.** Height and weight of young 12-17 years. United States. In *Vital in Health statistics*. Series 1. No 1241. Health service and mental health administration. Washington D.C. Government printing office 1973.
15. **Alexander P.** Actitud física, características morfológicas y composición corporal, pruebas estandarizadas en Venezuela 1995 36-68.
16. **Bray. G.** Obesidad Cap. 4 en *Conocimientos actuales de Nutrición*. 6a edición OPS, ILSI p28-46. Washington D.C. 1991
17. **Mahan L.K. and Arlin MT.** Weigth management Cap 18. In *Krauser food nutrition and diet therapy* 8th ed 1992 USA. Interamericana.
18. **Cleves A.** Determinación del índice de masa corporal en pediatría. *Nutricition Review* vol. I No 3 1996. 17-22.
19. **Carter J.E.L.** Body Composition of Montreal Olympic Athletes. En Carter J.E.L. (ed.) *Physical Structure of Olympic Athletes*. 1984 Número 16, 181 p en la Serie *Medicine and Sport* de la editorial Karger.
20. **Carter J.E.L.** Body Composition of Montreal Olympic Athletes. En Carter J.E.L. (ed.) *Physical Structure of Olympic Athletes*. 1984 Número 18, 181 p en la Serie *Medicine and Sport* de la editorial Karger.
21. **Carter JEL.** Kineanthropometry Notes. Departament of Physical Education. San Diego State University. San Diego, CA USA 1983.
22. **Lohman TG.** Advances in Body Composition Assessment. Monograph Number 3. Human Kinetics Publisher Champaign. IL, USA 1992.
23. **Ross W. D., DeRose, E.H., and Ward, R.** Anthropometry applied to sport medicine. In A. Dirix, H.G. Knuttgen, and K. Tittel (Eds), *The Olympic Book of Sports Medicine*. London: Blackwell. 1988, 233-265.
24. **Ross WD.** The Advanced O-Scale Physique Assessment System. Kinemetrix Inc., 1989 Vancouver Canadá.
25. **Rodríguez C.** Composición corporal y deporte, manuscrito de la cátedra Desarrollo físico. Instituto de Medicina del Deporte 1992. La Habana.
26. **Carter J.E.L.** The Heath - Carter Somatotype Method. Third Edition, August 1980. San Diego State University Syllabus.
27. **Bompa T.** Theory and methodology of training. The key to athletic performance. U.S.A. Kendal Hunt publishing company. 1983, 18-21.

LA UREA COMO MARCADOR BIOQUÍMICO DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO

MARTHA LUCÍA ORREGO L.: Bacterióloga, División de Medicina Deportiva, Indeportes Antioquia.

GRACIELA NICOT BALÓN.: MD, Especialista de I Grado en medicina deportiva, Instituto de Medicina del Deporte, Cuba

HILDA N. JARAMILLO L.: MD, MSc Fisiología, profesora Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia.

INTRODUCCIÓN

Desde hace más de un siglo se ha investigado la utilización de los sustratos energéticos durante la actividad física, razón por la cual es abundante la literatura especializada que ha demostrado la participación de los carbohidratos y de los lípidos como fuente de energía para la actividad muscular. Durante décadas se consideró que las proteínas no tenían participación en el suministro de energía, o que éste era insignificante, cuando el aporte calórico era adecuado (1). En la actualidad existe una clara tendencia a considerar que las proteínas desempeñan un papel importante en los procesos metabólicos del organismo, cuando éste es sometido a trabajo físico (2), ya que estudios recientes señalan el aumento de la concentración sérica de la urea y de la excreción de nitrógeno; en consecuencia, las proteínas pueden ser degradadas durante el ejercicio, entre un 3 y un 18% de la energía total generada (1).

Se pretende hacer una revisión de los aspectos más importantes de la participación de las proteínas durante el ejercicio físico y, en particular, de la urea como producto final del catabolismo proteico; se hará mención a su importancia en el control médico del entrenamiento deportivo.

METABOLISMO PROTEICO DURANTE LA ACTIVIDAD FÍSICA

La actividad física modifica los tres procesos básicos del catabolismo proteico: 1) la oxidación de aminoácidos, 2) la producción de amonio, y 3) la de urea (3).

Oxidación de aminoácidos

Bajo condiciones de reducida disponibilidad de carbohidratos hay disminución de la síntesis de proteínas, o elevada degradación de éstas (4,5). Los aminoácidos de cadena ramificada, leucina, valina e isoleucina, así como también alanina, glutamato y aspartato, son oxidados, de manera significativa, en el músculo esquelético (1); así pues, estos aminoácidos se constituyen en una fuente importante de energía para el músculo activo (6). La magnitud de su oxidación dependerá de la duración e intensidad del ejercicio (7,8).

El estudio de los aminoácidos de cadena ramificada ha sido preferencial por tres razones:

1- Los aminoácidos de cadena ramificada son liberados durante el ejercicio del lecho esplácnico e incorporados directamente al músculo activo; el resto de los aminoácidos, por el contrario, son incorporados al hígado (7).

2- Los tres aminoácidos de cadena ramificada poseen la misma reacción inicial de transaminación y descarboxilación. Además, la actividad de la transaminasa para estos aminoácidos en el músculo esquelético es muy elevada (9).

3- En condiciones catabólicas estos aminoácidos tienen una tasa elevada de oxidación, lo que no sucede con los otros aminoácidos (5).

La mayoría de las investigaciones sobre el metabolismo de los aminoácidos de cadena ramificada durante el ejercicio han sido dedicadas al estudio de la oxidación de la leucina. Se ha

encontrado un incremento de su tasa de oxidación (6,10-12). Millvard y colaboradores (13) observaron, además, que la tasa de oxidación de la leucina, en humanos, aumenta en relación directa con la intensidad del ejercicio. Dohm y colaboradores (10) sugieren que, debido a que las enzimas para la oxidación de la leucina se encuentran en las mitocondrias, el incremento en la capacidad de su oxidación puede estar relacionado con el mayor número de mitocondrias encontrado en músculos de animales entrenados.

Sin embargo, se considera que aún no se ha abordado de forma exhaustiva el estudio de otros aminoácidos durante el ejercicio físico, lo que permitiría tener una visión más clara de su importancia en el suministro de energía.

Producción de amoníaco. Ciclo de la glucosa-alanina

Como se mencionó anteriormente, durante la actividad física la tasa de oxidación de los aminoácidos de cadena ramificada, especialmente la de la leucina, está incrementada.

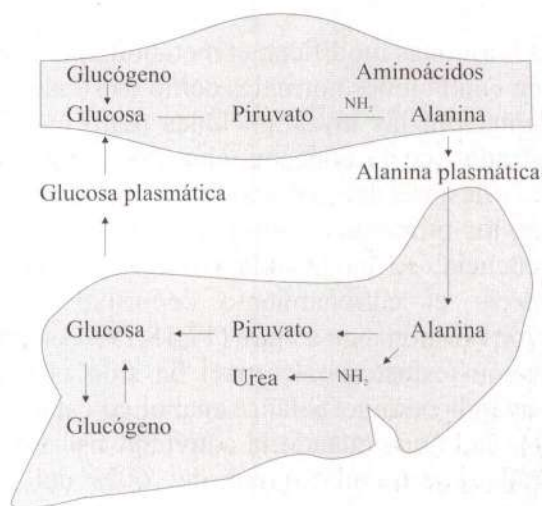
El mecanismo para la eliminación del amoníaco, acumulado en el músculo activo, es conocido como el ciclo de la glucosa-alanina (14); se piensa que éste genera de un 5% a un 10% del total de la energía utilizada durante un ejercicio prolongado.

En términos generales, la desaminación o transaminación oxidativa de un aminoácido produce la acumulación de amoníaco, compuesto tóxico, particularmente, para el sistema nervioso (Banister, citado en 15). El amoníaco es conjugado con el piruvato para formar alanina, la cual es transportada, por la sangre, hacia el hígado, donde se desamina para dar de nuevo piruvato y amoníaco. En el hígado, el piruvato se utiliza para la gluconeogénesis, mientras que el amoníaco es incorporado al ciclo de la urea (Figura 1).

En el músculo, el piruvato que se une al amoníaco es suministrado por la vía glucolítica, mientras que el grupo amino, del amoníaco, puede derivarse del glutamato, principal donador, o de reacciones de

Figura 1

Ciclo de la Glucosa - Alanina



transaminación múltiples que involucran los aminoácidos de cadena ramificada (6).

La mayor disponibilidad del piruvato y de los grupos amino en el músculo, durante el ejercicio, aumenta la síntesis de alanina y su liberación hacia la circulación. Este proceso es de gran importancia cuando las reservas de hidratos de carbono son bajas, por lo cual, una adecuada ingesta de hidratos de carbono evita la disminución de las reservas de proteínas del organismo (2,4,5). Por lo expuesto anteriormente, la alanina es uno de los precursores conocidos de la gluconeogénesis y la transferencia de alanina del músculo a la sangre aumenta en relación directa con la intensidad del ejercicio (14).

Así pues, la gluconeogénesis es un proceso metabólico que se incrementa con la intensidad y la duración del ejercicio físico y está más relacionada con el catabolismo proteico de lo que antes se suponía (4,7).

Viru y colaboradores (16) consideran que los glucocorticoides tienen un papel importante como factores controladores del ciclo de la glucosa-alanina, y que su acción sobre la glucogénesis está relacionada con él. Según los resultados obtenidos por estos autores, los glucocorticoides estimulan la producción, durante el ejercicio, de alanina y urea,

ya que activan la enzima alanina-amino-transferasa.

EFFECTOS FISIOLÓGICOS DE LOS GLUCOCORTICOIDES

Las hormonas modifican el metabolismo celular tanto en condiciones normales como en situaciones de adaptación; las investigaciones realizadas han demostrado que la concentración hormonal varía durante y después del ejercicio físico, modulando, al parecer, los procesos anabólicos y catabólicos; en consecuencia, se ha postulado la posibilidad de *monitorear* el entrenamiento deportivo con la medición hormonal en sangre (17,18,19). Así pues, la relación testosterona/cortisol ha sido utilizada como un indicador del balance anabólico/catabólico (20,21), dado que cuando la actividad física es de moderada intensidad (mayor del 60% del VO_2 máximo) hay activación del eje hipotálamo-hipófisis-corteza adrenal (22,23).

El eje hipotálamo-hipófisis-corteza adrenal responde a diferentes estímulos, como el estrés psíquico o físico, con la secreción hipotalámica de la hormona liberadora de corticotropina (CRH). La función de la CRH es estimular la secreción de la hormona adrenocorticotrópica (ACTH) por el lóbulo anterior de la hipófisis (Figura 2). Es la

ACTH circulante la que actúa sobre la glándula suprarrenal para estimular la secreción de glucocorticoides (24).

En humanos, el cortisol es el principal glucocorticoide. Las concentraciones de cortisol en la sangre, como la mayoría de las hormonas, presentan un ritmo circadiano, con valores máximos en las primeras horas de la mañana -4 y 6 h- y mínimos en las horas de la noche -medianoche- (25).

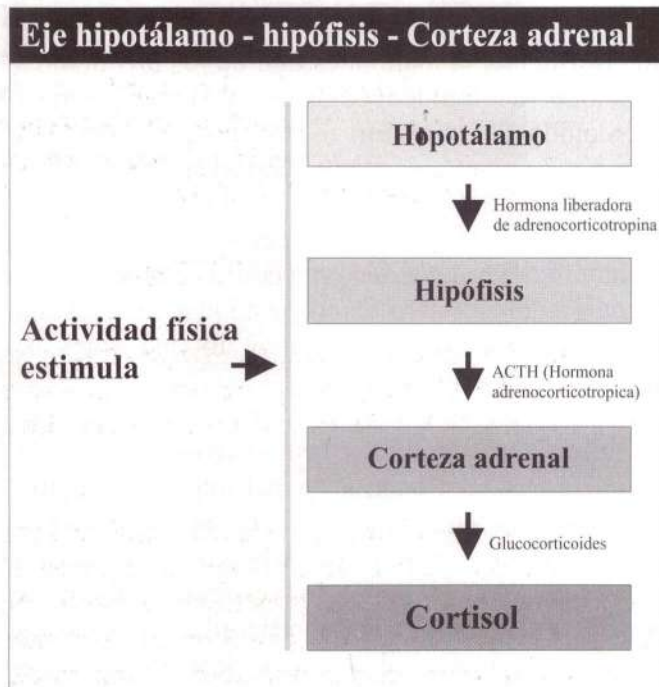
El cortisol es hiperglicemiante, dado que disminuye la utilización periférica de la glucosa y favorece, además, la gluconeogénesis; por su acción proteolítica aumenta la movilización de los aminoácidos de los tejidos extrahepáticos (fundamentalmente, del músculo) hacia el interior de la célula hepática, lo que incrementa su disponibilidad, para su conversión posterior en glucosa. El cortisol interviene, también, en la movilización de los lípidos (26).

COMPORTAMIENTO DE LA UREA DURANTE LA ACTIVIDAD FÍSICA

La urea es el principal compuesto nitrogenado no proteico del plasma. Es el producto final del catabolismo de las proteínas, se genera en el hígado por el ciclo de la urea y es la mayor ruta de remoción de nitrógeno del organismo (27). Se acepta como valores de referencia, para la población deportiva, con una ingesta no mayor de 2,5 g de proteínas/kg/día, una concentración sérica basal de 5,5--7,5 mmol/L (Comunicación personal de la dra. Graciela Nicot B.).

La concentración sérica de la urea se ha utilizado en medicina clínica para conocer, en diferentes enfermedades, la magnitud del catabolismo proteico y en el *monitoreo* de diversos tratamientos. Recientemente, ha cobrado interés la incorporación de esta variable bioquímica, en el control del entrenamiento deportivo, con el objeto de evaluar la recuperación del deportista ante las cargas de trabajo y para la caracterización de ellas. Igualmente, para el diagnóstico y la prevención del estrés producido por el entrenamiento y el sobre-

Figura 2



entrenamiento (28,29).

En términos generales, la producción de urea se incrementa con la intensidad y con la duración del ejercicio (30,31,32). El ejercicio intenso y de corta duración, al parecer, no produce modificaciones en la concentración sérica de la urea, hasta 48 horas después de concluido el esfuerzo (33).

Se ha observado una correlación directa entre el aumento de la concentración sérica de la urea y la duración del ejercicio. El incremento de la concentración sérica de urea se produce, al parecer, independientemente del tipo de ejercicio, cuando éste tiene una duración mayor de 60 minutos (34,35) o cuando el trabajo desarrollado utiliza fundamentalmente el metabolismo aerobio (Viru, citado por 32).

Por un lado, se ha observado que la ejecución de ejercicios concéntricos al 70% del VO_2 máximo, durante 60 minutos, incrementa la concentración sérica de urea en 18% (inmediatamente) y 21% (una hora después); en tanto que los ejercicios excéntricos, al 40% del VO_2 máximo, de igual duración, no modifican la concentración de urea. Los cambios en la concentración sérica de urea están más relacionados, para igual período de tiempo, al parecer, con la intensidad del ejercicio (36).

Por otro lado, la realización de ejercicios en cicloergómetro al 45% del VO_2 máximo, durante 90 minutos (37), o al 65% del VO_2 máximo, hasta la fatiga total (38), producen incrementos en la concentración sérica de la urea después del ejercicio.

Janssen y colaboradores (39) estudiaron la urea en sangre de 60 hombres y 18 mujeres que habían sido sometidos a un programa de entrenamiento aeróbico durante 20 meses, y al concluir el programa desarrollaron competencias de 15, 25 y 42,2 km. Ambos sexos presentaron incrementos de la concentración de urea en sangre después del esfuerzo; las mujeres presentaron disminución más rápida de la concentración de urea a las 48 horas que los hombres. En este sentido Tarnopolsky y colaboradores (40) informan que las mujeres oxidan menos proteínas y carbohidratos que los hombres, a iguales intensidades de trabajo.

En resumen, los incrementos en la concentración sérica de urea después del esfuerzo físico están relacionados, al parecer, con el aumento del catabolismo proteico; su determinación es de utilidad como indicador: a) del alto volumen de la carga física, o de la intensidad del entrenamiento; b) de la recuperación del deportista; y c) de la asimilación y recuperación de las cargas de trabajo en actividades submáximas prolongadas.

Entre otros factores que modifican la concentración sérica de la urea durante la actividad física se encuentran: la ingesta calórica, ya sea con una dieta hiperproteica o hipoglúcida; la hemoconcentración producida por la deshidratación; y un plan de entrenamiento mal diseñado.

Excreción de urea

Se acepta que aproximadamente la mitad de la urea se excreta, durante el ejercicio, por sudación, aunque los resultados de los estudios son contradictorios y de compleja interpretación.

Durante y después del ejercicio, según la modalidad deportiva y la edad del sujeto, se han encontrado incrementos variables en la excreción de urea por sudor; entre 2 y 13 g de proteína por hora; mientras que la excreción urinaria permanece constante, o sólo cambia ligeramente, cuando el ejercicio ha sido agotador (2,37,41). A pesar de los resultados contradictorios, la disminución en la excreción urinaria de la urea puede ser explicada por un aumento en su reabsorción tubular o en su eliminación a través de la piel (4,38,42).

TOMA DE LA MUESTRA

La extracción de la muestra, sangre capilar, se realiza idealmente en ayunas y en reposo, para evitar la influencia de la alimentación y de la actividad física.

La frecuencia del examen estará determinada por el interés, del médico deportólogo, de conocer el comportamiento del deportista durante la temporada de trabajo. Existen diversos esquemas que utilizan la concentración sérica de la urea para el

control médico del entrenamiento. El más utilizado, y el que mayor información brinda, es el que consiste en determinarla todos los días de un microciclo y el día inicial del siguiente, antes y después de la sesión de entrenamiento. Este esquema permite conocer cómo se encuentra el deportista durante un microciclo, al inicio del siguiente y su recuperación frente a las cargas físicas.

Para una mejor caracterización de la respuesta del deportista al trabajo físico, se sugiere evaluar diversos microciclos que incluyan cargas bajas, medias y altas, tanto en volumen como en intensidad; igualmente, evaluar los períodos competitivos. Una vez lograda la caracterización, el médico deportólogo podrá escoger los microciclos y los días convenientes para el control del entrenamiento.

INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

La concentración sérica de la urea ha sido utilizada para conocer la adaptación a las cargas ejecutadas por el atleta (Modelo de Voguesenkey)(43), así como para conocer si la recuperación del atleta fue o no adecuada (Modelo de Polishuk)(44); también, para investigar la relación existente entre la magnitud de la carga física y la respuesta, inmediata, de la urea en sangre (Modelo de Karpman)(45).

Modelo de Voguesenkey

En este modelo se investiga la adaptación a las cargas ejecutadas por el atleta en las 16 a 18 horas anteriores al análisis de urea.

• **Reacción tipo 1:** Cuando hay una correlación directa entre la cinética de la urea y la carga; esto es, la concentración sérica de la urea se incrementa al aumentar la carga. Implica una respuesta de acuerdo con la carga.

• **Reacción tipo 2:** La urea permanece igual o disminuye, aunque se incrementa el trabajo; no hay relación entre las cargas físicas que se administran y

la variable bioquímica.

• **Reacción tipo 3:** Hay predominio de las formas catabólicas, con cifras de urea por encima de 7 mmol/L, a pesar de cargas bajas de trabajo. Se considera que el régimen de trabajo se encuentra por encima de las posibilidades funcionales del deportista.

Modelo de Polishuk

En este modelo se compara la concentración sérica de la urea, post-entrenamiento, del día anterior, con el valor de la urea del día siguiente, en ayunas. Con él se pretende evaluar la recuperación del deportista ante la carga física de trabajo, por lo cual se considera que:

• la reacción es favorable a la carga cuando la concentración sérica de urea no supera el 40% del valor post-entrenamiento del día anterior; y

• la reacción es desfavorable a la carga cuando no se observa una correlación clara entre la concentración de la urea y el volumen y la intensidad de las cargas; el aumento en la concentración sérica de la urea puede superar, durante varios días, el 40%; ello implica una mala tolerancia a las sesiones de trabajo y obliga a introducir correcciones en la magnitud de las cargas.

Modelo de Karpman

En este modelo se comparan las mediciones de la concentración sérica de urea antes y después del entrenamiento; pretende evaluar la magnitud de la carga física de trabajo, por lo cual se considera que:

• la carga es baja cuando hay diferencias menores a 1 mmol/L en la concentración sérica de la urea.

• la carga es media cuando hay diferencias en la concentración sérica de urea entre 1 y 2 mmol/L; y

• la carga es elevada cuando hay diferencias mayores de 2 mmol/L en la concentración sérica de urea.

REFERENCIAS

1. **Poortmans JR.** Principles of exercise biochemistry. Ed. Karger. Brussels, 1993; p186-229.
2. **Lemon WP, Yarasheski KE, Dolny DG.** The Importance of Protein for Athletes. *Sports Medicine*. 1984; **1**: 474-484.
3. **López CJ, Fernández VA.** Fisiología del ejercicio. Ed. Médica Panamericana. Madrid, 1995; p24-28.
4. **Lemon WP, Mullin JP.** Effect of initial muscle glycogen levels on protein catabolism during exercise. *J Appl Physiol*. 1980; **62**: 624-629.
5. **Goldberg AL, Odessey R.** Oxidation of amino acids by diaphragms from fed and fasted rats. *Am J Physiol*. 1972; **223**: 1384-1391.
6. **Hood AD, Terjung LR.** Amino acid metabolism during exercise and following endurance training. *Sport Medicine*. 1990; **9**(1): 23-35.
7. **Ahlborg G, Felig P, Hagenfeldt L, Hendler R, Wahren J.** Substrate turnover during prolonged exercise in man. *J Clin Invest*. 1974; **53**: 1.080-1.090.
8. **Stein TP, Hoyt RW, Toole M'O, Leskiw MJ, Schluter MD, Wolfe RR, Hiller WD.** Protein and energy metabolism during prolonged exercise in trained athletes. *Int J Sports Med*. 1989; **10**: 311-316.
9. **Champe PC, Harvey RA.** Lippincott's illustrated reviews: Biochemistry. (Second Edition). J. B. Lippincott company. Philadelphia, 1994. p249
10. **Dohm LG, Kasperek JG, Tapscott BE, Barakat AH.** Protein metabolism during endurance exercise. *Fed Proc*. 1985; **44**: 348-352.
11. **Sigrid AH, Emile LM, Siamak AA.** Effect of exercise on rates of oxidation, turnover, and plasma clearance of leucine in human subjects. *Am J Physiol*. 1982; **242**: E407-E410.
12. **Wolfe RR, Goodenough RD, Wolfe MH, Royle GT, Nadel ER.** Isotopic analysis of leucine and urea metabolism in exercising humans. *J Appl Physiol*. 1982; **52**: 458-466.
13. **Millward DJ, Davies CTM, Halliday D, Wolman SL, Matthews D, Rennie M.** Effect of exercise on protein metabolism in humans as explored with stable isotopes. *Fed Proc*. 1982; **41**: 2.686-2.691.
14. **Felig P, Wahren J.** Amino acid metabolism in exercising man. *J Clin Invest*. 1971; **50**: 2703-2714.
15. **Guezennec CY, Abdelmalki A, Serrurier B, Merino D, Bigard X, Berthelot M, Pierard C, Peres M.** Effects of prolonged exercise on brain ammonia and amino acids. *Int J Sports Med*. 1998; **19**: 323-327.
16. **Viru A, Litvinova L, Viru M, Smirnova T.** Glucocorticoids in metabolic control during exercise: alanine metabolism. *J Appl Physiol*. 1994; **76**: 801-805.
17. **Flynn MG, Pizza FX, Brolinson PG.** Hormonal responses to excessive training: Influence of cross training. *Int J Sports Med*. 1997; **18**: 191-196.
18. **Bosco C, Viru a.** Testosterone and cortisol levels in blood of male sprinters, soccer players and cross-country skiers. *Biol Sport*. 1998; **15**: 3-8.
19. **Fournier PE, Stalder J, Mermillod B, Chantraine A.** Effects of a 110 kilometers ultra-marathon race on plasma hormone levels. *Int J Sports Med*. 1997; **18**: 252-256.
20. **Volek JS, Kraemer WJ, Bush JA, Incledon T, Boetes M.** Testosterone and cortisol in relationship to dietary nutrients and resistance exercise. *J Appl Physiol*. 1997; **82**: 49-5
21. **Urhausen A, Gabriel H, Kindermann W.** Blood hormones as markers of training stress and overtraining. *Sports Med*. 1995; **20**: 251-276.
22. **Hartley HL, Mason JW, Hogan RP, Jones LG, Kotchen TA, Mougey EH, Wherry FE, Pennington LL, Ricketts PT.** Multiple hormonal responses to graded exercise in relation to physical training. *J Appl Physiol*. 1972; **33**: 602-606.
23. **Hartley HL, Mason JW, Hogan RP, Jones LG, Kotchen TA, Mougey EH, Wherry FE, Pennington LL, Ricketts PT.** Multiple hormonal responses to prolonged exercise in relation to physical training. *J Appl Physiol*. 1972; **33**: 607-610.
24. **Wilson, Foster, Kronenberg, Larsen.** Williams textbook of Endocrinology. (Novena Edición). Jean D. Wilson y cols. (eds). Philadelphia, 1998; p.526.
25. **Pesce JA, Kaplan AL.** Química Clínica (Métodos). Ed. Médica Panamericana. Buenos Aires, 1990; p.244.
26. **González GJ.** Fisiología de la actividad física y del deporte. (Primera Edición). Inter americana-McGraw-Hill. Madrid, 1992; p.97-103.
27. **Gregory LP.** Dietary protein requirements of physically active individuals. *Sports Med*. 1989; **8**(3): 154-176.
28. **Fry RW, Morton AR, García-Webb P, Keast D.** Monitoring exercise stress by changes in metabolic and hormonal responses over a 24-h period. *Eur J Appl Physiol*. 1991; **63**: 228-234.
29. **Remacha-Sevilla AF, Ordóñez J, Vinuesa A, García-Díe F, Jorba O, Roig R, Hernández B, Sánchez R.** Adaptación bioquímica y hematológica al esfuerzo máximo en corredores de largas distancias. *Apunts*. 1997; **126**: 243-269.
30. **Stokke O.** Clinical chemical changes in physical activity. *Scand J Soc Med Suppl*. 1982; **29**: 93-101.
31. **Decombaz J, Reinhardt P, Anantharaman K, Von glutz G, Poortmans JR.** Biochemical changes in a 100 km run: free amino acids, urea and creatinine. *Eur J Apply Physiol*. 1979; **61**: 61-72.
32. **Peña T, Nicot BG, Pérez PF.** Urea e índice urea/creatinina en triatletas. *Revista Cubana de Medicina del Deporte y la Cultura Física*. 1998; **3**(1): 29-33.
33. **Kraemer WJ, Fleck SJ, Dziados JE, Harman EA, Marchitelli LJ, Gordon SE, Mello R, Frykman PN, Koziris LP, Triplett NT.** Changes in hormonal concentrations after different heavy-resistance exercise protocols in women. *J Appl Physiol*. Aug 1993; **75**(2): 594-604.
34. **Haralambie G, Berg A.** Serum urea and amino nitrogen changes with exercise duration. *Europ J Appl Physiol*. 1976; **36**: 39-48.
35. **Lemon PW, Deutsch DT, Payne WR.** Urea production during prolonged swimming. *J Sports Sci*. 1989; **7**: (3). 241-246.
36. **Plante PD, Houston ME.** Effects of concentric and eccentric exercise on protein catabolism in man. *Int J Sports Med*. 1984; **4**: 174-178.

37. Calles-Escandon J, Cunningham JJ, Snyder P, Jacob R, Huszar G, Loke J, Felig P. Influence of exercise on urea, creatinine, and 3-methylhistidine excretion in normal human subjects. *Am J Physiol.* Apr 1984; **246**: E334-338.
38. Pérez RR, De Paz FJ, Bustamante BJ, Pablo SJ, Villa VJ. Influencia del entrenamiento en la cinética de la urea. *Abstracts 8th AMS European Sports Medicine Congress.* 1996; p18.
39. Janssen GM, Degenaar CP, Menheere PP, Habets HM, Geurten P. Plasma urea, creatinine, uric acid, albumin, and total protein concentrations before and after 15, 25, and 42 km contests. *Int J Sports Med.* 1989; Suppl 3: S132-138.
40. Tarnopolsky MA, Atkinson SA, Phillips SM, MacDougall JD. Carbohydrate loading and metabolism during exercise in men and women. *J Appl Physiol.* 1995; **78**(4): 1360-1368.
41. Méndez SA. Hormonas y Actividad Física. Instituto de Medicina Deportiva. Ciudad de la Habana-Cuba. 1991; p79-83.
42. Dohm GL, Williams RT, Kasperek GJ, Van Rij AM. Increased excretion of urea and N-methylhistidine by rats and humans after a bout of exercise. *J Appl Physiol.* 1982; **52**(1): 27-33.
43. Voguesenkey. Comportamiento de la urea en sangre en deportistas de alto rendimiento. Teoría y práctica de la Cultura Física. Moscú 1989.
44. Polishuk D. La Preparación de los ciclistas de alto nivel. El Ciclismo. Ed. Paidotribo. Barcelona, 1993; 310-312
45. Karpman U. L. Medicina Deportiva. Ed. Pueblo y Educación. La Habana. 1984.



**INDEPORTES
ANTIOQUIA**

INESTABILIDAD DEL CARPO EN BOXEADORES, SÍNDROME DE IMPACTACIÓN DEL CARPO : INFORME DE UN CASO.

Forma de la fila

FELIPE MARINO J. Médico. MSc. Control Médico del Entrenamiento. División de Medicina Deportiva, Indeportes Antioquia.

HORACIO YEPES Médico Ortopedista, División de Medicina Deportiva, Indeportes Antioquia.

RESUMEN

El aumento de las cargas de entrenamiento en los deportes conocidos como de combate, específicamente en aquellos que utilizan las manos para golpear con precisión y contundencia, tales como boxeo, karate y taekwondo, conlleva la sobrecarga y el microtrauma casi constantemente, lo que afecta considerablemente las estructuras óseas y articulares comprometidas. La inestabilidad del carpo en boxeadores, denominada por algunos expertos como "síndrome de impactación del carpo", es una lesión crónica producida por el impacto continuo sobre la muñeca que provoca una desalineación de las estructuras que la componen. La cronicidad de esta lesión y su mal manejo, produce a largo plazo una artrosis debida a inestabilidad ligamentaria que ocasiona un desorden de los huesos del carpo y síndromes dolorosos de la muñeca. Este caso es de un boxeador, campeón del mundo, evaluado en la División de Medicina Deportiva de Indeportes Antioquia.

PALABRAS CLAVE

Inestabilidad, carpo, síndrome de impactación, boxeo.

SUMMARY

The increase of training loads in the sports known like "combat", specially in those that use the hands to hit with precision and forceful, like boxing, karate and taekwondo, aid to overload and microtrauma almost constant, affecting considerably the bone structures and joint exposes. The inestability of carpal joint in boxers, called for some experts like "carpal impact syndrome", is a cronic injurie owing to continuous impact against the wrist, with a result in out of alinement in structures that compose it. The cronicity of this injurie and its inadequate treatment, aid to long term pseudoarthrosis of carpal bones and pain syndromes of the wrist. This

case is a boxer who was world champion and was evaluated in the Sport Medical Division of Indeportes Antioquia.

KEYWORDS

Inestability, carpal, impact syndrome, boxing.

CONSIDERACIONES GENERALES

La muñeca puede ser considerada como un sistema mecánico encargado de proveer movilidad y transmitir la fuerza entre la porción distal del antebrazo y la proximal de la mano. Es un complejo articular de siete huesos (el pisiforme es considerado como un sesamoideo) unidos entre sí por una red de ligamentos (1,2,3).

Hay dos teorías sobre el funcionamiento de la muñeca:

Teoría de las filas: Los huesos de la muñeca forman dos filas: una proximal (escafoides, semilunar y piramidal), y otra distal (trapecio, trapezoide, grande y ganchoso). Esta alineación forma dos grandes articulaciones: la radio-carpiana y la medio-carpiana.

Teoría de las columnas: La muñeca posee tres columnas: una central formada por el semilunar, el grande y el resto de la fila distal, que cumple la función de flexo-extensión; la segunda, formada solamente por el escafoides, cuya función es la abducción o desviación radial, y la tercera, formada por el piramidal, cuya función es la aducción o desviación cubital (2,3).

CINEMÁTICA DE LA MUÑECA

Al parecer no existe un acuerdo acerca de cuáles son los movimientos exactos de la muñeca, debido a la dificultad de visualizarlos por medios radiográficos y a que su amplitud de movimientos es muy pequeña.

La flexión y la extensión son producidas por las articulaciones radio-carpiana y medio-carpiana, la primera contribuye con el 62% de la extensión, mientras la segunda lo hace con el 62% de la flexión.

En las desviaciones radio-cubitales, influye principalmente la articulación medio-carpiana. El movimiento de translación es una mezcla de los movimientos de flexo-extensión y desviación radio-cubital.

Es importante anotar que Linscheid y colaboradores, en 1972, describieron el mecanismo de la función del carpo, explicado en una radiografía lateral donde se observa:

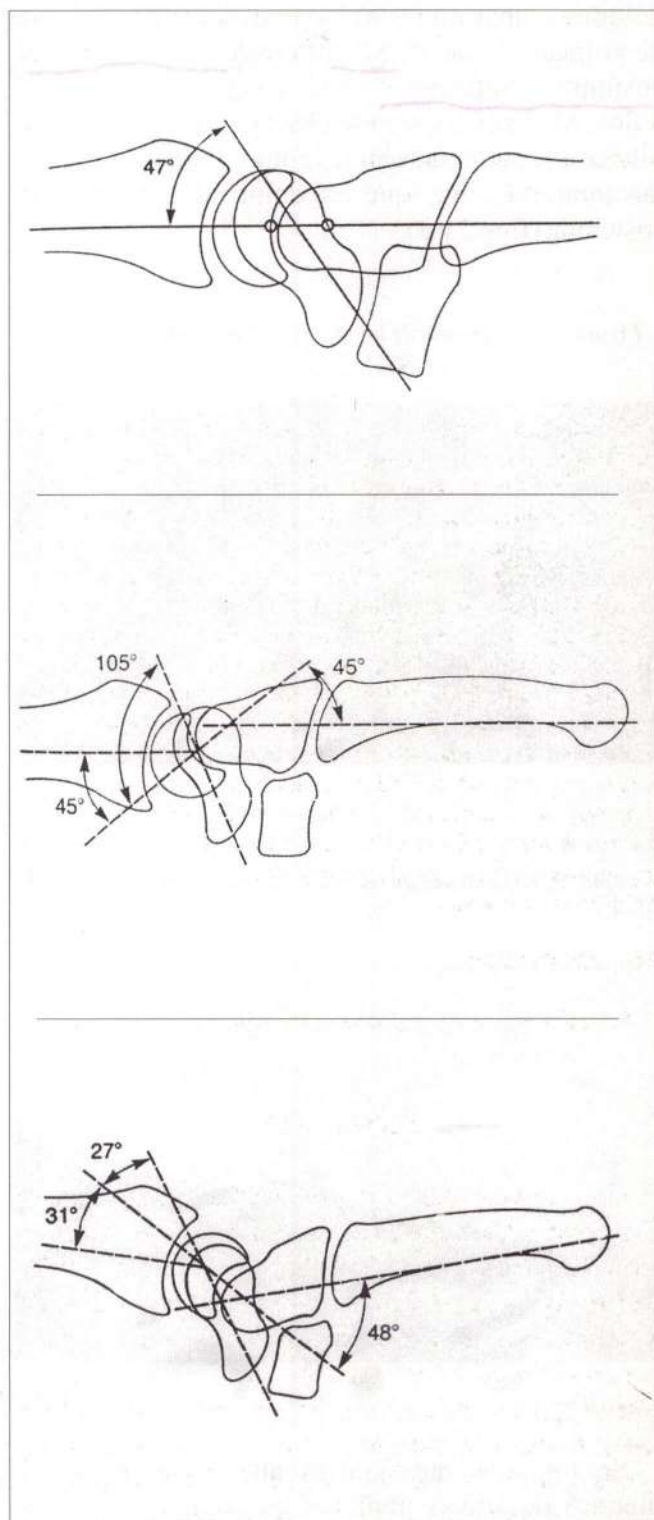
El eje longitudinal del escafoides con el eje longitudinal del semilunar en un rango de 30° a 60° .

Los ejes longitudinales del radio, semilunar y grande, están alineados con una leve flexión volar del semilunar (1,2,4).

Si el semilunar se sitúa en dorsiflexión con respecto al radio, se dice que existe "inestabilidad del segmento intercalado dorsal" (ISID), al contrario, si el semilunar se sitúa en flexión palmar, entonces toma el nombre de "inestabilidad del segmento intercalado volar" (ISIV). (fig. 1)

La altura del carpo es otra medida usada en la clínica para el estudio de la inestabilidad de la muñeca. La relación existente entre la distancia comprendida desde la base del tercer metacarpiano y la superficie articular distal del radio, sobre la longitud del tercer metacarpiano, es conocida como "índice del carpo" y sus valores normales son $0,54 \pm 0,03$ (fig. 2).

Figura 1: Ángulo escafoides-semilunar a) Normal b) ISID c) ISIV.



Tomado de Linscheid, R.L., J. Bone Joint Surg 54^a: 1612 - 1632, 1972.

DESCRIPCIÓN DEL CASO

Sexo masculino, 28 años, boxeador profesional por ocho años, quien desde hace cinco años presenta dolor en ambas muñecas luego de su práctica diaria de golpear el "saco". Su entrenador ha tomado por costumbre "infiltrarlo" cada vez que se presenta el dolor. Al examen físico se observa una tumefacción bilateral pronunciada en las zonas dorsal y radial de las muñecas, fija, que es dolorosa a la presión sostenida (figs.2 y 3).

Figura 2. Vista frontal de las manos del boxeador en estudio.

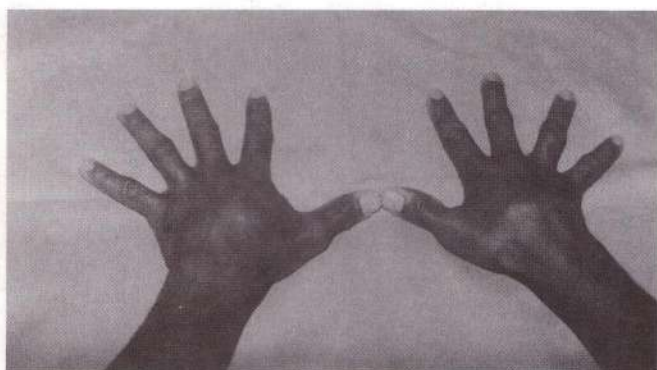
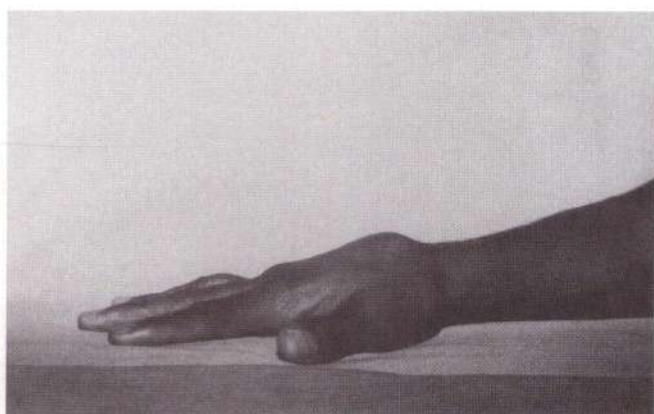


Figura 3. Vista lateral de las manos del boxeador en estudio.

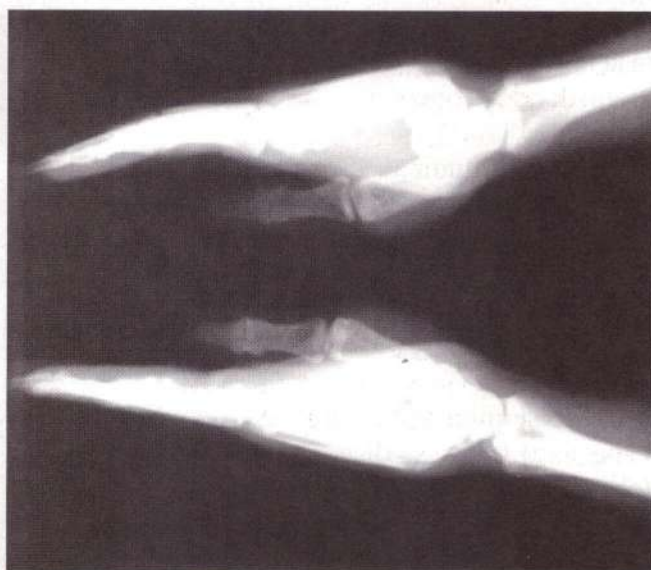


Se tomaron radiografías antero-posteriores y laterales de ambas muñecas en donde se observa impactación del hueso grande, microfracturas compresivas, preartrosis carpo-metacarpiana e inestabilidad intercalar (Fig. 4 y 5).

Figura 4. Radiografías AP. Correspondientes



Figura 5. Radiografía lateral del boxeador en estudio.



Observe la impactación del hueso grande. Note la pérdida de la relación de los huesos del carpo.

COMENTARIOS

Las inestabilidades del carpo debidas a microtraumas a repetición deben ser estudiadas detalladamente y, en lo posible, detectadas a tiempo de poder realizar una adecuada profilaxis. La historia clínica y el examen físico deben ir acompañados de radiografías, que incluyan

proyecciones en estrés para descartar luxaciones, que son relativamente frecuentes en estos casos (1,4).

Algunas veces las radiografías son negativas, por lo que la decisión es puramente clínica. En estos casos se ordena fisioterapia para el manejo del dolor y el restablecimiento de la función de la muñeca, con una nueva evaluación en 10 a 14 días.

La fuerza repetitiva transmitida en dirección distal - proximal, del tercer metacarpiano sobre el hueso grande, ocasiona primero microtrauma acumulativo sobre la articulación carpo-metacarpiana con impactación articular y microfracturas trabeculares, a través de las fuerzas de acción- reacción, que a su vez se propagan a la articulación del hueso grande, al semilunar y al escafoides, lo cual lleva a inestabilidad del segmento intercalar, como se aprecia en el estudio radiográfico de este paciente. El índice escafoides-semilunar, bilateral, supera los 70°, además el semilunar está en actitud de dorsiflexión, hay pérdida del eje radio -semilunar-grande-tercer metacarpiano-que da la imagen en bayoneta por pérdida de la altura intercarpiana, según el índice de Linscheid y colaboradores (1,3,7).

Cuando la lesión va acompañada de esguince, estos casos responden adecuadamente a la inmovilización por cuatro a seis semanas. La escanografía puede ser una buena elección cuando, a pesar de ser negativa la radiografía, las manifestaciones clínicas del dolor son notorias. Algunos autores recomiendan la cirugía artroscópica si la lesión va acompañada de ruptura de ligamentos, lo que aumenta la inestabilidad. Cuando se demuestra inestabilidad se recomienda la cirugía de reconstrucción de ligamentos y fijación con pines; esto ocasiona incapacidades para la práctica deportiva de al menos seis meses y no se recomienda volver a golpear con contundencia y sin adecuada protección (5,6,7).

La recomendación de la División de Medicina Deportiva de Indeportes Antioquia es una adecuada profilaxis con el uso de crioterapia previa y posterior al microtrauma, además de una adecuada protección de las muñecas, que garantice su estabilidad durante la ejecución de la carga de trabajo.

REFERENCIAS

1. Ruby, L., Fractures and dislocations of the carpus. In: Browner, B., Jupiter, J., Levine, A., y Trafton, P., *Skeletal trauma, fractures, dislocations, ligamentous injuries*, Vol. 2, W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1992, p. 1047-1062.
2. Rettig, A., Adsit, W., Athletic injuries of the hand and wrist. In: Griffin, L., *Sports Medicine*, American Orthopaedic Society for Sports Medicine, 1994, p. 205-224.
3. Cailliet, R., La mano, serie Síndromes Dolorosos, El Manual Moderno S.A., México, 1972.
4. Bowerman, J., *Radiology and injury in sport*, Appleton-Century-Crofts, New York, 1977.
5. Peterson, L., Renstrom, P., *Sports injuries, their prevention and treatment*, Martin Dunitz, London, 1986.
6. Hlobil, H., Mechelen, W. Van, Kemper, H., How can sport injuries can be prevented?, National Institute for Sport, Health and Care, The Netherlands, 1987.
7. Martínez, G., Álvarez Cambras, R., Arango, G., Incidencia y prevalencia del síndrome de impactación del carpo en boxeadores, *Rev Cubana de ortopedia y traumatología*. 1 (1), p. 49-56, 1987.

USO DE ESTEROIDES Y SUSTANCIAS PROHIBIDAS (DROGAS) POR ATLETAS JÓVENES

Dr. DELPHIS RICHARDSON, M.D. Comité asesor en medicina deportiva para atletas jóvenes, Ohio, U.S.A.

Traducción: Juan Carlos Quiceno N.

RESUMEN

Las sustancias estimulantes del rendimiento deportivo se han utilizado en competiciones atléticas al menos por 45 años, lo que ha ocasionado cambios significativos en la estructura y manejo de las mismas; igualmente, han afectado el rendimiento atlético individual. Los esteroides anabólicos son los agentes farmacológicos estimulantes del rendimiento más ampliamente debatidos. Son efectivos, pero tienen muchos efectos adversos. También se han usado muchas otras sustancias, algunas sintéticas, otras naturales, conocidas por muchos como "suplementos nutricionales". Aunque la mayoría de estas sustancias son prohibidas por las federaciones atléticas, su uso es muy común y, aun más, se ha vuelto popular entre los adolescentes.

Su control (antidopaje) ha demostrado ser el mejor método utilizado hasta ahora para disminuir su uso, pero es complejo, caro y (en mi opinión) no conveniente en jóvenes escolares.

El deseo del ser humano por ser mejor, más rápido, más fuerte y triunfar a toda costa (ej. ganar es todo, y es lo único que cuenta), ha llevado a que los estimulantes del rendimiento deportivo sean más importantes que el propio nivel de preparación del joven atleta.

SUMMARY

Performance enhancers have been used in athletic competition at least forty five years and have lead to significant changes in the administration of structured competition as well as heaving impacted individual athletic performance. Anabolic steroids are the most widely discussed performance enhancing agents. They are effective, but they have side effects. Many other substances are also used. Some are synthetic and others are naturally occurring "nutritional supplements". Although most of these substances are banned by athletic governing bodies, use of them is still quite common and becoming more popular among adolescents. This age group uses them not only for performance enhancement, but also for appearance enhancement.

Testing has proved to be the best way to decrease use, but it is complex, expensive, and (in my opinion) not suitable for high schools to undertake.

The human drive to be better, faster, stronger, and succeed at

all cost (i.e. Winning isn't everything, is the *only* thing that counts) has pushed performance enhancement farther and the younger levels.

Se establece la discusión acerca del uso de esteroides y de sustancias prohibidas por deportistas jóvenes, conocido también como dopaje. Revisaremos un poco acerca de la historia del Comité Olímpico Internacional (COI) y la Asociación Atlética Colegial Nacional de los Estados Unidos (NCAA), con respecto a la clasificación de las sustancias prohibidas y los procedimientos de análisis. También se analizarán los siguientes aspectos con respecto al uso de esteroides anabólicos: mecanismo de acción, usos médicos y no médicos, efectos colaterales y asuntos legales. Al final de esta discusión se verá el estado actual acerca de la investigación en el uso de estimulantes para aumentar el rendimiento en adolescentes y el control de drogas en estudiantes de secundaria

Las drogas han sido utilizadas para mejorar el rendimiento humano desde la segunda guerra mundial, cuando se suministraba a los soldados esteroides anabólicos y anfetaminas para reducir su fatiga e incrementar su agresividad. Los esteroides se usaron inicialmente en la olimpiada de 1954, y en 1962 se registró la muerte de un ciclista olímpico como consecuencia del uso de anfetaminas. Estas situaciones obligaron a desarrollar una lista de sustancias prohibidas por el COI a finales de los años 60, seguido por la universalización del control del dopaje en los Juegos Olímpicos de Verano de 1976. Los estimulantes para el rendimiento han llegado a ser cada vez más comunes y sofisticados con la introducción de transfusiones sanguíneas autólogas, los suplementos nutricionales y las

hormonas peptídicas. Como respuesta a esto, los métodos de laboratorio han desarrollado una tecnología más sofisticada.

La Asociación Atlética Colegial Nacional (NCAA) desarrolló en 1973 el Comité de Educación en Drogas. Desafortunadamente, ellos encontraron que la educación sola no tuvo impacto sobre el uso de estas sustancias por los atletas. En 1984 se planeó un programa de control de drogas que comenzó con la evaluación de jugadores de *football* americano colegial en las finales del campeonato anual (empezando en 1987) y en los juegos del *Super Bowl* en los Estados Unidos. Los controles durante la temporada regular del *football* americano colegial se iniciaron en 1990, y continuados con el atletismo de pista y campo en 1992. En el programa de control de drogas de la NCAA están incluidos ahora todos los deportes.

Los esteroides anabólicos poseen el mayor récord de efectividad en el aumento del rendimiento; debido a esto, han recibido la mayor atención por parte de los medios de comunicación y los dirigentes deportivos. Dichas sustancias han mostrado en los atletas una ventaja indudable, pero también poseen un alto nivel de efectos adversos; por estas razones han sido declaradas sustancia ilegales.

Los esteroides anabólicos son antagonistas de los efectos catabólicos de los glucocorticoides, estimulan la síntesis proteica e incrementan la producción de células de la serie roja de la sangre. Estos efectos fisiológicos producen un incremento de la masa muscular y disminuyen la fatiga; así mismo, aumentan la potencia, la velocidad y el rendimiento general en algunos deportes. Los esteroides anabólicos tienen efectos psicológicos que elevan el estado de ánimo e incrementan la motivación. Además de estos efectos positivos también aumentan la agresividad. Esta característica, bien controlada, es deseable en muchos deportes competitivos, pero la furia descontrolada es contraproducente y peligrosa.

A pesar de que la mayor parte de la publicidad de los esteroides anabólicos se centra sobre su uso en el deporte, tienen también sus indicaciones médicas. Este uso legítimo es lo que hace difícil la

prohibición completa de la producción y el comercio de estas sustancias. Algunas de sus indicaciones son: ganancia de peso en deficiencias nutricionales severas (como en el SIDA), el dolor óseo asociado a la osteoporosis, el tratamiento del cáncer de seno, y la corrección de estados de deficiencia hormonal masculina.

Los efectos adversos de los esteroides anabólicos son varios y afectan muchos órganos y sistemas: cardiovascular, hepático, reproductivo y tegumentario; el estado emocional también se afecta. En las mujeres, algunos de estos efectos adversos son irreversibles. Debido a la prohibición de los esteroides anabólicos, es difícil obtener buenos estudios de estas sustancias y la validez de las investigaciones realizadas hasta ahora no es clara. Por eso hay quienes piensan que los efectos adversos severos que se han reportado no están demostrados adecuadamente.

La lista de agentes ergogénicos está creciendo rápidamente, ya que los competidores tratan de utilizar otras sustancias diferentes de los esteroides anabólicos, para no sufrir sus efectos adversos y evitar su detección. Esta lista incluye: hormona del crecimiento humano, eritropoyetina, transfusión autóloga, clenbuterol, creatina, L-carnitina, hidroximetilbutirato (HMB), dehidro-epi-androsterona (DHEA), además de varios estimulantes y suplementos nutricionales. De estas sustancias, todas menos la L-carnitina y algunos suplementos, tienen soporte científico y algunas investigaciones que prueban su efectividad. Ninguna se equipara a los esteroides anabólicos, exceptuando la eritropoyetina y las transfusiones autólogas, las cuales han demostrado mejorías significativas en atletas que practican deportes de resistencia.

Si bien es cierto que los atletas adolescentes tienen acceso a los diferentes productos antes mencionados, los estudios científicos acerca de su uso son escasos. Los estudios que se encuentran disponibles muestran que alrededor del 13% de los estudiantes de secundaria usan esteroides anabólicos. Un gran número de estos estudiantes (más de un tercio), usan esteroides para formación del cuerpo y definición muscular, más que para el fisicoculturismo. Su obtención es a través de almacenes veterinarios. Es interesante anotar que el

uso en colegiales está correlacionado fuertemente con el uso de otras drogas prohibidas. Esto ha alcanzado tal nivel, que se han desarrollado programas y organizaciones como "Entrenamiento en Adolescente y Aprender a Evitar los Esteroides" (ATLAS). Los temas médicos más relevantes al respecto son: 1) Preocupación por los efectos adversos a largo término, y 2) Carencia de datos.

¿Están los adolescentes participando en algo que les acortará su vida significativamente y les llevará a discapacidades a largo plazo?

La creatina es el estimulante del rendimiento que en la actualidad tiene mayor popularidad en los jóvenes de Phoenix y sus alrededores. La creatina entró en escena en los Juegos Olímpicos de Barcelona en 1992 y su uso se ha ampliado desde entonces. Su fácil consecución y carencia de efectos secundarios la hacen tentadora para los jóvenes atletas y también para sus padres. Los beneficios y la mejoría del rendimiento que puede aportar esta droga son pequeños, lo que hace de los atletas no élite adolescentes, malos candidatos para su uso. El efecto placebo y la variabilidad del rendimiento día a día, son aspectos que contrarrestan los posibles beneficios en los atletas de mediano y bajo rendimiento.

En los Estados Unidos, el control de drogas en atletas de colegio es legal. El estado de Oregon tiene establecido en la actualidad un programa para el control de drogas en uno de sus colegios. El control de drogas es un tema complejo y las federaciones lo abordan desde diferentes puntos de vista, como el control antidopaje del COI para el abuso de drogas y estimulantes del rendimiento, la NCAA, la Liga Nacional de *Football* Americano (NFL), la Asociación Nacional de Baloncesto (NBA) y el Comité Olímpico de los Estados Unidos (USOC). Cada país que tiene su Comité Olímpico, tiene el derecho de organizar su programa de control de la manera que mejor le parezca. Algunas modificaciones al sistema han incluido, por parte del COI, informar a los atletas cuándo serán controlados para darles la oportunidad de entrenar y competir en diferentes ciudades y países; la NCAA no controla los estimulantes del rendimiento (p. ej. esteroides anabólicos) en todos los jugadores; y la NFL realiza controles en forma aleatoria entre los

jugadores de cada equipo, cada semana.

Para los colegios, el control de drogas es un tema con un riesgo muy alto y su costo, comparado con su beneficio, lo hace poco razonable. Algunos requisitos para que un programa de control de drogas sea válido, son: cadena controlada de seguridad, confidencialidad, distribución de los resultados y plan de acción disciplinario que incluya procesos de apelación. Obviamente, se requiere mucho recurso humano y legal, que demanda un costo excesivo.



**INDEPORTES
ANTIOQUIA**

RESPUESTAS CARDÍACAS AL EJERCICIO EN NIÑOS.

Thomas W. Rowland, M.D.

Director de Cardiología Pediátrica, centro médico Baystate, Springfield, Massachusetts, EUA.

Editor asociado de la revista "Medicine and Science in Sports and Exercise", EUA

Traducción: Mauricio Rico Sierra.

Ha sido difícil precisar las respuestas cardiovasculares al ejercicio en niños porque habitualmente no se han tenido medios no invasivos y seguros para medir la función cardíaca. Sin embargo, los avances recientes en metodologías como el ultrasonido cardíaco y la bioimpedancia torácica, vienen aportando datos que han permitido conocerlas y ellos han venido aplicándose a las investigaciones de los grupos pediátricos. Estos estudios han permitido: a) comparar la fisiología cardíaca del ejercicio de los niños saludables con las de los adultos, b) caracterizar las respuestas cardíacas al ejercicio en el atleta infantil y c) medir la respuesta cardíaca al ejercicio en niños con enfermedad cardíaca y así lograr una forma de cuantificar su disfunción miocárdica.

EL NIÑO NORMAL

Las demandas metabólicas del ejercicio se acompañan de un aumento del gasto cardíaco que alcanza tres a cuatro veces los valores de reposo en el ejercicio máximo. La mayor parte de este aumento se debe a la frecuencia cardíaca porque el volumen sistólico contribuye poco. Así pues, el máximo volumen sistólico es el factor principal que separa las personas con alto y bajo acondicionamiento aeróbico. Estas respuestas son cualitativa y cuantitativamente (en relación con el peso corporal) similares en niños y adultos.

Para una carga dada, la respuesta de la frecuencia cardíaca disminuye con la edad, bien sea que se mida en la banda sinfín o en el cicloergómetro. Lo anterior puede ocurrir porque la tasa metabólica y el gasto cardíaco que se necesitan para un trabajo particular son independientes de la edad, mientras

que el volumen sistólico aumenta simultáneamente con el tamaño corporal. Así pues, a medida que el niño crece, no es la frecuencia cardíaca sino el volumen sistólico el que aumenta gradualmente para satisfacer los requerimientos metabólicos necesarios para cumplir una determinada carga de trabajo.

Tanto los estudios longitudinales como los de corte transversal, hechos en la banda sinfín o el cicloergómetro, indican que la máxima frecuencia cardíaca no cambia en el curso de la infancia. Así pues, las fórmulas de adultos para calcular la frecuencia cardíaca, por ejemplo 220 menos la edad, no son apropiadas para los niños. Mientras que el sexo no afecta la frecuencia cardíaca máxima, la modalidad de examen sí lo hace. Las mayores frecuencias, por lo general 200-205 latidos por minuto (lpm), se alcanzan corriendo en la banda sinfín. Las frecuencias máximas caminando en la banda son, típicamente, cinco latidos por minuto menores. Durante los protocolos en cicloergómetro, sentado, se alcanzan frecuencias máximas de 195 lpm y en posición semisupina pueden ser 10 lpm menores.

Cuando un niño saludable y desentrenado comienza a pedalear sentado en un cicloergómetro, su volumen sistólico aumenta. A la mitad del ejercicio el volumen sistólico alcanza a ser 30-40% mayor que durante el reposo; a partir de entonces cambia poco aunque la carga de trabajo se incremente y muestra una meseta en el momento del agotamiento. Comparados con las niñas, los muchachos tienen mayores volúmenes sistólicos a unos mismos VO_2 o carga de trabajo submáximos, aun cuando las diferencias han sido pequeñas y estadísticamente insignificantes. La mayoría de los

informes de índices sistólicos máximos dan valores en niños en el rango de 58-63 ml/m².

Los factores que pueden afectar el volumen sistólico durante el ejercicio son múltiples e interrelacionados. Los niños con VO₂ máximos elevados muestran altos volúmenes sistólicos tanto en reposo como durante el ejercicio al compararlos con los no entrenados. Esto sugiere que los factores que modifican el volumen sistólico de reposo (mayor tamaño ventricular, mayor volumen plasmático) pueden ser importantes para determinar los máximos volumen sistólico, gasto cardíaco y VO₂ en niños.

Típicamente, durante una prueba de ejercicio progresiva, un niño aumentará la frecuencia cardíaca por un factor de 2,4 y el volumen sistólico por 1,3. Obviamente, el gasto cardíaco, producto de los dos, aumentará unas tres veces por encima de los valores de reposo. La mayor parte de los valores informados en niños sanos, no atletas, están en rangos de 9,5 a 11,5 L/min/m². En la edad pediátrica el volumen sistólico máximo aumenta paralelamente con el tamaño ventricular pero la frecuencia cardíaca máxima permanece estable. Se deduce que el gasto cardíaco máximo, relativo al tamaño corporal, no cambia a medida que el niño crece.

Los estudios ecocardiográficos y de medicina nuclear han revelado que en el transcurso del ejercicio progresivo las dimensiones diastólicas del ventrículo izquierdo disminuyen ligeramente, pero al final de la sístole el tamaño sí es exageradamente menor. El resultado es un aumento progresivo de la fracción de acortamiento que, a su vez, es la consecuencia del aumento de la contractilidad y la reducción de la postcarga. Simultáneamente hay un aumento en la velocidad aórtica máxima.

Los hallazgos anteriores sugieren que el aumento de la frecuencia cardíaca durante el ejercicio progresivo moderado a intenso, va a la par con el aumento en el retorno venoso sistémico y de esta forma se mantienen relativamente constantes tanto la dimensión diastólica como el volumen sistólico del ventrículo izquierdo. La contractilidad aumenta mientras el volumen sistólico permanece constante y ello sugiere que se necesita aumentar la fuerza de

contracción para entregar el mismo volumen de sangre en un tiempo de expulsión más corto.

El patrón de la respuesta del volumen sistólico al ejercicio y los valores del mismo y del gasto cardíaco (en función del tamaño corporal), no son distintos en niños y adultos. Algunos estudios indican que, comparados con los adultos, los niños tienen menores gastos cardíacos para un VO₂ dado durante el ejercicio, pero eso no necesariamente demuestra que la función cardíaca empeore con la edad. A una carga de trabajo dada el VO₂ absoluto es similar en niños y adultos. El volumen sistólico absoluto será menor en el niño porque las dimensiones del ventrículo son menores y se compensa sólo parcialmente con frecuencias cardíacas más altas. Los menores valores de Q/VO₂ en los niños no parecen tener importancia funcional porque los adultos y los niños no hacen ejercicio a los mismos VO₂ absolutos.

EL NIÑO ATLETA

Los niños atletas de resistencia aeróbica tienen mayores VO₂ máximos por kilo que los niños no atletas porque tienen mayores gastos cardíacos. Esta adaptación se consigue porque aumenta comparativamente el volumen sistólico durante el ejercicio máximo, ya que la frecuencia cardíaca máxima es igual en ambos.

No está claro por qué el volumen sistólico máximo es mayor en el niño atleta de resistencia aeróbica. La mayor parte de los estudios ecocardiográficos que se han hecho en ellos sugieren que, en reposo, la dimensión diastólica del ventrículo izquierdo no es distinta a la de los niños no atletas. Parece entonces que el mayor volumen sistólico máximo en el atleta no se debe al aumento de la precarga derivada de un corazón más grande o de un aumento del volumen plasmático.

Unas pocas investigaciones indican que el patrón del volumen sistólico es distinto en el niño atleta: en vez de la meseta usual cuando se llega al 40% del ejercicio máximo, el volumen sistólico del atleta de resistencia aeróbica continúa subiendo aún durante el agotamiento (un patrón similar se ha observado en el atleta adulto), lo que sugiere que algunos factores hemodinámicos que ocurren durante el ejercicio

establecen la diferencia entre las respuestas cardíacas del atleta y del no atleta. Se ha dicho que los responsables son los factores que determinan el llenamiento diastólico, como una bomba muscular esquelética más eficiente, mayores presiones intrapleurales negativas, exagerada "succión" ventricular izquierda o mayor distensibilidad diastólica miocárdica.

NIÑOS CON DISFUNCIÓN MIOCÁRDICA

Los niños con enfermedades cardíacas que tienen evidencia de disfunción miocárdica en reposo, muestran típicamente un patrón diferente de respuesta al ejercicio. Al compararlos con los niños saludables se encuentra que tienen menores frecuencias cardíacas máximas y, también, menores volúmenes sistólicos, gastos cardíacos, fracciones de acortamiento y velocidades aórticas pico. Más específicamente, se altera el patrón de cambio del volumen sistólico durante el ejercicio progresivo ya que, luego de una pequeña elevación inicial, él va disminuyendo a medida que la intensidad del ejercicio aumenta. Esta observación sugiere que el miocardio alterado de los pacientes no puede aumentar su velocidad de expulsión a medida que la frecuencia cardíaca aumenta y se produce la caída del volumen sistólico. Posiblemente los aspectos cuantitativos de este patrón sean útiles para determinar la severidad de la disfunción miocárdica en los niños cardiopatas.

Cuando se comparan con los sanos, los niños con disfunción miocárdica muestran, característicamente, disminución del acondicionamiento aeróbico que se expresa como una menor carga de trabajo durante el ejercicio progresivo. Intuitivamente se pensaría que los responsables serían los factores que limitan la perfusión de los músculos activos (es decir la habilidad para generar gasto cardíaco). Intriga sinembargo que en el momento de la fatiga de los pacientes, cuando los niños sanos siguen activos confortablemente, el gasto cardíaco es similar en ambos grupos. Esta observación sugiere que, aun en los pacientes con disfunción miocárdica significativa, los factores musculares periféricos pueden ser importantes para limitar la capacidad de ejercicio.

EVENTOS

CONGRESOS INTERNACIONALES

1. American College of Sports Medicine Annual Meeting

Junio 2 al 5 de 1999.

Seattle, Washington, U.S.A.

Fax: (317)634-7817

Web: www.acsm.org

2. Congreso Panamericano de Medicina Deportiva FIMS - COPAMEDE.

Junio 14 al 18 de 1999, Medellín, Colombia.

Informes: División de Medicina Deportiva,

Indeportes Antioquia. Calle 48 N° 70 - 180

Medellín, Colombia, Tel: (574)2600156, 2602111,

Fax: (574)2600276

E-mail: indeportes.medi@epm.net.co

Web: www.ramd.com

3. XXII Simposio Internacional en Ciencias del Deporte.

CELAFICS 25 años, Sao Paulo, Brasil,

Octubre 7 al 10 de 1999.

Informes: Celafics Fax: (011)453.9643

E-mail: lafics@mandic.com.br

4. II Congreso Internacional de Sicología Deportiva.

Instituto de Medicina del Deporte, La Habana, Cuba,

Octubre, 1999,

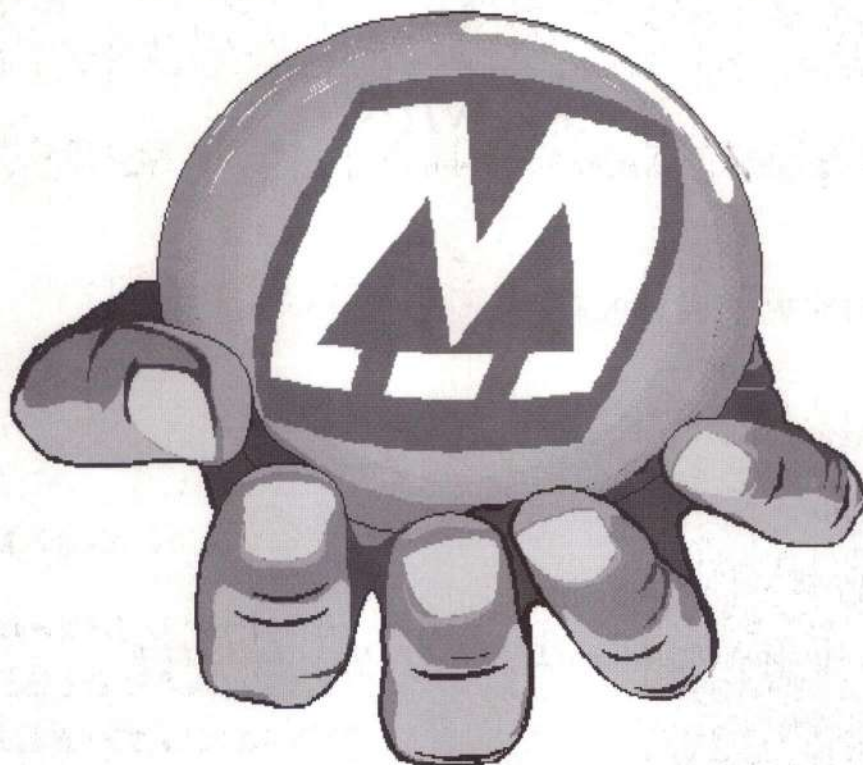
Informes: Tel: (537)447057.

5. Fifth I.O.C. World Congress on Sport Sciences

Noviembre 1 al 6 de 1999, Sydney, Australia.

Informes: Fax: (612)9297.2019

Sydney Organising Committee for the Olympic Games.



COMEDAL

Cooperativa Médica de Antioquia

Centro

Carrera 43 No. 49-58 Piso 9
Pbx: 2161610 Fax: 2166111

El Poblado

Calle 5ª No. 43B 25 Oficina 801
Pbx: 3110155 Fax: 3112823

Laureles

Av. Nutibara No. 73ª 21 Oficina 303
Pbx: 4129816 Fax: 4111848

www.comedal.com.co e-mail: comedal@epm.net.co



ENERCAL[®]

Complemento nutritivo completo y científicamente balanceado

Para el deportista



Ayuda a promover una buena salud, brindando nutrición completa.



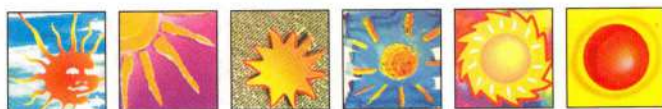
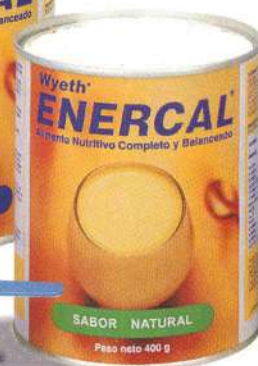
Suministra una nutrición científicamente balanceada para una dieta saludable.



Fácil digestión de grasas 100% vegetales, saludables al corazón.



**Dosis recomendada:
de 1 a 3 vasos al día.**



Nutrición balanceada y completa **Día a Día**

Reg. Minsalud RSIADO2M-212-91

Wyeth
LINEA NUTRICIONAL



INDEPORTES
ANTIOQUIA



INDEPORTES ANTIOQUIA Calle 48 N° 70-180 Tel: (574) 260 21 11 Fax: (574)260 02 76 E-mail: indeportes.medi@epm.net.co Medellín - Colombia

www.ramd.com