



CONTROL BIOMÉDICO

del entrenamiento deportivo



GRUPO DE MEDICINA DEPORTIVA Y
Ciencias aplicadas al deporte



Universidad
Pontificia
Bolivariana

© Indeportes Antioquia
© Editorial Universidad Pontificia Bolivariana
Vigilada Mineducación

Control biomédico del entrenamiento deportivo

ISBN: 978-958-764-770-9

ISBN: 978-958-764-778-5 (versión digital)

DOI: <http://doi.org/10.18566/978-958-764-778-5>

Primera edición, 2019

Gran Canciller UPB y Arzobispo de Medellín:

Mons. Ricardo Tobón Restrepo

Rector General:

Pbro. Julio Jairo Ceballos Sepúlveda

Vicerrector Académico:

Álvaro Gómez Fernández

Editor:

Juan Carlos Rodas Montoya

Compilador:

Felipe Eduardo Marino Isaza

Coordinación de Producción:

Ana Milena Gómez Correa

Diseño y Diagramación:

Mauricio Morales Castrillón

Corrección de Estilo:

Delio David Arango

Fotografía:

Rodrigo Mora Quiroz - Indeportes Antioquia

Dirección Editorial:

Editorial Universidad Pontificia Bolivariana, 2019

Correo electrónico: editorial@upb.edu.co

www.upb.edu.co

Telefax: (57)(4) 354 4565

A.A. 56006 - Medellín - Colombia

Radicado: 1575-08-05-17

Prohibida la reproducción total o parcial, en cualquier medio o para cualquier propósito sin la autorización escrita de la Editorial Universidad Pontificia Bolivariana y de Indeportes Antioquia.

JUNTA DIRECTIVA INDEPORTES ANTIOQUIA

Luis Pérez Gutiérrez
Gobernador

Baltazar Medina
*Presidente Comité Olímpico Colombiano
Representante de Coldeportes*

Néstor David Restrepo Bonnett
*Secretario de Educación Departamental
Representante del Sector Educativo*

Henry Palacios Valencia
*Gerente Inder Apartadó
Representante de los entes deportivos municipales*

Héctor Alonso Monroy Escudero
*Director Ejecutivo Liga Antioqueña de Tenis de Campo
Representante de las Ligas Deportivas de Antioquia*

Lisana Sofía Sánchez Ledesma
*Gerente de Indeportes Antioquia
Invitada*

Mariola González Villa
*Jefe Oficina Jurídica Indeportes Antioquia
Secretaria*

COMITÉ DE GERENCIA

Lisana Sofía Sánchez Ledesma
Gerente de Indeportes Antioquia

William de Jesús Moncada Ospina
Subgerencia de Fomento y Desarrollo Deportivo

Alpidio Betancur Zuluaga
Subgerencia Administrativo y Financiero

Luis Eduardo Cuervo Tafur
Subgerencia de Deporte Asociado y Altos Logros

Catalina Pérez Zabala
Asesora de Gerencia

Lina María Galeano Zapata
Oficina de Talento Humano

Óscar Mario Cardona Arenas
Oficina de Medicina Deportiva

Lucrecia Londoño Builes
Oficina de Control Interno

Álvaro Alonso Villada García
Oficina de Sistemas y Apoyo Financiero

Fredy Rodríguez Agudelo
Oficina Asesora de Planeación

Diana Milena Jaramillo Pérez
Oficina Asesora de Comunicaciones

Mariola González Villa
Oficina Jurídica

CON TROL

**BIOMÉDICO
DEL PATINAJE
DE CARRERAS**



Control biomédico
DEL PATINAJE
de carreras

Felipe Eduardo Marino Isaza, MD, Esp. MSc.

INTRODUCCIÓN



Si bien el deporte del patinaje de carreras en Colombia data de 1957, el desarrollo de este deporte en este país se dio en los años 80 en los cuales no solo se participó por un grupo de patinadores en las principales competencias a nivel continental y mundial, sino que se ofició como sede de torneos importantes como la vuelta a Colombia en patines, evento que tuvo varias etapas donde participaron deportistas de varios países del mundo, y el campeonato mundial en 1984 en la ciudad de Bogotá. En 1990, la ciudad de Bello, Colombia, fue sede del mundial de patinaje de carreras en la modalidad de ruta. Allí Colombia consiguió por primera vez en su historia 3 medallas de oro con sus patinadores Claudia Ruiz, Luz Mery Tristán y Guillermo León Botero, abriendo un camino

de triunfos innumerables a nivel mundial que se mantiene hasta el día de hoy. En el año 1996, la ciudad de Barrancabermeja, Colombia, fue la sede del primer campeonato mundial juvenil donde se inició el camino del triunfo colombiano siendo por primera vez, campeón mundial por equipos, en una competencia de este tipo. Este resultado se repitió en la misma ciudad en el año 2000 pero en la categoría de mayores donde Colombia alcanzó su primer triunfo general en esta categoría. Las características del entrenamiento de este deporte sumada a la impresionante popularidad del mismo, ha hecho de Colombia una potencia mundial en el patinaje de carreras.

Caracterización **DEL DEPORTE**

A pesar de que el patinaje sobre ruedas está clasificado dentro de los deportes llamados de "resistencia", debido a que se fundamenta específicamente en una gran base aeróbica, requisito fundamental sin el cual no podría haber adecuados procesos metabólicos de recuperación en el entrenamiento y la competencia, la mayoría de sus pruebas son de componente mixto, por su duración e intensidad, lo que lo hace un deporte algo complejo dentro de su plan de entrenamiento.

El patinaje es un deporte cíclico por su movimiento, que requiere una dosis importante de fuerza plasmada en la generación de velocidad, principalmente en sus pruebas rápidas (200, 300 y 500 m), y el componente de la resistencia a la velocidad, en sus pruebas de mayor distancia (1000, 5000, 10000 y 20000 m). De acuerdo a su producción energética es considerado como un deporte aeróbico-anaeróbico masivo, de generación de potencia máxima en las pruebas más cortas (300 m en pista y 200 m en ruta), hasta potencias bajas (en competencias como los 42 km). Entre ambos tipos de generación de potencia existe

una amplia gama de competiciones, caracterizadas por su intensidad variable, en las que se conjugan la resistencia básica, la resistencia a la velocidad, la potencia muscular, gran capacidad aeróbica, destreza absoluta, coordinación, anticipación y un gran desarrollo de los analizadores motor, vestibular, visual, músculo-tendinoso y de equilibrio.

Podríamos decir que el aparato locomotor en el patinaje se apoya en la velocidad, que se transforma en un elemento algo complejo si tenemos en cuenta que el deslizamiento va a estar muy relacionado con el material de las ruedas, el material de la pista, la posición adoptada por el patinador (cerca de 90° del tronco respecto a las extremidades), la mecánica de sus empujes y el manejo del centro de gravedad durante la carrera.

Pruebas en las que se compete

Tabla 1. Caracterización fisiológica de las pruebas en patinaje de carreras

PISTA	TIEMPO	CLASIFICACIÓN	Componente aeróbico	Componente anaeróbico
300 m CRI	23"- 26"	Prevalentemente anaeróbica	3%	97%
500 m	40'- 45"	Prevalentemente anaeróbica	5%	95%
1000 m	1':23"- 1':27"	Aeróbica-anaeróbica masiva	35%	65%
10.000 m Combinada	14'- 15'	Aeróbica-anaeróbica masiva	70%	30%
15.000 m Eliminación	22'- 23'	Prevalentemente aeróbica	95%	5%
3.000 m Relevos	4'- 6'	Aeróbica - anaeróbica alternada	80%	20%
RUTA	TIEMPO	METABOLISMO		
200 m CRI	15"- 19"	Prevalentemente anaeróbica	2%	98%
500 m Grupo	38"- 43"	Prevalentemente anaeróbica	5%	95%
10.000 m Puntos	13'- 16'	Aeróbica-anaeróbica masiva	70%	30%
20.000 m Eliminación	28'- 31'	Prevalentemente aeróbica	95%	5%
5.000 m Relevos	8'- 10'	Aeróbica - anaeróbica alternada	60%	40%
42.000 m Maratón	1:00 h - 1:10'h.	Prevalentemente aeróbica	98%	2%

Fuente: Medicina Deportiva, Indeportes Antioquia, Marino F.E., 2010.

Medios y métodos **DE ENTRENAMIENTO**

El entrenamiento del patinaje de carreras ha venido desarrollando formas que lo hacen cada vez más científico y más competitivo en el medio. Aunque todavía no es un deporte olímpico, sí participa en competencias que pertenecen a este ciclo, como los Juegos Centroamericanos, Suramericanos y Panamericanos, además del Campeonato Mundial, de calendario anual; esto hace que se mantenga el criterio de organización del entrenamiento como de un deporte muy importante por su desarrollo en nuestro país, en relación con la obtención de resultados deportivos.

La teoría y la metodología del entrenamiento actual hablan de la elaboración de varios macrociclos en un año e incluso de ondulaciones de la carga con mantenimientos de la forma deportiva varias veces al año, consideradas como objetivos clave dentro de la obtención de resultados. Así mismo, la alta cantidad de competencias en el transcurso del año hace inevitable este medio para el mantenimiento de la forma deportiva en los patinadores de alto rendimiento.

Las formas más usuales de entrenar en patinaje de carreras se muestran a continuación:

Ciclismo de distancias: Su objetivo principal es el desarrollo aeróbico y la fuerza en los miembros inferiores.

Entrenamiento con pesas: Pretende el desarrollo de la fuerza muscular.

Ejercicios pliométricos: Conocidos también como *off skate*, son una serie de ejercicios relacionados con el ciclo estiramiento-acortamiento, que aumentan la fuerza elástico - explosiva y ayudan a mejorar la técnica al patinar.

Trabajo específico en patines: Existen las pistas planas y las que tienen peraltes. En ambas se entrenan la técnica, la estrategia, la táctica y las cualidades propias del deporte para las competencias de pista. El patinaje en la ruta, al igual que en la pista, se usa para desarrollar las cualidades para las competencias que no se realizan en la pista.

Cineantropometría del **PATINAJE DE CARRERAS**

La cineantropometría es el área de la antropología que estudia la relación que existe entre la estructura humana y su función. Este estudio constituye una de las bases fundamentales para la identificación del potencial atlético, con proyección hacia el deporte de élite.

Desde 1920, se han realizado varias investigaciones acerca de las características físicas y fisiológicas que podrían contribuir en los resultados de los deportistas en la amplia variedad de deportes. El patinaje de carreras no puede ser una excepción, ya que la popularización de este deporte y el nivel desarrollado por los patinadores de diferentes países del mundo hacen muy probable su pronta incursión en los Juegos Olímpicos.

La función de los entrenadores, aparte de diseñar un adecuado plan de entrenamiento que lleve a sus deportistas hacia los más altos niveles de rendimiento, consiste también en mantenerse asesorados por un cuerpo científico que permita analizar y concluir cuáles deben ser los métodos óptimos para lograr estos resultados. Es así como las características físicas del deportista se suman a las fisiológicas, psicológicas y técnicas, para aspirar a un buen desempeño en cualquier deporte; además, si se tienen adecuados tiempos de recuperación y la aplicación correcta de las cargas de entrenamiento, no es errado pensar en excelentes resultados deportivos.

En la literatura acerca del patinaje de carreras no existe un abundante material al cual se pueda tener acceso para comparar diferentes estudios sobre las características particulares de este deporte, y menos aún si lo fraccionamos en sus componentes y pensamos aisladamente en las características cineantropométricas.

Se realizó un estudio sin precedentes en varios campeonatos mundiales haciendo un seguimiento antropométrico a los patinadores participantes desde la I Copa Mundo de clubes en Bogotá, 1997; Chile 1999, Colombia 2000, Venezuela 2003 y Colombia 2007, cuyos resultados se presentan en las siguientes tablas.

Se siguieron las recomendaciones técnicas de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK); las mediciones

fueron realizadas por personal entrenado en este tipo de procedimientos y las variables tenidas en cuenta fueron las siguientes:

Sexo, modalidad, país, tiempo de práctica del patinaje, edad, peso, longitudes (talla total, talla sentado, talla de tronco, talla acromial y talla dactílea), diámetros (biacromial, bicrestal, envergadura, muñeca, codo, rodilla femoral y tobillo), perímetros (tórax, abdomen inferior, cadera, brazo normal, brazo tenso, antebrazo, muñeca, muslo superior, muslo medio, pierna y tobillo), pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, suprailíaco, supraespinal, abdominal, bíceps, muslo medio y pierna medial).

A partir de estas variables, se calcula:

% Grasa Corporal: Según la fórmula de Yuhasz, que se calcula a partir de seis pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo y pierna).

Kilogramos de grasa: Calculados a partir del peso corporal y el porcentaje de grasa.

Masa corporal activa: Restando del peso corporal, el peso de la grasa.

Índice A.K.S.: Según el método de Tittel y Wutscherk, tomando el porcentaje de grasa según Yuhasz.

Composición corporal: Calculada de acuerdo al modelo de cuatro componentes (peso residual, peso óseo, peso muscular y peso grasa).

Somatotipo: Según el método de Heath y Carter, con sus componentes, endomorfia, mesomorfia y ectomorfia.

Índice córmico: Propuesto por Eveleth y Tanner (1976), relaciona la altura sentado y la estatura, buscando la influencia de las extremidades inferiores en la talla total.

Composición corporal:

- Porcentaje de grasa: Hombres: 6.0%-8.0%. Mujeres: 10.0%-12.0% (Yuhasz).
- Masa corporal activa: Hombres: 92%-94%. Mujeres: 89%-91%.

- Índice AKS: Hombres velocistas: 1.25-1.30, fondistas: 1.15-1.20.
- Mujeres velocistas: 1.20-1.25, fondistas: 1.10-1.15

Somatotipo:

- Hombres velocistas: mesomorfia balanceada
- Hombres fondistas: mesoectomórficos
- Mujeres velocistas: mesomorfia balanceada
- Mujeres fondistas: mesoectomórficas

Los requerimientos nutricionales del patinaje se relacionan directamente con:

- El período de entrenamiento
- La especialidad de las pruebas
- La composición corporal
- Los objetivos del plan de entrenamiento

En general, podemos afirmar que los requerimientos van desde 3500 hasta 5000 Kcal/día, dependiendo del período de entrenamiento.

Tabla 2. Composición corporal de patinadores de nivel mundial.

M	n	Edad (años)	Peso (kg.)	Talla (cm.)	I M C kg/m ²	I.Cor	Grasa (%)	Peso Grasa	AKSg/cm ³	Peso Magr (%)	Peso Magr (kg)	Endo	Meso	Ecto	X	Y
SVF	20	23,9 ± 3,1	68,3 ± 5,2	172,9 ± 4,7	22,8 ± 1,07	52,6 ± 1,0	7,57 ± 1,17	5,18 ± 0,96	1,22 ± 0,06	92,4 ± 1,17	63,08 ± 4,7	2,1 ± 0,45	4,72 ± 0,77	2,41 ± 0,52	0,31 ± 0,79	4,93 ± 1,73
SDF	11	22,6 ± 2,0	57,2 ± 7,3	163,3 ± 6,5	21,4 ± 1,7	53,0 ± 1,15	14,0 ± 3,2	8,15 ± 2,7	1,12 ± 0,06	85,9 ± 3,2	49,0 ± 5,3	3,05 ± 1,05	3,62 ± 0,54	2,5 ± 0,79	-0,55 ± 1,78	1,7 ± 1,09
JVF	15	16,6 ± 0,7	62,9 ± 5,5	170,5 ± 5,8	21,6 ± 1,12	52,6 ± 1,0	7,7 ± 1,2	4,8 ± 0,76	1,17 ± 0,06	92,3 ± 1,25	58,1 ± 5,2	2,13 ± 0,58	4,4 ± 0,65	2,82 ± 0,68	0,7 ± 1,16	3,85 ± 1,64
JDF	14	16,4 ± 1,2	53,8 ± 4,1	160,5 ± 3,6	20,86 ± 1,2	53,2 ± 1,4	15,5 ± 2,9	8,38 ± 1,9	1,09 ± 0,06	84,5 ± 2,9	45,4 ± 3,34	3,5 ± 0,82	3,7 ± 0,66	2,57 ± 0,62	-0,92 ± 1,27	1,34 ± 1,62
SVV	10	23,2 ± 5,5	70,8 ± 7,5	171,8 ± 6,9	23,9 ± 1,45	52,3 ± 0,86	7,45 ± 1,2	5,3 ± 1,2	1,29 ± 0,10	92,5 ± 1,1	65,5 ± 6,6	2,2 ± 0,49	5,21 ± 0,70	1,88 ± 0,62	-0,32 ± 0,67	6,34 ± 2,21
SDV	8	22,2 ± 2,25	60,3 ± 5,2	165,0 ± 4,8	22,2 ± 2,36	53,97 ± 1,55	14,6 ± 3,0	8,9 ± 2,5	1,14 ± 0,11	85,4 ± 3,0	51,4 ± 2,97	3,21 ± 0,83	3,72 ± 1,10	2,32 ± 1,26	-0,88 ± 2,08	1,91 ± 2,65
JVV	11	16,8 ± 0,8	66,2 ± 6,3	172,0 ± 8,8	22,4 ± 1,1	52,9 ± 0,67	7,06 ± 0,94	4,65 ± 0,6	1,21 ± 0,10	92,9 ± 0,9	61,6 ± 6,2	1,92 ± 0,74	4,82 ± 0,94	2,56 ± 0,82	0,63 ± 1,4	5,16 ± 2,26
JDV	12	16,4 ± 0,73	57,6 ± 6,8	162,2 ± 4,3	22,43 ± 2,07	54,05 ± 0,83	16,3 ± 2,76	9,7 ± 2,3	1,16 ± 0,10	83,7 ± 2,76	49,2 ± 5,13	3,83 ± 0,92	4,15 ± 1,07	2,0 ± 0,92	-1,83 ± 1,62	2,46 ± 2,6

Fuente: Alexander P., Marino F.E., Quiroz O.L., Congreso mundial de ISAK, Murcia, España, 2014.

Tabla 3. Valores promedio de edad, peso y estatura de acuerdo al sexo en los deportistas estudiados.

Modalidad	N	Edad (años)	Peso (Kg)	Talla (cm)
Varones fondo	67	20,3 ± 5,2	61,2 ± 8,5	169,6 ± 6,7
Varones velocidad	21	19,7 ± 4,7	65,5 ± 8,6	170,6 ± 8,0
Damas fondo	40	16,7 ± 3,0	53,2 ± 4,5	157,9 ± 5,3
Damas velocidad	27	17,3 ± 4,3	55,1 ± 4,8	159,6 ± 4,2

Fuente: Alexander P., Marino F.E., Quiroz O.L., Congreso mundial de ISAK, Murcia, España, 2014.

Tabla 4. Valores de masa corporal activa (MCA), índice de sustancia activa (AKS) e índice córmico en los deportistas de patinaje.

Modalidad	N	M.C.A. (Kg)	A.K.S. (g/cm3)	I. Córmico%
Varones fondo	67	56,8 ± 7,7	1,16 ± 0,1	52,7 ± 1,3
Varones velocidad	21	61,0 ± 8,0	1,22 ± 0,1	52,7 ± 1,0
Damas fondo	40	45,4 ± 3,3	1,16 ± 0,09	53,1 ± 3,1
Damas velocidad	27	47,2 ± 4,0	1,16 ± 0,07	53,4 ± 1,2

Fuente: Alexander P., Marino F.E., Quiroz O.L., Congreso mundial de ISAK, Murcia, España, 2014.

El cálculo del porcentaje de grasa mostró diferencias significativas entre hombres y mujeres, pero no entre las modalidades con respecto al mismo sexo ($P > 0,05$). El modelo de cuatro componentes descrito por Matiegka (1921) y posteriormente modificado por De Rose et al., tomando el porcentaje del peso residual como constante, nos permite observar las diferencias entre el peso óseo y el peso muscular de acuerdo al sexo y a la modalidad. La poca diferencia encontrada entre los porcentajes calculados para el mismo sexo se relaciona con las variaciones en el peso corporal total, que dan cuenta de que los velocistas siempre tuvieron la tendencia a ser más "pesados" y más altos que los fondistas (tabla 3). El peso muscular mostró una diferencia significativa ($P < 0,05$) entre las modalidades de fondo y velocidad en los hombres, mas no entre las mujeres.

Tabla 5. Descripción de la composición corporal de acuerdo al modelo de cuatro componentes en los patinadores estudiados.

Modalidad	Grasa kg.	% Grasa	Peso residual Kg.	% Residual	Peso óseo Kg	% Peso óseo	Peso muscular Kg	% Músculo
Fondo varones	4,40 ± 1,10	7,13 ± 1,19	14,8 ± 2,0	25,4	8,8 ± 1,6	14,3 ± 0,9	32,4 ± 4,0	53,1 ± 1,6
Velocidad varones	4,57 ± 0,95	6,94 ± 1,0	15,8 ± 2,1	25,4	9,7 ± 2,0	14,7 ± 1,2	34,5 ± 3,9	52,9 ± 1,8
Fondo damas	7,79 ± 1,94	14,5 ± 2,6	12,8 ± 1,1	25,4	6,4 ± 0,7	12,1 ± 0,6	25,4 ± 1,7	47,9 ± 2,7
Velocidad damas	7,95 ± 1,33	14,3 ± 2,7	13,3 ± 1,7	25,4	6,9 ± 0,9	12,5 ± 0,8	26,2 ± 2,1	47,6 ± 1,9

Fuente: Alexander P., Marino F.E., Quiroz O.L., Congreso mundial de ISAK, Murcia, España, 2014.

Los valores del somatotipo muestran un predominio mesomórfico en los hombres y endomórfico en las mujeres; se encuentra una diferencia entre las dos modalidades deportivas de los hombres con predominio hacia la velocidad. En el caso de las mujeres existe similitud en los valores obtenidos por modalidad (tabla 6).

Tabla 6. Valores del Somatotipo Antropométrico según el método de Heath y Carter en patinadores de élite

Modalidad	n	Endomorfa	Mesomorfa	Ectomorfa
Velocidad varones	67	2,32 ± 0,6	4,1 ± 0,7	3,0 ± 0,9
Fondo varones	21	2,3 ± 0,5	4,7 ± 0,9	2,4 ± 0,8
velocidad damas	40	3,7 ± 0,9	3,6 ± 1,1	2,2 ± 0,9
Fondo damas	27	3,7 ± 0,9	3,8 ± 0,6	2,1 ± 0,6

Fuente: Alexander P., Marino F.E., Quiroz O.L., 2014.

Características fisiológicas **Y METABÓLICAS**

Características metabólicas

La variedad de competencias dentro del patinaje de carreras hace que la evaluación de este deporte sea compleja, debido a que los deportistas participan en más de una forma de competencia. A pesar de esto, la amplia experiencia de las evaluaciones realizadas en la Asesoría de Medicina Deportiva de Indeportes Antioquia da cuenta de la participación de los siguientes componentes metabólicos:

- Eficacia aeróbica (cercanía del UMAN al máximo trabajo)
- Capacidad anaeróbica glicolítica (máxima acumulación de lactato, o tolerancia)
- Potencia anaeróbica glicolítica (lactato máximo/tiempo, o intensidad)
- Potencia anaeróbica alactácida (potencia máxima/tiempo, sin producción de lactato)
- Potencia aeróbica (VO_2 máximo relativo, se da en ml/kg.min)
- Capacidad anaeróbica alactácida (contenido total de fosfatos de alta energía en la célula muscular)
- Capacidad aeróbica (disponibilidad total de O_2 en ejercicio)

El patinaje de carreras es un deporte en el que se involucra la participación de los diferentes sistemas del cuerpo:

Fuerza: Se presenta un gran desarrollo de la fuerza isométrica debido a la posición que se asume al patinar. Hay una participación efectiva de los glúteos, los cuádriceps, los aductores de cadera, los isquiotibiales y los músculos del compartimiento anterior y lateral de la pierna –tibial anterior y peroneos–, en los miembros inferiores, y de los erectores de columna, en el tronco. Además, la resistencia a la fuerza es necesaria para el empuje constante durante la ejecución de los movimientos, en los entrenamientos y en las competencias, lo que produce una gran hipertrofia en esta musculatura.

Equilibrio: Se realiza sobre un objeto que rueda sobre una superficie con un coeficiente de fricción muy bajo, y es ejecutado a altas velocidades. La dureza de las ruedas varía conforme a la superficie sobre la

que se desplaza; esto es, a mayor dureza de la rueda, menor es la dureza de la superficie y viceversa. Las superficies duras y lisas requieren durezas "blandas" para garantizar el agarre; así mismo, las superficies porosas permiten el uso de ruedas duras. El equilibrio requiere igualmente del desarrollo de los sistemas visual y vestibular, como estímulos de hábitos motores adquiridos en edades tempranas (respuestas fijas y complejas del sistema motor).

Coordinación: Es la integración de los sistemas visual, vestibular y motor, necesarios para el adecuado desempeño del gesto deportivo.

Flexibilidad: El gesto deportivo del patinador es muy complejo y necesita trabajar la flexibilidad en general; pero es más necesaria en grupos musculares como los isquiotibiales y la fascia lumbosacra, los peroneos y los gemelos. En el patinaje de carreras en línea la estructura rígida de la bota y el equilibrio sobre el chasis del patín, además de la posición del cuerpo durante el entrenamiento y la competencia, provocan grandes tensiones sobre estos grupos musculares.

Resistencia: Se requiere de un excelente desarrollo de las cualidades aeróbicas debido a los procesos de recuperación, ya que los medios utilizados para los entrenamientos (ciclismo y patinaje p.e.) implican gran cantidad de kilómetros recorridos; además, los torneos son largos y exigentes, pues incluyen varias competencias al día durante varios días.

Velocidad: Es quizás el componente decisivo en los resultados de la competencia, debido a las características de las carreras, sobre todo el desarrollo de los aspectos de resistencia a la velocidad y la potencia muscular.

Características biomecánicas y de postura

Básicamente, la posición adoptada al patinar se caracteriza por una flexión del tronco de aproximadamente 90° , las rodillas se ubican de igual forma y se establece una relación entre la primera rueda del patín y la cabeza del patinador.

La acción desarrollada en el patinaje consta de tres fases:

- Fase de impulso
- Fase de estabilidad
- Fase de doble empuje simultáneo

En el patinaje de carreras, como deporte de resistencia, cobra gran importancia su característica de desplazamiento, y por lo tanto se deben analizar las condiciones del suelo que se tiene (es diferente en la mayoría de las pistas), lo que determina la dureza de las ruedas a utilizar (como fue discutido anteriormente). Esto hace más compleja la homologación de las marcas a nivel mundial, pero da las posibilidades de realizar los pronósticos por parte de los técnicos dependiendo del tipo de ruedas que se utilicen. Los factores biomecánicos que debemos analizar en el patinaje estarán relacionados entonces con la velocidad, la fuerza y el manejo del centro de gravedad.

Características fisiológicas del patinador de carreras

La capacidad aeróbica del patinador está entre las más altas en todos los deportes. El consumo de oxígeno oscila entre 3.5 y 4.0 l/min. en las damas, hasta 4.5-5.0 l/min. para los varones; esto representa un consumo de oxígeno relativo mayor de 60.0 ml/kg min. en las damas y más de 65.0 ml/kg min. en los varones. La recuperación cardiovascular cumple con los parámetros establecidos para una buena preparación aeróbica:

30% al primer minuto, 55% al tercer minuto y 65% al quinto minuto.

La condición de la fuerza está representada específicamente por la fuerza explosiva, producto de largas horas de entrenamiento en los gimnasios, y complementada con las sesiones de pliometría específica, denominada por los entrenadores del patinaje como *off skate*, rutina obligatoria para los patinadores de alto rendimiento al menos tres veces por semana. La fuerza isométrica desarrollada por estos deportistas alcanza entre 70 y 100 kgf. en los extensores de rodilla, y 40-60 kgf. en los flexores de la misma articulación. La saltabilidad presenta valores de más de 60.0 cm para varones y más de 50.0 cm para las damas, de acuerdo a la modalidad de fondo o velocidad.

La potencia generada en el patinaje dependerá del tipo de prueba con la que se evalúe. En los corredores de 300 m se encuentran valores de 14-16 watt/kg, como resultado para la prueba de Wingate de 30 s, mientras que los corredores de fondo presentan entre 12 y 14 watt/kg. Esto corresponde a potencias absolutas superiores a los 1000 watt, en velocistas, y algo más de 700 watt en fondistas.

Características bioquímicas

Los criterios bioquímicos del patinaje son:

- Criterios de potencia: Relacionados con la liberación de energía.
- Criterios de capacidad: Tiene en cuenta la reserva de los substratos.
- Criterios de eficacia: Se refieren a la energía liberada con relación al trabajo muscular.

Según la clasificación de varios autores, el patinaje es considerado como un deporte de resistencia y esto es quizás sustentado por los hallazgos de los altos consumos de O_2 en las evaluaciones realizadas a nuestros patinadores, aunque persiste la duda de si se debe dar importancia capital al entrenamiento de las vías metabólicas aeróbicas o al de las vías que nos desarrollan una alta tolerancia al lactato y las cuales son indispensables para el resultado deportivo. Debemos hablar mejor de un deporte de características mixtas, que requiere un alto consumo de oxígeno que garantice una adecuada recuperación frente a la deuda que ocasiona la alta intensidad con la que se compite y un porcentaje de utilización del consumo máximo de oxígeno bastante elevado, que permita altas velocidades sostenidas sin que el deportista se encuentre en una fatiga temprana.

Dentro de estos criterios, los que priman según los diferentes autores que han estudiado las implicaciones bioquímicas que influyen en el resultado deportivo serían la eficacia aeróbica, con un 35.7%, y la capacidad anaeróbica láctica, con un 21.0 %. Estos criterios, entonces, deben ser desarrollados si queremos obtener un buen patinador, aparte de la técnica depurada, que es fundamental en los resultados propuestos. Estas características hacen de la medición de la producción de ácido láctico en la sangre un excelente método de control de las cargas de entrenamiento.

Programa de control médico en el **PATINAJE DE CARRERAS**

Control de etapa

Es el estado que se conserva durante un tiempo largo (semanas o meses) como adaptación a las cargas del entrenamiento. La carac-

terística integral del estado del deportista por etapas, que refleja sus posibilidades para demostrar los resultados deportivos, se llama *nivel de preparación* y el estado de preparación óptima *forma deportiva* (Zatziorski, 1989).

El control de etapa para el deporte del patinaje consta de las siguientes pruebas de acuerdo al período de preparación y a la etapa de entrenamiento:

- Examen médico general al inicio y al final del macrociclo.
- Laboratorio clínico: Evaluación completa cada año, que incluye hemograma, citoquímico de orina, glicemia y perfil lipídico completo.
- Control nutricional y seguimiento mensual.
- Fisioterapia: Evaluación de la postura y la flexibilidad dos veces al año.
- Laboratorio de fisiología: Prueba de esfuerzo en cicloergómetro para la medición del consumo máximo de oxígeno, la determinación del umbral ventilatorio y el porcentaje de utilización del $VO_{2\text{Max}}$. Prueba de fuerza en dinamómetro isométrico de grupos musculares de miembros inferiores, haciendo énfasis en la relación de extensores y flexores de la rodilla, así como también el índice dinamométrico de Morhause. Prueba de salto vertical en un tablero electrónico con el cálculo de la potencia anaeróbica aláctica. Prueba de Wingate de 45 segundos, en la que se calculan la potencia máxima, la potencia promedio, la potencia relativa y el índice de fatiga.
- Control antropométrico: Determinación de la composición corporal mediante el método de dos componentes y el cálculo del porcentaje de grasa según el método de Yuhasz. Además, la determinación del somatotipo según el método de Heath y Carter.
- Evaluación cardiológica: Se realiza la prueba ortostática con el cálculo del índice y del coeficiente ortostáticos de Dobrev.
- Prueba de 1500 metros con intensidades variables cada 8 a 10 semanas, para determinar velocidades de entrenamiento.

Control puntual

Es el que se efectúa con el objeto de evaluar las fases tardías de la recuperación después del entrenamiento, al día siguiente y en días sucesivos. En patinaje se utiliza:

- Control de urea sanguínea y CPK diario durante un microciclo.
- Evaluación de la proteinuria antes y después de cada entrenamiento durante un microciclo dado.
- Reacción ortostática antes y después del entrenamiento.

Control operativo

Es aquel que se realiza durante cada unidad de entrenamiento evaluando la respuesta a la carga asignada. Los métodos más usados son:

- Estudio de la frecuencia cardíaca con pulsómetro.
- Determinación del lactato sanguíneo al inicio y al final del entrenamiento y durante la recuperación.

Plan de fisioprofilaxis

Por ser el patinaje de carreras un deporte cuyo entrenamiento está basado en gran medida en la capacidad aeróbica, el plan de fisioprofilaxis debe ir encaminado hacia la recuperación del patinador, debido al alto gasto energético que realiza. El plan debe comprender lo siguiente:

- Asistencia a los entrenamientos por parte del fisioterapeuta para supervisar un adecuado estiramiento y realizar algunos ejercicios de fisioprofilaxis en el terreno.
- Aplicación de ultrasonido en miembros inferiores para controlar la inflamación de músculos tibiales y peroneos, dos veces por semana a los patinadores de élite.
- Se recomienda el uso del sauna, una vez por semana a los patinadores de élite.
- Aplicación de la vacuna antigripal para todos, una vez al año.
- Masaje semanal para todos, en períodos de cargas altas y estadios de fatiga.

Lesiones más **FRECUENTES**

Entre las lesiones más frecuentes del patinaje de carreras se encuentran las siguientes:

Bursitis maleolar: Se presenta debido al material rígido de la bota y a que su diseño es supramaleolar; se realiza una compresión sobre el maléolo y se produce una inflamación de las bursas.

Lumbalgia: Es debida principalmente a la posición que se adopta al patinar y a las altas cargas que en ocasiones requiere el entrenamiento con pesas.

Tendinitis de los músculos peroneos: Como la fuerza del cuerpo y del empuje sobre el patín se produce sobre una hilera de ruedas, se ejerce gran tensión sobre los músculos del compartimiento lateral de la pierna, sobre todo en los peroneos, para mantener una eversión constante del pie. En algunas ocasiones, la cronicidad de la lesión puede producir síndrome compartimental crónico, el cual es tratado en forma quirúrgica.

Trauma de tejidos blandos: Es quizás la lesión más común en el patinaje y se presenta debido a las caídas durante los entrenamientos y las competencias.

Plan de **RECUPERACIÓN**

Se elaborará un plan de recuperación del deportista, que consiste en el suministro de productos farmacológicos de acuerdo al plan de entrenamiento y a la etapa en que se encuentre, además de medios que aceleren la recuperación en competencia. Los productos sugeridos son:

- Creatina: Período preparatorio general y precompetitivo.
- Aspartato de arginina: Período competitivo y de entrenamiento de la fuerza.
- Sustitutos alimenticios: Período especial y competitivo.
- Hidratación adecuada y permanente.
- Masaje diario en competición
- Inmersión en piscina de hielo posterior a la competencia por períodos de 2 a 4 minutos.

Criterios para la selección de **TALENTOS EN PATINAJE**

El concepto de la Comisión Técnica de Patinaje de Carreras tiene definidos los siguientes criterios para la selección de los talentos deportivos:

- **Técnico:** 50%
- **Antropométrico:** 20%
- **Funcional y psicológico:** 30%

También se cuenta con una serie de pruebas o **tests** de aptitud física para clasificar inicialmente los patinadores que llegan a la escuela de una liga. Tales pruebas son: carrera de 50 m, carrera de 1000 m, abdominales en 30 s, flexiones en 30 s, salto largo sin impulso, salto de altura y *shuttle run*. Se deben implementar proyectos con las organizaciones deportivas del patinaje para desarrollar programas de selección y seguimiento de estos talentos deportivos.

Evaluación en el laboratorio **DE FISIOLÓGÍA**

Los controles médicos en el laboratorio constan de las siguientes pruebas, de acuerdo al período de preparación y a la etapa de entrenamiento:

- Examen médico general.
- Hemoglobina y hematocrito, ferritina cuando es necesario.
- Control nutricional y seguimiento mensual.
- Evaluación de la postura y la flexibilidad.
- Test de resistencia en cicloergómetro.
- Test de fuerza en dinamómetro.
- Test de potencia en cicloergómetro.
- Test de saltabilidad en tablero electrónico.
- Control de la composición corporal mensual.
- Somatotipo dos veces al año.

Plan de **FISIOPROFILAXIS**

Por ser el patinaje de carreras un deporte de resistencia, el plan de fisioprofilaxis debe ir encaminado hacia la recuperación del patinador, debido al gran gasto energético que realiza. El plan debe comprender lo siguiente:

- Asistencia a los entrenamientos por parte del fisioterapeuta para supervisar un adecuado estiramiento y realizar algún tipo de fisioterapia en el terreno.
- Ultrasonido en tren inferior, dos veces por semana a los patinadores de élite.
- Sauna, una vez por semana a los patinadores de élite.
- Vacuna antigripal anual para todos.
- Masaje semanal para todos.

Pruebas de terreno

Test de intensidades variables:

- 1500 m al 80% - 85% - 90% - 95% y 100%.
- Tiempos de descanso de 3', 3', 5', 5' y 20' entre cargas.
- Tomas de lactato a 1', 1', 3', 5' y 5' de terminar la carga.
- Elaboración de la curva con AL, V, y FC.

Selección de **PRUEBAS**

La selección de pruebas para evaluar los resultados del patinador en los entrenamientos y las competencias regulares que realiza debe hacerse preferiblemente en dos formas, en las que la información recibida sirva de pronóstico para el deportista. En nuestro medio usamos dos formas básicamente:

- **Forma empírica:** Relación entre los resultados de las evaluaciones y los ejercicios. Es más utilizada por entrenadores que se basan en los resultados del entrenamiento y la competencia para proyectar nuevos resultados a futuro. No es la forma más adecuada.

- **Forma lógica:** A través de factores condicionantes, criterios pedagógicos, fisiológicos, bioquímicos y biomecánicos, y el análisis estadístico. Esta forma es la más precisa, ya que el análisis estadístico de los resultados obtenidos nos lleva a proyecciones más reales.

Seguimiento en **EL TIEMPO**

Una de las formas precisas para evaluar el control del entrenamiento de un deportista de alto nivel es el seguimiento en el tiempo de las variables observadas. Dicha observación de este fenómeno nos permitirá conocer los cambios fisiológicos, antropométricos y de entrenamiento del deportista que está siendo evaluado.

REFERENCIAS

- Bompa, T. O.** (1983). *Theory and Methodology of training*. Dubuque: Kendall and Hunt Publ. Comp.
- Carter, J. L.** (1980). *The Heath-Carter Somatotype Method*. San Diego: San Diego State Syllabus Services.
- Drinkwater, D. T., Ross, W. D.** (1980). Anthropometric fractionation of body mass. En G. Beunen, M. Ostyn y J. Simon. (Eds.). *Kineanthropometry III*. Baltimore: University Park Press.
- Eveleth, P. B., Tanner, J. M.** (1976). *Worldwide variation in human growth*. London: Cambridge University Press.
- Marino, F.** (1997). Control médico en el patinaje de carreras. *Memorias del Seminario Internacional i Copa Mundo de Patinaje de Carreras, Santa Fe de Bogotá*.
- Marino F.E., Contreras L.E., Cardona O.M., Quintero M.A.**, (2006) Control médico de diferentes deportes, *Medicina del Deporte*, Editorial CIB, Medellín. Pp.265 – 277.
- Marino, F., Quiroz, O. L., Valbuena, L. H., Múnera, J. L.** (1998). Descripción de variables antropométricas y funcionales del patinaje de carreras, Selección Colombia 1996-1997. *Rev. Ant. De Med. Dep. y Cien. Apl. a la Act. Fis.*, 1(1), pp.:pp.
- Matiegka, J.** (1921). The testing of physical efficiency. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 4, 223-230.
- Rodríguez, C.** (1992). *Composición corporal y deporte*. La Habana: Instituto de Medicina del Deporte.
- Rodríguez, C.** (1991). *Perfil antropométrico del patinador panamericano*. La Habana: Instituto de Medicina del Deporte.
- Tittel, K., Wutscherk, H.**, (1972). *Sportanthropometric*. Leipzig: Johann Ambrosius Bart Ed.
- Yuhasz, M. S.** (1974). *Physical fitness manual*. Ontario: Ed. University of Western.
- Alexander P, Marino F, Quiroz OL, Peña J**, (2014) Somatotype variations in World Champion roller speed skaters. *Memorias, Congreso Mundial de la ISAK, Murcia, España*.