

Curso de Médicos de Equipos

Congreso Argentino de Medicina del Deporte



Buenos Aires

Noviembre 2004

**VALORACIÓN FUNCIONAL
DE LABORATORIO Y DE CAMPO.
RECOMENDACIONES**

**PROF. DR. ARMANDO ENRIQUE PANCORBO SANDOVAL
CUBA**

Valoración Funcional en el Alto Rendimiento

- Clínica – Nutricional – Traumatológica
- Psicológica
- Odontológica
- Cineantropométrica
- Cardiovascular e respiratoria de reposo
- Ergoespirométrica monitorizada ECG con lactato
- Ergojump
- Tests de Campo aeróbico y anaeróbico

Para la planificación y control del entrenamiento, se necesita de:

- Técnico del deporte, preparador físico, médico del deporte, fisioterapeuta, psicólogo y nutricionista.
- Tests de laboratorio y de campo, coordinados con el jefe técnico del deporte, dependiendo de los mesociclos de cada macrociclo.

El especialista de MD, debe conocer:

- 📖 Bioenergética y fisiología de la disciplina
- 📖 Biomecánica del gesto deportivo. Grupos músculos esqueléticos principales.
- 📖 Aspectos metodológicos de la planificación del entrenamiento, regulamientos y elementos técnico-táctico del deporte
- 📖 Importancia del trabajo en equipo

Evaluación funcional de atletas de Alto Rendimiento

Disciplinas	VO 2 Máx/kg ml O2/ kg /min			% VO 2 Máx	
	Prep.Básica	Prep.Espec.	Competitiva	U.A	Umbral Aeróbico
Triatlón Masculino	≥ 65	≥ 70	≥ 75	≥ 90	65-89
Fútbol Masculino	≥ 54	≥ 58	≥ 58	75-85	65-74
Atletismo Velocidad M	≥ 55	≥ 60	≥ 64	75-85	65-74
Remo Femenino	≥ 58	≥ 62	≥ 65	85-90	65-84
Judo Divisiones Media, F	≥ 50	≥ 54	≥ 56	75-85	65-74
Gimnástica Artística F	≥ 46	≥ 49	≥ 49	75-85	65-84

Evaluación morfológica en el Alto Rendimiento.

Control del entrenamiento

Disciplinas	Prep. Básica		Prep. Específica		Competitiva	
	% Grasa	Ind. AKS	% Grasa	Ind AKS	% Grasa	Ind AKS
Triatlón Masculino	≤ 9	≥ 1,14	≤ 8	≥ 1,16	≤ 7	≥ 1,16
Fútbol Masculino	≤ 12	≥ 1,14	≤ 10	≥ 1,15	≤ 9	≥ 1,15
Atletismo Veloc. M	≤ 10	≥ 1,22	≤ 8	≥ 1,25	≤ 7	≥ 1,25
Remo Cat Aberta F	≤ 15	≥ 1,08	≤ 13	≥ 1,12	≤ 11	≥ 1,12
Judo Div Media F	≤ 14	≥ 1,07	≤ 11	≥ 1,10	≤ 10	≥ 1,10
Ginástica Artística F	≤ 12	≥ 1,03	≤ 10	≥ 1,05	≤ 10	≥ 1,04

$$\text{Ind AKS} = \text{Peso Magro Kg} / \text{Altura m}^3 \times 10$$

Deporte: BOXEO

ATLETA: E.H.Z

Edad: 22 anos Edad deportiva: 10 anos

Etapas Preparatoria Básica Primer Macro ciclo

División: 67 kg Peso Actual: 73,5 kg

Altura: 1,85 mts Perfil de combate: estilista

Campeón Mundial en 67 kg: junior 97 e senior 99

Cuarto Lugar en las Olimpiadas Sidney' 2000.

Problema Presentado: Disminución del rendimiento y capacidades deportivas, desde 15 meses atrás, por problemas con el peso corporal.

Boxeo, Composición Corporal Año 2001

Variables	Situación Actual	División	División Propuesta
Peso Corporal	73,5 kg	67 kg	71 kg
I M C	21,5 kg / m ²	19,5	20,7
% Grasa	6	4	5
Peso Magro	69,1 kg	64,3	67,5
Índice AKS	1,09 kg / m ³	1,01	1,07
Propuesta de pérdida de peso	-	6,5 kg	2,5 kg

$$\text{Ind. AKS} = \text{Peso Magro Kg} / \text{Altura m}^3 \times 10$$



Recomendaciones

- En la temporada debe competir en una división superior, 71 kg
- Dieta restrictiva de 3500 kcal balanceada. Resistencia regenerativa 40' 3 veces / semana
- Valorar próxima temporada: 71 ó 75 kg
- Actualmente con las nuevas categorías de la AIBA, compite en la división de 75 kg (69 – 75 kg)
- El atleta, a partir de las recomendaciones, retomó los primeros lugares del ranking mundial.

Deporte: Natación

Test Progresivo de Lactato según Mader

Nadadores de 100- 200 m

8 x 200 m

Áreas de Intensidad	Repeticiones	Intensidad aproximada	* Pausa entre Repet.	* Pausa entre Repet. Dif. Áreas	Obtención de Lactato
2	3	88 %	30''	3'	Directa
3	2	90 %	30''	3'	Directa
4	1	93 %	-	15'	1'-3'
5	1	95 %	-	20-30'	3'-5'
6	1	100 %	-	-	3'-5'

* Recuperación FC \leq 100 bpm

Protocolo Nadadores 50 – 100 m : 8 x 100 m

Protocolo Nadadores 400 – 800 – 1500 m : 5 x 400

Deporte: “Natación”

Atleta: **M.P.O**

Edad: 19 años, f

Evento principal: 200 m mariposa

Etapa Preparatoria Especial. Fase Final. III Macro ciclo

Mejor Tiempo de la Temporada: 2' 08".30 (RP)

Altura: 1,66 Peso: 61 kg % Grasa: 13 AKS: 1,17

Producción principal de Lactato en el test competitivo: 13,5 Mmol/l

Ergoespirometría: VO₂ Máx/kg , 66,2

LA: 90,3 %

Objetivo: Medalla de bronce Campeonato de Europa 97
en el IV Macro ciclo. Temporada 1996-97

Protocolo de Test 8 x 200 m

Nadadora **MPO**, 200 m mariposa

Áreas de Intensidad	Tiempo	% Mejor Tiempo 2'08''.3	Lactato	B p m	Frecuencia de las Brazadas	Velocid. m / s
2	2'25''	87	2,5	162	46	1,51
3	2'20''	91	3,5	172	48	1,58
4	2'16''	94	6,1	180	50	1,61
5	2'13''	96	9	186	52	1,64
6	2'09''	99	11,2	192	55	1,69

Recordar que en la Natación, disminuye cerca de 10 Bpm a causa de la posición horizontal

Diagnóstico y Recomendaciones para el atleta de natación

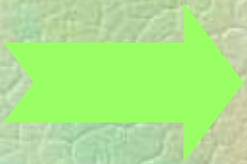
- Excelente test físico y técnico
- Muy buenas condiciones para la competencia fundamental del III macrociclo, dentro de 4 semanas
- Logra desarrollar las áreas de intensidad
- Debe mejorar su tiempo en la competencia fundamental del macro y de la temporada

Otras Recomendaciones

- Tener cuidado durante las cuatro semanas siguientes, con las cargas de entrenamiento, evitando así “la puesta en forma” antes de la competencia del III macro
- Alcanzó el primer lugar de España con 1'58".34 con RN.
- La atleta hizo, 1' 56''.22, al final del IV y último macrociclo de la temporada 1996-97, llegando en óptima forma deportiva a la competencia de Europa, Sevilla'97, obteniendo la medalla de oro en RN en los 200 m mariposa, y bronce en los 100 m mariposa

Fatiga Crónica

- Stress oxidativo metabólico
- Inmuno - depresión
- Tríada de la atleta: irregularidad en la alimentación, irregularidad menstrual, osteoporosis.
- Problemas endocrino - metabólicos



Prevencción del over trainnig en el Alto Rendimiento.

- Excelente estado de salud del atleta.
- Adecuada relación entrenamiento - competencia y recuperación. Buena planificación y control. Criterios de individualización.
- Tests de laboratorio y de campo. Su interrelación
- Importancia de los marcadores biológicos a nivel celular.
- Nutrición , hidratación y suplementos.
- Importancia de la recuperación individual:sistema músculo esquelético; apoyo psicológico, resistencia regenerativa. Diario individual del atleta

Marcadores biológicos a nivel biomolecular.

Diagnóstico preventivo de Fatiga Crónica.

Antes que aparezcan algunas señales, se pueden tener en cuenta preventivamente, el comportamiento de las siguientes variables:

- Urea
- Creatin Quinasa(CPK)
- Ferritina, Testosterona
- Cortisol,
- CD 3, CD 4, CD8



Sexo femenino se puede adicionar: progesterona, LH, FSH, Prolactina

Esta información se integra a los diferentes testes

Deporte: “Canoaje”

Estudios endocrino - metabólicos durante el 1º macrociclo de una temporada de 2 macrociclos, de un atleta masculino de Canoaje del área de velocidad, con 22 años de edad, perteneciente al alto rendimiento.

La temporada tuvo 2 macrociclos, el primero de 26 semanas y el segundo de 22 semanas, para un total de 48 semanas o microciclos

Control del 1º macrociclo. 26 semanas

Niveles de Referencia		CRK 20- 250 U/L	Urea 20-57 mg/L	Hierro 30-300 ng/ml	Testos- terona . 1.5-8.2 ng/ml	Cortisol 7-25 mcg/dl	Índice Test./ Cort. 0.06- 1.64
Controle	Semana	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	1	80	30	120	6.4	12	0.50
2	5	200	30	118	6.6	13	0.51
3	10	260	38	104	6.2	16	0.39
4*	16	355	48 *	88 *	4.4 *	22 *	0.20 *
5	22	220	32	110	6.2	14	0.44
6	26	300	40	110	6.4	14	0.46

Test de Ergoespirometria y de Campo. Diagnóstico y recomendaciones para el desarrollo de las áreas de intensidad

Atleta **GCR** Sexo: m Edad: 26 años

Edad deportiva: 11 años

Peso: 66 Kg Altura: 1.75 m

IMC : 21.6 Kg/m²

% G 6,17 Índice AKS : 1,10

Disciplina : Atletismo 5000-10000 m

Temporada :2003 Macrociclo : II

Mesociclo Preparatorio Especial

Protocolo de Ergoespirometria en la Estera :

Pancorbo – Camassola 2003

- Cambio de estadio cada 1 minuto con 1 % de inclinación constante durante todo el test.
- 1º estadio : 6 km/h
- 2º estadio: 8 Km/ h
- 3º estadio y próximos : 1 km/h cada nuevo estadio , hasta criterio de finalización del test.
- Lectura de gases en la Ergoespirometria : Registro cada 1 minuto en cada estadio

Ergoespirometria: Atleta GC Edad 26a

FC Máx. prevista: 194 ppm

Sexo: M Peso: 66 kg Temperatura: 22 °C

Humedad: 55 %

Presión Barométrica: 767 mm Hg . Duración: 17'

Velocidad Máx.: 23 Km/h con 1 % de inclinación constante

Potencia Máx: 1152,6w

Potencia Máx. Relativa: 17,46W/Kg

Parámetros al Final del Test y su relación con el VO2 Máx./kg

	FC T ppm	% FC Máx.	VO2 Máx/kg ml O2 /kg/ min	PO2 mlO2/ bat.	Veloc. km/ h	Δ R	Escala Borg
Test Final	178	91,7	72,1	23,0	23	1,02	18-19
VO2 Máx./ kg	170	87,6	78.8	32,2	22	0,96	16-17

Variables importantes. Atletismo fondo, M

Variables	Eval	Prev. Etapa Entren	%	FC Test e ppm	% FC do VO2 Máx/kg	Vel . km/h	%Vel km/h	Esc. Borg	ΔR
VO2 Máx. / kg ml O2 /kg/ min	78,8	> 75	104,1	160	100%	22	100%	16-17	0,96
PO 2 ml O2 / ppm	32,2	>24.5	131,4	160	102,10%	22	100%	16-17	0,96
Umbral Anaeróbico ml O2 /kg/ min	68,6	$\geq 90\%$	87,8%	152	95%	19	%	14-15	0,88
Umbral Aeróbico ml O2 / kg / min	52,7	65-89 %	67,5%	142	88,7%	15	%	12-13	0,83

VO2 Máximo : 5,20 l O2 / min (velocidad 22 km/h)

Velocidad alcanzada en las Áreas de Intensidad.

Áreas de Intensidad Funcional	kms/h Test	FC	% FC de VO2 / kg	Representación de Velocidad Test de Velocidad en distancias y tiempo		
				1500 m/min	400m/min	m /seg
VO2 Máx/kg do Teste mlO2/kg/min	22	160	100 %	4'15''	1'05''	6,11
Umbral Anaeróbico mlO2/kg/min	19	152	95%	4'44''	1'16''	5,28
Umbral Aeróbico mlO2/kg/min	15	142	88,7%	6'00''	1'30''	4,44

Producción de Ácido Láctico

3 min da recuperación : 10,1 Mmol/l

5 min da recuperación : 9,3 Mmol/l

Recuperación Cardiovascular

Variable	Reposo	Previo Esfuerzo	FC t (final del Test)	Recuper. 1 min	Recuper. 3 min	Recuper. 5 min	% Recuperación 5 min/ FC t
FC bpm	48	72	178	104	84	84	48,3
PA mm Hg	120/70	120/70	_____	220/40	200/60	160/60	_____

Informaciones de ECG de Reposo, durante el Test de Ergoespirometria y durante la Recuperación: NORMAL

Situación de los principales indicadores en los tests de campo

Tiempos:

60 m : 7".5 lactato 4,6 Potencia Anaerobica Aláctica

400 m : 59" lactato 9,0 Potencia Anaeróbica Láctica

1500 m : 4'06" lactato 8,7 Potencia Aeróbica

Test de Tokmakidis: VO_2 Máx./kg: 1500 m = 72,6

400 m = 60,2

Ergoespirometria VO_2 Máx./kg 78,1

Lactato Ergo pós test: 3' = 10,1 Mmol/l ; 5' = 9,3

Conclusiones:

- Excelente VO₂ Máx./kg, para la etapa preparatoria especial así como su recuperación cardiovascular.
- El 91,7 % FC Máx, reflejada durante el test, a una velocidad final de 23 km/h, no significa que sea un test submaximal. Los deportistas de resistencia del atletismo se caracterizan por un elevado GC a expensas del VS. La fatiga llega por acumulación de lactato
- El mayor valor de VO₂ /kg se presenta, en la velocidad de 22 km/h, a partir de este estadio no aumenta más el VO₂Máx.
- Respuesta de ECG normal.

Otras consideraciones

- Excelente coeficiente respiratorio durante todo el test
- Umbral aeróbico dentro de los límites normales
- Umbral anaeróbico, no es bueno, por lo que hay que desarrollarlo.
- El LA es fundamental para los eventos en que él compite

Un comentario interesante...

Durante la ergoespirometría, alcanzó el $\dot{V}O_2$ Máx/kg a una velocidad de 22 km/h. Extrapolando esta velocidad a distancias de 1500 y 400 m, coinciden con los tiempos desarrollados por el atleta

La producción de lactato durante el test es poca, debido a dos posibles causas: una, se trata de un atleta del área fondo de atletismo con un % elevado de fibras musculares de tipo I, y otra, a un trabajo anaeróbico muy bajo durante toda su vida deportiva

Por otra parte:

- Los tests de campo realizados en los 1500 m , 400 m e 60 m, demuestran que no es un atleta de velocidad y con bajo nivel de lactato, en las distancias de 400 e 1500 m rasos. Los tests de campo fueron realizados en la semana de la Ergoespirometria.
- Se evidencia en los tests de campo, dificultades con el limiar anaeróbico y la potencia anaeróbica

Recomendaciones principales

Limiar Anaeróbico:

a) Met. Continuo Intensivo

Distancia: 10 km continuo (25 pistas de 400m), a una velocidad de 1'11''-1'09'' por c/400 m. Ello representa el 90 - 93% del VO₂ Máx/kg durante ergoespiro. La conversión de los 22 km/h a 400 m, es de 1'05''.

Duración aproximada 29'35'' – 28'45''

FC de entrenamiento 174-180

Lactato: 3-4mmol/l

Limiar Anaeróbico

b) Fraccionado.

Interválico Extensivo Medio modificado:

4 repeticiones x 1500 m. Intensidad 88-92% del mejor tiempo de 1500 m en la pista (4'06"), o sea (4'35"-4'25")

Recuperación entre c/r 90"-2' o ≤ 120

FC de entrenamiento : 174-180 Lactato : 3-4

Limiar Anaeróbico

c) Fraccionado

Repetición Medio Modificada:

4- 6 x 400 m. Intensidad 88 – 91% del mejor tiempo de 400m en la pista (59”) o sea 1’06”-1’04”

Recuperación entre cada repetición 8-10’ o

FC \leq 100

FC Entrenamiento 174 –180

Lactato: 3-4

Capacidad Láctica:

Fraccionado Interválico Intensivo Corto
modificado :

6 x 400m

Intensidad: 95 – 97% en los 400 m, en pista (59”)

Debe realizar 1’02”- 1’01”

Recuperación similar al tiempo de cada repetición o

FC \leq 120

FC de entrenamiento ideal $>$ 185-190 .

Lactato $>$ 9 Mmol/l

Potencia Láctica:

Fraccionado. Repetición Media Modificada :

4 x 400 m.

Intensidad 97 – 99% de los 400 m realizado en la pista
(59’’))

Debe lograr 1,01’’- 1’.

Recuperación 10 veces al tiempo de trabajo
realizado en cada repetición (10’) o $FC \leq 100$

FC de entrenamiento ideal >190

Lactato > 12 Mmol/l

Potencia Aláctica:

Fraccionada. Repetición Corta Modificada:

6 x 60 m. Intensidad 99 – 100% del teste en la pista de 60 m (7".5) , o sea 7".57 - 7".5.

Recuperación 2 minutos entre cada repetición o $FC \leq 100$

FC de entrenamiento ≤ 160 . Ideal < 130

Lactato < 3 .

MUCHAS GRACIAS

apancor@hotmail.com

armando.pancorbo@infomed.sld.cu