PubliCE, (PubliCE) 2001

Research

Análisis Fisiológico del Esfuerzo Físico según el Puesto del Jugador de Fútbol

Dr. Andrés H Toro Salinas, PhD[1]

[1]*Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Filosofía y Educación. Escuela de Educación Física. Valparaíso. Chile.*

Palabras Clave: umbral anaeróbico, consumo de oxígeno, deportes de conjunto, fútbol, evaluación

INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista fisiológico, una de las herramientas más utiles y mayormente utilizadas para la evaluación de la condición física de los deportistas, y a la cual se ha recurrido como parámetros fisiológicos para esta investigación, es la frecuencia cardíaca y la concentración de lactato capilar.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se ha decidido estudiar en jugadores de fútbol de un club profesional chileno de la categoría sub-15, la relación entre la concentración de lactato en sangre(como factor fisiológico y metabólico del futbolista) y la frecuencia cardíaca registrada durante los partidos del Campeonato Oficial de la categoría. Examinando las posibles diferencias que existan entre los jugadores a lo largo de un partido, según la posición y la función en que juegue.

OBJETIVOS

- Identificar las demandas fisiológicas asociadas al esfuerzo físico realizado durante los partidos del Campeonato Oficial Año 2000 en un grupo de futbolistas de 15 años de edad de un club profesional chileno.
- Determinar diferencias en el esfuerzo físico según el puesto y la ubicación táctica de los jugadores de un mismo equipo de fútbol a lo largo del Campeonato Nacional Año 2000 de la categoría.
- Contribuir con evidencias científicas que permitan un mejor diseño y planificación de la preparación física en futbolistas.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES GENERALES

Las pautas de exigencia presentes en la competición del fútbol sobre los jugadores están determinadas por las demandas fisiológicas que varían con el nivel de la competición (para el caso de la investigación, jóvenes de 15 años de un club profesional chileno), el estilo de juego, el papel posicional y los factores ambientales. Aunque muchos aspectos del rendimiento en el fútbol son aleatorios o son muy difíciles de controlar. No obstante la competición ofrece información útil

para poder perfilar las demandas fisiológicas del partido y de los jugadores. Estos perfiles son los que dan las bases para investigar el estrés fisiológico asociado con la intensidad del esfuerzo en el fútbol.

UMBRAL ANAERÓBICO

Al aumentar la intensidad de un determinado ejercicio, el sistema anaeróbico láctico comienza a predominar sobre el aeróbico, resultando en una acumulación de lactato en el músculo, y posteriormente en la sangre. A esta intensidad de ejercicio de transición entre ambos sistemas, se denomina Umbral Anaeróbico (UA) (también conocido como Umbral de Lactato) y habitualmente corresponde a una concentración de lactato sanguíneo de 4mmoles/litro. (J. Olbrecht, A. Mader, H. Heck y W. Hollmann., 1992). Esfuerzos con lactacidemias superiores a 4 mmoles/litro son considerados entonces de predominio anaeróbico.

La concentración de lactato es a menudo usado como indicador de la producción de energía anaeróbica lactácida en el fútbol. Sin embargo, a pesar de la pequeña contribución cuantitativa al esfuerzo a lo largo de un partido, (8% - 15%) la producción de energía anaeróbica láctica es importantísima, desde un punto de vista cualitativo ya que es la que provee energía en un alto índice durante los períodos de ejercicio intenso de un partido.

CAPÍTULO III. MATERIAL Y MÉTODOS

A. - SUJETOS

Se procedió a elegir a 4 jugadores de la división sub-15 de Everton de Viña del Mar, que a la fecha de la investigación se encontraban jugando el Campeonato Nacional De Cadetes 2000, cuidando que fueran:

- 1 Defensa Central. (Def).
- 1 Mediocampista Defensivo. (Medd).
- 1 Mediocampista Ofensivo. (Medo).
- 1 Delantero. (Del).

Los sujetos seleccionados se describen a continuación en la tabla 6:

Nombre	Edad	Talla	Peso	Puesto
Nelson Juan Aguila Avendaño	15	1.70	67	Defensa central (Def)
Luiggi Giovani Ciaffaroni Donoso	14	1.68	65	Mediocampista contención (Medd)
Francisco Javier Sánchez Silva	15	1.69	65	Mediocampista ofensivo (Medo)
Carlos Salvador Tapia Bazaes	15	1.68	64	Delantero (Del)

Tabla 6. *Características generales de la muestra.*

B.- MATERIAL

Para la Evaluación y la Investigación propiamente tal, se utilizaron, a lo largo de ésta, los siguientes materiales:

- Instalaciones Del Laboratorio De Fisiología Del Ejercicio De La Escuela de Educación Física.U.C.V.
- Cinta Rodante. Laboratorio de Fisiología Escuela de Educación Física U.C.V.
- 4 Monitores Computarizados Inalámbricos De Frecuencia Cardíaca Marca POLAR, Modelo Accurex Plus. Laboratorio de Fisiología Escuela de Educación Física U.C.V.
- Software Para Análisis de Frecuencia De Frecuencia Cardíaca Polar Precision Performance Versión 2.10.007
- Analizador Portátil de Lactato Accusport. Laboratorio de Fisiología Escuela de Educación Física U.C.V.
- Tiras De Reactivos Para Máquina De Lactato Accusport.

C.- PROTOCOLO

1. Test De Esfuerzo De La Condición Física Inicial

El test de esfuerzo progresivo se realizó para identificar sobre la base de análisis de lactacidemia, los umbrales anaeróbicos (UA) individuales y correlacionarlo con la respectiva frecuencia cardíaca. Para la determinación de los UA se utilizó un protocolo de esfuerzo con intensidad creciente, considerando intensidad umbral a la correspondiente a un valor de lactacidemia de 4 mmoles/lt (L4).

El parámetro para la determinación del Umbral de Lactato, para esta investigación fue considerar el nivel de 4 mmol/lt. como el punto de referencia fijo.

2. Monitorización de los Partidos

En todos los partidos el procedimiento fue similar, instalar los monitores antes del calentamiento, accionarlos después de éste, registrar el tiempo de inicio y término del tiempo de juego.

Los partidos registrados, son los correspondientes al Campeonato Nacional de Fútbol Joven 2000 categoría sub 15, no hubo ninguna elección acerca del rival, de la condición de local o visita, o de la ubicación de la tabla de posiciones del rival.

Para los partidos, se consideraron los siguientes datos para cada uno de los jugadores:

- Frecuencia Cardíaca máxima registrada en el primer tiempo(máx. 1º T).
- Frecuencia Cardíaca promedio en el primer tiempo(avg.1º T).
- Frecuencia Cardíaca mínima registrada en el primer tiempo (mín. 1º T).
- Frecuencia Cardíaca máxima registrada en el segundo tiempo (máx. 2ºT).
- Frecuencia Cardíaca promedio en el segundo tiempo (avg.2º T).
- Frecuencia Cardíaca mínima registrada en el segundo tiempo (mín. 2º T).
- Promedio de la Frecuencia Cardíaca registrada a lo largo del partido(Prom.T)
- Porcentaje de esfuerzo sobre el umbral individual (Esf. >).
- Porcentaje de esfuerzo bajo el umbral individual (Esf. <).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Tanto la Evaluación como los registros partido a partido de las frecuencias cardíacas, se efectuaron según lo estructurado en los protocolos.

Todos los datos obtenidos, durante la evaluación y los partidos, sus tablas y gráficos, se presentan a lo largo del capítulo.

A. EVALUACIÓN:

Jugador	Sánchez			Aquila			Ciaffaroni			Tapia		
Variables	F.c. Máx. (pp')	Lactato (mmol/lt.)	Vel. (km. /hr)	F.c. Máx. (pp')	Lactato (mmol/lt.)	Vel. (km. /hr)	F.c. Máx. (pp')	Lactato (mmol/lt.)	Vel. (km. /hr)	F.c. Máx. (pp')	Lactato (mmol/lt.)	Vel. (km. /hr)
Intervalos												
1º intervalo	178	2	10	168	1.1	10	185	1.4	10	169	1.5	10
2º intervalo	186	3.4	12	174	1.8	12	194	2.4	12	174	1.8	12
3º Intervalo	193	5.2	14	185	2.0	14	200	3.8	13	185	2.6	14
4º Intervalo	197	6.9	15	191	4.2	16	210	4.9	14	194	4.5	15
5º Intervalo	202	9.2	16	201	7.0	17	217	5.4	15	203	7.5	16
Pulso Umbral	**180**			**190**			**201**			**191**		

Tabla 9. *Datos obtenidos de la evaluación por cada jugador.*

Jugador	Frecuencia Cardíaca (Fc4)	Velocidad (Km/hr) (V4)
Aquila	190	16
Ciaffaroni	201	15
Sánchez	189	14
Tapia	191	15

Tabla 10. *Frecuencia cardíaca y velocidad correspondiente a 4 mmoles(L4) de lactato en cada jugador.*

Jugador	Frecuencia Cardíaca Máximo Alcanzada (pp')	Velocidad Máxima Alcanzada (Km/hr)	Lactato Máximo Alcanzado (mmol/l)
Aquila (def)	201	**17**	7,0
Ciaffaroni (medd)	**217**	15	5,4
Sánchez (medo)	201	16	**9,2**
Tapia (del)	203	16	7,5

Tabla 11. *Valores máximos alcanzados en frecuencia cardíaca, velocidad y lactato acumulado durante la evaluación.*

B. PARTIDOS REGISTRADOS

Se registraron 11 partidos del Campeonato Nacional de Fútbol Joven de la categoría sub-15 a lo largo del año. Siguiendo el protocolo mencionado anteriormente.

En 4 partidos(P5, P6, P8, P10), si participaron los 4 jugadores, aunque en 2 encuentros(P5, P6), algunos jugadores ingresaron durante el segundo tiempo del partido.(En P5 Ciaffaroni jugó 25 minutos y Tapia 18 minutos. En P6 Ciaffaroni jugó 28 minutos) En P11 Ciaffaroni jugó solo 40 minutos del primer tiempo.

C. COMPARACIÓN POR PUESTO

La comparación por puesto, se realizó promediando todos los datos obtenidos en los partidos. Los resultados se observan en la tabla 11 y en el gráfico 6.

Jugador	Máx. 1º T	avg. 1º T	mín. 1º T	Máx. 2ºT	avg. 2º T	Mín. 2º T	Prom. Total	Esfuerzo Bajo Umbral	Esfuerzo Sobre Umbral
Aguila Defensa	200,2	173,00	126,6	198,3	164,2	118,8	167,8	**88,06**%	**11,94**%
Ciaffaroni Volante Defensivo	217	185,5	118	219,8	178,33	123,7	182,9	**83.90**%	**16,10**%
Sánchez Volante Ofensivo	196	173,1	120,5	195,7	170,8	123	171,4	**90,8**%	**9,2**%
Tapia Delantero	202,6	175,6	130,6	206,5	173,17	131,7	175,4	**82,27**%	**17,71**%

Tabla 12. *Promedios por jugador registrados a lo largo de la investigación durante los partidos registrados.*

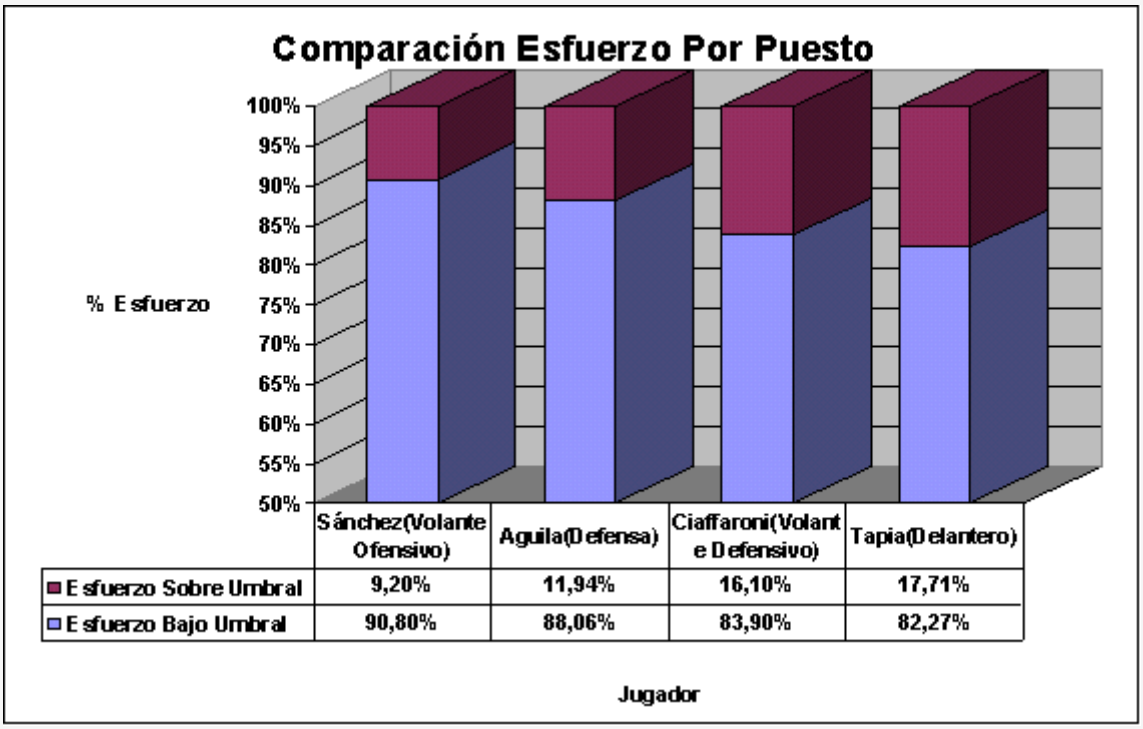


Gráfico 6. *Comparación del esfuerzo físico por puesto con el promedio de todos los partidos registrados.*

CAPÍTULO V. COMENTARIOS

Los comentarios están basados utilizando los datos obtenidos tanto en la evaluación inicial como en los partidos registrados a cada jugador, para su posterior análisis con las variables observables que puedan haber participado para condicionar los resultados de la investigación.

En relación con la evaluación, se puede señalar que:

El hecho de ser jóvenes de 15 años de edad, tanto por la maduración y el desarrollo fisiológico propio de la edad, es muy posible que su sistema anaeróbico láctico no se encuentre plenamente desarrollado, lo que puede observarse en los niveles algo bajos de sus lactatos post esfuerzo máximo, lo que no impidió establecer los respectivos umbrales en base al valor de 4 mmoles. (Tabla 9)

Al relacionar los respectivos niveles de lactato de 4 mmol con las velocidades, se supone que a mayor velocidad para un mismo nivel de lactato, L4 en este caso, implica una mejor capacidad aeróbica, y así se puede hacer una comparación entre los cuatro jugadores(tabla 10). Puede establecerse además una comparación de su nivel anaeróbico en base a la concentración de lactato máximo(tabla 11).

La evaluación muestra los siguientes resultados:

- En relación con la capacidad aeróbica; comparando la velocidad desarrollada con la Frecuencia Cardíaca; el mejor umbral corresponde a Aguila, seguido de Tapia, Sánchez y Ciaffaroni; respectivamente (tabla 10).
- Respecto a la capacidad anaeróbica, específicamente de la Tolerancia al Lactato, el mejor resultado es de Sánchez, seguido de Tapia, Aguila y Ciaffaroni, respectivamente (tabla 11).

Con respecto a los partidos registrados:

Los índices más altos de esfuerzo físico arrojados a lo largo de la investigación durante los partidos, corresponden a los jugadores Ciaffaroni(medd) y a Tapia(del), con valores de 16,10% y 17,60% respectivamente, por sobre el umbral de esfuerzo como promedio a lo largo de la investigación(tabla 13).

Jugador	Esfuerzo Bajo Umbral	Esfuerzo Sobre Umbral
Aguila (Defensa)	**88,06**%	**11,94**%
Ciaffaroni (Volante Defensivo)	**83,90**%	**16,10**%
Sánchez (Volante Ofensivo)	**90,80**%	**9,20**%
Tapia (Delantero)	**82,27**%	**17,71**%

Tabla 13. *Valor promedio porcentual del esfuerzo de cada jugador según el puesto.*

De toda la información obtenida, el dato que fundamenta y avala el objetivo de la investigación, se da en partido Nº 9, con Wanderers como rival, en cuyo partido producto de un cambio táctico obligado producto de la lesión de un jugador, Ciaffaroni pasó del puesto de mediocampista defensivo a ocupar el puesto de defensa, específicamente la función de líbero, cuya función es en la parte física-táctica, opuesta a la que el jugador había venido realizado a lo largo de los otros partidos registrados, el cambio de puesto hace posible comparar los datos obtenidos en P9 como líbero, con los datos de los demás partidos en los que actuó como volante defensivo. En P9, Ciaffaroni sólo registró **2,8%** de esfuerzo sobre el umbral (tabla 14), a diferencia de los 16,1% de promedio a lo largo de la investigación, y los 10,3% que es el porcentaje más bajo obtenido jugando como volante de contención en P3, con Palestino.

Max 1ºT	Avg 1ºT	Min 1ºT	Max 2ºT	Avg 2ºT	Min 2ºT	Promedio Total	Esfuerzo Bajo Umbral	Esfuerzo Sobre Umbral	Rival	
218	187	97	227	181	131	183	83,8	16,1	Audax	P1
210	191	107	210	179	114	185	80,4	19,5	Unión	P2
207	183	115	209	175	117	178	89,7	10,3	Palestino	P3
-	-	-	213	185	122	185	83,9	16,1	Melipilla	P4
-	-	-	232	183	128	183	83,3	16,6	Audax 2	P5
-	-	-	228	182	124	182	87,8	12,3	U de Chile	P6
224	187	125	230	181	120	183	81,9	18,9	U Católica	P7
211	**175**	**146**	**228**	**180**	**135**	**177**	**97,2**	**2,8**	**Wanderers**	P8
221	190	108	202	174	123	186	72,2	27,8	Unión 2	P9
228	187	128	-	-	-	187	79,3	20,6	S Felipe	P10
203,5	176,5	123,2	205,09	172,27	124,0	174,62	**83,9**%	**16,1**%	Promedio Final	P11

Tabla 14. *Datos obtenidos en los partidos registrados por Ciaffaroni En el partido contra Wanderers, jugó de líbero, en el resto en su puesto habitual, mediocampista defensivo.*

También, las variables tácticas que se presentan en algunos partidos permiten entender los datos obtenidos por los jugadores.

Observando los demás datos obtenidos, aún no existiendo una clara correlación con algo dispuesto táctica o estratégicamente durante los partidos, el hecho que el promedio de F.c. en el segundo tiempo (avg.2ºT) es menor que el promedio del 1º tiempo (avg.1ºT) y el promedio total (Prom.T) en los 4 jugadores podría reflejar una fatiga muscular y una baja capacidad para poder desarrollar esfuerzo anaeróbicos por sobre el umbral durante el 2º tiempo del partido. Sumado a lo anterior, la calidad y características tácticas del rival y el marcador durante el desarrollo del encuentro, resultan sin lugar a dudas, importantísimo para cualquier análisis, sobre el esfuerzo físico del jugador durante el partido.

Hay que considerar también las variables que no son posibles de controlar como lo es la temperatura, la humedad, la deshidratación, las horas de viaje pre-partido, el estrés psicológico, las horas de descanso con que se llega a enfrentar el partido, las comidas pre-partido, algunas de estas variables, en equipos profesionales adultos son posibles de manejar, sin

embargo, en jóvenes y niños, no son posibles de controlar por lo que deben ser tomados en cuenta, más si se utiliza como parámetro fisiológico el uso de la F.c.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos durante la investigación y, considerando la edad de los jugadores, los requisitos metodológicos y que la extensión de los datos no es lo suficientemente amplia, no es posible generalizar su aplicación al fútbol profesional chileno tanto adulto como infantil; sin embargo, existen hallazgos de importancia a partir de los cuales podemos establecer las siguientes conclusiones:

- Un protocolo de evaluación fisiológica utilizando el trendmil con velocidad variable, permite establecer un diagnóstico de la condición física, objetivando tanto la capacidad aeróbica como anaeróbica.
- Según lo anterior, en un protocolo progresivo de esfuerzo con análisis de lactacidemia:
  a) A mayor velocidad para una concentración de lactato de 4 mmoles(L4), mayor desarrollo aeróbico.
  b) A mayor velocidad y mayor concentración de lactato en la serie de máximo esfuerzo, mayor desarrollo anaeróbico.
- El conocer ambos parámetros fisiológicos en forma individual permite efectuar un análisis objetivo del esfuerzo físico y comportamiento de los jugadores en el campo de juego según su posición.
- La identificación del perfil aeróbico/anaeróbico individual es de indudable valor para establecer con mayor precisión las fortalezas y debilidades de cada deportista y así planificar en forma objetiva e individualizada las cargas de entrenamiento.

De acuerdo a lo siguiente se sugiere:

- Incorporar durante las prácticas, entrenamientos diferenciados; según:
  a) el período de la temporada, para desarrollar los sistemas energéticos en el ámbito general.
  b) el perfil aeróbico/anaeróbico que sea requerido por las características físico-tácticas propias del puesto.
  c) el análisis de las fortalezas/falencias de cada jugador.
- Desarrollar los sistemas energéticos, en especial la capacidad aeróbica y potenciar aquellos sistemas según sean las características físico-tácticas propias del puesto en que juegue el jugador; con cargas de trabajo diferenciadas según los principios de la metodología de entrenamiento.
- Incorporar métodos de trabajo científico, en los cuales la preparación física del futbolista implique efectuar test de condición física de base en forma periódica, con la finalidad de establecer parámetros objetivos para la determinación de las cargas de entrenamiento, como podría ser la determinación de umbral de lactato, niveles de lactato sanguíneo y frecuencia cardíaca.
- La posibilidad, en caso de futbolistas jóvenes, de ubicar tácticamente a los jugadores en el campo de juego, según las características físicas que presente el jugador, como sería en el caso de los jugadores veloces, ubicarlos en delantera o defensa, y a los jugadores de características resistente, en la zona de mediocampo.

De las observaciones se concluye:

- El desarrollo de una buena capacidad aeróbica de base, sea cual sea el puesto en que se desempeñe el jugador, lo que asegure un nivel de entrenamiento y competencia con mayor intensidad a lo largo del proceso de formación del jugador, llegando a la edad adulta con sus capacidades físicas desarrolladas y la posibilidad concreta de participar en el fútbol profesional.
- Para lograr un rendimiento máximo muscular con la finalidad de lograr a lo largo de todo un partido, un potencial físico que afecte con el menor deterioro posible las condiciones físico-tácticas del jugador, y la organización estratégica del equipo; para lo cual la mejora y optimización del sistema glucolítico rápido o anaeróbico láctico, es importantísima para evitar la fatiga y la acumulación excesiva de ácido láctico.

Con los datos que se han recogidos en este estudio, permite corroborar los antecedentes que se han publicado acerca que los jugadores con mayor desgaste físico en un equipo de fútbol son los mediocampistas defensivos por los constantes desplazamientos tanto en la parte defensiva como ofensiva, que provoca en un alto porcentaje del partido que el esfuerzo sea a niveles de umbral; y a su vez también, debido a la característica del puesto, producto de las carreras de corta, mediana y larga distancia, los delanteros presentan niveles elevados de lactato, por lo cual, también existe un porcentaje importante del esfuerzo sobre el umbral (UA) que se ve reflejado.(Bangsbo y cols., 1991; Bangsbo y Lidquist, 1992; Von Gool, 1988; Reilly y Thomas, 1976; Bangsbo y cols., 1992; Reilly y Thomas, 1986; Ekblom, 1986; Whiters y cols., 1982); (6).

REFERENCIAS

1. Bangsbo, Jens (1998). ENTRENAMIENTO DE LA CONDICIÓN FISICA EN EL FUTBOL. *2º edición, Editorial Paidotribo, Barcelona, España*
2. Wilmore, Jack, y Costill, David (1998). FISIOLOGIA DEL ESFUERZO Y DEL DEPORTE. *Editorial Paidotribo, Barcelona, España*
3. Weineck, Erlangen J (1994). FUTBOL TOTAL. El Entrenamiento físico del futbolista. *Vol. 1. Editorial Paidotribo, Barcelona, España*
4. Azhar, Alain (1995). FUTBOL. Iniciación Y Perfeccionamiento. *Editorial Paidotribo, Barcelona, España*
5. APUNTES (1998). Seminario Internacional De Ciencias Aplicadas Al Deporte. Fútbol Y Evaluación. *Santiago, Chile*
6. Bosco, Carmelo (1994). ASPECTOS FISIOLÓGICOS DE LA PREPARACIÓN FISICA DEL FUTBOLISTA. *2º edición, Editorial Paidotribo, Barcelona, España*
7. Olbrecht, J.; Mader, A.; Heck, H. y Hollmann, W (1992). SWIMMING SCIENCIES VI, BIOMECHANICS AND SPORTS MEDICINE. *The Importance Of A Calculation Scheme To Support The Interpretation Of Lactate Tests. Londres: E & F.N. Spoon 243-249*
8. ACCUSPORT (1999). GUÍA DE USO ANALIZADOR PORTÁTIL DE LACTATO. *Sports Resource Group, Inc. www.lactate.com*