

CONCENTRACION DE LACTATO EN SANGRE EN JUGADORES DE UN EQUIPO DE FUTBOL DE DIVISIONES MENORES CATEGORIA SUB 20 DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ

BLOOD LACTATE CONCENTRATION IN PLAYERS OF A JUNIOR SOCCER TEAM, UNDER 20 CATEGORY, FROM THE CITY OF BOGOTA

Nubia Estela Florián Rodríguez

nubia.florian@gmail.com

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5838-2521>

Fisioterapeuta

Especialista en ejercicio físico para la actividad física

Magister en gestión de proyectos

Colombia

Fernando Ardila Patiño

fernandoardila@hotmail.es

Orcid <https://orcid.org/0000-0002-6017-0365>

Licenciado en educación física,

especialista en mercadeo, magister en administración.

Docente Universitario, Minuto de Dios, Javeriana, la Salle,

Universidad Pedagógica Nacional.

Colombia

Antonio Luis Alba Berdeal

antonioluisalba@yahoo.com

ORCID: 0000-0002-8495-7445

licenciatura en cultura física y deportes

Universidad de Ciencias de la Cultura Física y Deportes Manuel Fajardo.

Especialización. Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism

Colombia

RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio cuantitativo de tipo descriptivo y corte transversal con 19 futbolistas de la categoría sub20 de la ciudad de Bogotá (4 defensas, 1 lateral, 6 delanteros, 4 extremos, y 3 medio

centros), con promedios de edad de $19,9 \pm 1,83$; peso $66,4 \pm 8,88$; talla $171 \text{ cm} \pm 0,5$ y un índice de masa corporal de $22,5 \pm 2,52 \text{ kg/m}^2$.

Se efectuaron pruebas específicas para la medición de la concentración de lactato en sangre (lactatemia), implementando las fases 2 y 3 del protocolo estándar de evaluación del lactato (J. Olbrecht; A. Mader), y determinar respectivamente, la tasa máxima de producción de lactato, como un indicador cuantitativo de la potencia anaeróbica láctica, y el porcentaje de remoción de lactato, reflejando la eficiencia de los mecanismos de recuperación.

Se realizó el cálculo de estadísticas descriptivas y la elaboración de escalas de clasificación correspondientes a los resultados de las variables analizadas. Las medias de dichas variables se compararon según las posiciones de juego mediante un análisis de varianza de una vía (ANOVA), para determinar la significancia estadística de las diferencias observadas entre las medias de las distintas posiciones de juego ($p \leq 0,05$)

La concentración de lactato en sangre de jugadores de fútbol es un indicador crucial para entender su rendimiento físico y fisiológico durante entrenamientos y espacios competitivos. Medir el lactato permite al cuerpo técnico personalizar planes de entrenamiento, identificar debilidades, y optimizar estrategias nutricionales para mejorar de manera integral las condiciones como jugador y prevenir lesiones.

Los resultados obtenidos sugieren que la posición de juego desempeñada por estos jugadores no es un factor determinante para el desarrollo de un perfil fisiológico específico, al menos en estas categorías. Se concluye que los jugadores requieren una mayor especialización y un periodo extendido de entrenamiento para alcanzar un perfil fisiológico acorde a las demandas específicas de la posición que ocupan en el juego. Se recomienda a la comunidad académica continuar desarrollando investigaciones en esta área, con el objetivo de aportar mayor claridad y comprensión a los resultados obtenidos.

PALABRAS CLAVE Glucólisis, Fases, Test Estándar de Lactato, Ácido láctico, Biomarcador, Umbral láctico, Intensidad del ejercicio, Fatiga.

ABSTRACT

A descriptive, cross-sectional, quantitative study was conducted with 19 U20 soccer players from Bogotá (4 defenders, 1 full-back, 6 forwards, 4 wingers, and 3 midfielders). The mean age was 19.9 ± 1.83 ; weight 66.4 ± 8.88 ; height $171 \text{ cm} \pm 0.5$; and body mass index $22.5 \pm 2.52 \text{ kg/m}^2$.

Specific tests were performed to measure blood lactate concentration (lactatemia), implementing phases 2 and 3 of the standard lactate assessment protocol (J. Olbrecht; A. Mader), and to determine respectively, the maximum rate of lactate production, as a quantitative indicator of lactic anaerobic power, and the percentage of lactate removal, reflecting the efficiency of the recovery mechanisms. Descriptive statistics were calculated and classification scales were developed for the results of the analyzed variables. The means of these variables were compared by playing position using a one-way analysis of variance (ANOVA) to determine the statistical significance of the differences observed between the means of the different playing positions ($p \leq 0.05$).

The blood lactate concentration of soccer players is a crucial indicator for understanding their physical and physiological performance during training and competition. Measuring lactate allows coaching staff to personalize training plans, identify weaknesses, and optimize nutritional strategies to comprehensively improve player fitness and prevent injuries.

The results obtained suggest that the playing position played by these players is not a determining factor in the development of a specific physiological profile, at least in these categories. It is concluded that players require greater specialization and an extended training period to achieve a physiological profile commensurate with the specific demands of their playing positions. The academic community is encouraged to continue conducting research in this area, with the aim of providing greater clarity and understanding of the results obtained.

KEYWORDS. Glycolysis, Phases, Standard Lactate Test, Lactic Acid, Biomarker, Lactate Threshold, Exercise Intensity, Fatigue.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la práctica del ejercicio y deporte competitivo, requiere identificar los niveles de intensidades con el objetivo de obtener una serie de adaptaciones que mejoren el máximo de eficiencia en determinada disciplina deportiva; el rendimiento en los juegos deportivos colectivos es el resultado de la capacidad de generar estos procesos de adaptación física en los diferentes jugadores de manera integrada en el equipo que repercute en su capacidad de actuación cooperativa, y el fútbol no es la excepción, ya que es un deporte de equipo que implica el desarrollo de diferentes cualidades físicas debido a su patrón motriz de movimiento. Dicha capacidad en términos competitivos del jugador de fútbol, involucra movimientos de altas demandas cinéticas, teniendo en cuenta que requiere desplazamientos rápidos, cambios de dirección, fintas, saltos, entre otros, donde utilizan diferentes vías energéticas de manera intermitente o discontinua.

La evidencia resalta la importancia de las cualidades fisiológicas requeridas en espacios competitivos en este deporte, especialmente porcentajes de frecuencias cardíacas, acorde a las altas intensidades proporcionales a la exigencia del patrón motriz y evidentemente asociadas al rendimiento físico (Castagna, 2010). Por otro lado, se resalta la importancia de utilizar métodos de entrenamiento capaces de mejorar la resistencia, la fuerza, la velocidad, la flexibilidad, la coordinación, la habilidad, la agilidad, el ritmo y el equilibrio, con el fin de mejorar la capacidad de aceleración y el cambio de dirección (Yanci, 2014), Sin embargo, esto va a depender no solo del nivel de competencia, sino de las demandas fisiológicas que varían de acuerdo al perfil de

condición física dado por la posición de juego en relación a la estructura de juego, los factores ambientales y psicológicos, entre otros,

A pesar de la diversidad de estudios desarrollados en esta especialidad deportiva como lo es el fútbol, son insuficientes las fuentes que evalúan la respuesta fisiológica en términos metabólicos del lactato en jugadores de estas edades, por lo que el objetivo del presente estudio es analizar las diferencias existentes entre los puestos específicos (laterales, delanteros, defensas, extremos, y medio centros). Para este proceso de investigación se propone una metodología que involucra uno de los criterios fisiológicos para determinar los niveles de lactato en sangre, considerado como uno de los medios objetivos de evaluar la intensidad de los estímulos de entrenamiento, lo que, a su vez, permite identificar de una forma indirecta la intensidad del esfuerzo que está realizando el deportista. Las respuestas del lactato sanguíneo al ejercicio se utilizan como un parámetro metabólico de la transformación de nutrientes en energía y la reutilización de este. Previo a esto, se generó una evaluación de sus características antropométricas generales donde se consideran como variables: peso, talla, índice de masa corporal y el porcentaje graso, para ser analizados desde otros parámetros como la posición de juego, con el propósito de comparar los resultados finales entre sí.

Teniendo en cuenta la utilidad y los beneficios de la aplicación de un programa de entrenamiento sistemático, elaborado con base a los procesos de evaluación a través de los test fisiológicos, y sabiendo de antemano que existen capacidades físicas que están estrechamente relacionadas con el rendimiento en los jóvenes jugadores de fútbol, se puede justificar el uso de una batería de test para identificar la capacidad de producción y de remoción de lactato inicialmente, lo que facilita además, la posibilidad de obtener datos para conocer las características individuales de los deportistas jóvenes en referencia a las diferentes posiciones de juego, para asimismo, identificar las debilidades y fortalezas del futbolista, beneficiando los procesos de planificación deportiva para alcanzar el punto óptimo en términos de rendimiento, generando la posibilidad de comparar estos resultados de alto rendimiento, todos estos insumos pertinentes para el desarrollo de modelos de entrenamiento propios, es decir, acordes a nuestra idiosincrasia colombiana.

MARCO TEORICO

MECANISMOS DE PRODUCCIÓN DE LACTATO

El piruvato se genera principalmente a través del glucólisis, una vía metabólica esencial para la obtención de energía en las células. En este proceso la glucosa, un monosacárido de seis carbonos, es degradada en una serie de reacciones enzimáticas que tienen lugar en el citoplasma celular, reacciones que culminan en la formación de dos moléculas de piruvato (compuesto de tres carbonos) por cada molécula de glucosa procesada; la glucólisis también genera moléculas de ATP (energía) y NADH, que son esenciales para la función celular. El piruvato tiene un rol central en el metabolismo, ya que puede ser procesado de diferentes maneras entre las que se transporta a la mitocondria para entrar en el ciclo de Krebs, donde se oxida completamente para producir más energía, o cuando el piruvato se convierte en lactato.

La producción de lactato ocurre cuando el piruvato generado en la glucólisis es reducido por la enzima lactato deshidrogenasa (LDH) utilizando el NADH producido previamente en la glucólisis; este proceso da lugar a la formación de lactato y regenera NAD^+ , un cofactor necesario para que la glucólisis. La acumulación de lactato en el músculo puede llevar a fatiga, pero también se transporta a otros tejidos (como el hígado) donde puede reconvertirse en glucosa a través del ciclo de Cori.

lactato, producto final de la glucólisis, se genera independientemente de la presencia de oxígeno. Una vez formado en el citosol, puede ser expulsado al torrente sanguíneo a través de un cotransporte con protones. Allí, desempeña funciones específicas como la participación en el ciclo de Cori para la síntesis de glucosa, servir como fuente de energía para tejidos como neuronas, cardiomiocitos y células tumorales, además, el lactato puede ser transportado al espacio intermembranal de la mitocondria, donde se asocia con la lanzadera de aspartato-malato para introducir equivalentes reductores a la cadena respiratoria, También puede ser metabolizado en las mitocondrias de los espermatozoides a través de un acarreador específico, optimizando la oxidación del lactato y la síntesis de ATP. A nivel hepático, contribuir a la oxidación del etanol mediada por la lactato oxidasa. Y por último, el lactato tiene funciones regulatorias adicionales, como en la regulación de la expresión génica. (Matus-Ortega 2020)

En los deportes de competición, comprender los procesos metabólicos musculares durante el ejercicio es crucial para evaluar la capacidad de ejercicio actual, por ello, las pruebas de evaluación son parte esencial del chequeo médico deportivo, ya que son de interés las adaptaciones intraindividuales a lo largo del tiempo, las comparaciones interindividuales y gestionar los entrenamientos. La prueba de rendimiento de lactato es uno de los métodos más utilizados en las pruebas de esfuerzo en deportes de competición, permitiendo analizar el metabolismo aeróbico y anaeróbico durante el ejercicio, para identificar la intensidad individual del entrenamiento de resistencia en función del metabolismo subyacente. (Weichenberger, M., 2023).

Estudios realizados en deportistas se evidencia la relación del impacto de la fatiga competitiva en variables fisiológicas como el lactato sanguíneo y la frecuencia cardíaca, observando aumentos significativos posteriores a competencias en los niveles de lactato, es así como existen hallazgos que destacan la importancia de la distancia de la competencia para modular la respuesta a la fatiga y sugieren que la acumulación de lactato es un indicador susceptible del estrés inducido por la competición en nadadores jóvenes, así como tasa de esfuerzo percibido, resaltando la utilidad práctica de la monitorización de estas junto con las estrategias de recuperación. (López-Hernández, 2025).

En otro tipo de deportes como el atletismo, se destaca que el metabolismo energético de la carrera de 400 metros induce una fatiga muscular significativa, daño a las fibras musculares propio del tipo de esfuerzo y una alta concentración de lactato en sangre. Esta concentración máxima de lactato post-ejercicio es significativamente menor en un grupo sub-élite tras el ejercicio y la tasa de utilización de este no difieren entre los corredores de élite y los no-élite difieren en una mayor producción de LA, pero no en su utilización, (Mastalerz, A., 2024), es decir, que analizar los procesos metabólicos musculares son relevantes no solo para la planificación del entrenamiento sino para el control de objetivos en términos de rendimiento.

Los cambios en la concentración de lactato están estrechamente ligados al rendimiento y el metabolismo, por ello, entender cómo se comporta el lactato puede ayudar a optimizar el entrenamiento y mejorar el rendimiento deportivo, diseñando programas de entrenamiento más efectivos, adaptados a las necesidades individuales de cada atleta, por ende, investigaciones

recientes sugieren que los mecanismos aeróbicos pueden utilizar el lactato como fuente de energía, contribuyendo a la reducción de su concentración sanguínea, efecto que puede deberse a la reducción del trabajo máximo durante un partido de fútbol y a la eliminación de Lactato durante el ejercicio a intensidad reducida. (Arcone, R 2024).

TEST ESTÁNDAR DE LACTATO (14,15)

La prueba de campo fue diseñada por J. Olbrecht, basado en los estudios previos desarrollados por A. Mader. Este protocolo se aplica mediante ejercicios específicos de disciplinas deportivas, principalmente aquellas relacionadas con resistencia cronometrada y de marcas, tales como carrera a pie, ciclismo, natación de competición, triatlón y canotaje. También puede ser ejecutado en un entorno controlado de laboratorio utilizando cicloergómetros o bandas sinfín. Para atletas de especialidades como deportes con pelota o deportes de combate, la prueba puede realizarse mediante carrera a pie, utilizándose este ejercicio como medio de preparación física general. A diferencia de otros protocolos que se limitan a determinar el umbral láctico, esta prueba también permite evaluar el ritmo máximo de producción de lactato.

La metodología consta de tres fases:

Fase 1: Determina el valor de la velocidad correspondiente a 4 mmol/l de lactato en sangre (V4). Este parámetro es un indicador del umbral láctico, la resistencia aeróbica y los mecanismos de remoción de lactato.

Fase 2: Evalúa el ritmo máximo de producción de lactato (RMPL), considerado un indicador de la potencia anaeróbica láctica y de los mecanismos de generación de lactato.

Fase 3: Determina el porcentaje de remoción de lactato. Esta fase es opcional y se aplica únicamente cuando la fase 1 no ha sido realizada, iniciándose directamente con la fase 2.

Estos hallazgos sugieren que los deportistas de alto rendimiento deben desarrollar un perfil fisiológico específico que esté directamente relacionado con las demandas de las actividades realizadas durante los entrenamientos y competencias. En el caso del baloncesto, las distintas posiciones de juego, como aleros, armadores y postes, implican entrenamientos y acciones específicas que impactan de manera diferenciada en los sistemas energéticos, así como en los

mecanismos de producción y remoción de lactato. Por lo tanto, se propone que existan diferencias significativas entre las variables antropométricas, como la estatura y el peso corporal, y las variables de rendimiento físico, como la velocidad a 4 mmol/l de lactato en sangre (V4) y el ritmo máximo de producción de lactato.

OBJETIVOS GENERALES:

1. Establecer de una forma preliminar escalas de clasificación de los resultados de las variables analizadas con los datos de deportistas investigados
2. Determinar si las posiciones de juego que desempeñan estos deportistas poseen un perfil fisiológico específico en cuanto al umbral láctico y al ritmo máximo de producción de lactato

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Determinar datos medios y desviaciones estándares de cada variable analizada a nivel del grupo y por posiciones de juego
2. Determinar si los datos de las variables analizadas a nivel grupal presentan distribución normal
3. Determinar valores percentilares a nivel grupal para crear escalas de clasificación con los resultados de las variables analizadas
4. Aplicar estadígrafo de inferencia para determinar si la diferencia entre las medias de las posiciones de juego, en cada variable analizada, tiene significación estadística

METODOLOGIA

POBLACION

El grupo de sujetos de estudio contó con la participación de 18 futbolistas de divisiones menores de la categoría sub 20 de Bogotá, Colombia (tabla 1);

POSICIONES	CODIGO NUMERICO POR POSICION	CODIGO NIMINAL POR POSICION	N	Porcentaje
DEFENSAS	1	DEF.	4	22,2
LATERALES	2	LAT.	1	5,6

				Periodicidad Semestral
DELANTEROS	3	DEL.	6	33,3
EXTREMOS	4	EXT.	4	22,2
MEDIO CENTROS	5	M.C	3	16,7
TOTAL			18	100,0

TABLA 1. PARTICIPANTES DEL ESTUDIO

Para su selección se consideraron los siguientes criterios de inclusión: que fueran residentes a 2600 msnm, sin antecedentes o restricciones médicas que les impidieran participar en la prueba a desarrollar; que tuvieran una vinculación vigente en el club deportivo y según los parámetros de la Liga Colombiana de Fútbol, se encontraban de acuerdo con su rendimiento en categoría o nivel de ascenso. Los participantes seleccionados fueron evaluados durante la temporada o etapa competitiva, quienes tuvieron un promedio de 5 entrenamientos por semana.

Todos los competidores conocían el objetivo de la investigación, aceptaron voluntariamente formar parte de ella, y, por consiguiente, fueron informados de manera clara y libre del procedimiento que se llevarían a cabo a través de un consentimiento, así mismo, se les dio claridad que en cualquier momento podían retirarse del mismo. Este procedimiento siguió las pautas demarcadas por la declaración de Helsinki (1961), en la que se establece una normatividad ética y rigurosa con respecto a los procesos de investigación que involucran seres humanos; de igual forma se contempló la Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal (LOPD) y finalmente la resolución 8430 de 1993, por la cual se establecen las normas científicas, técnica y administrativas para la investigación en salud para Colombia.

Dentro de los criterios de exclusión, se tuvieron en cuenta los jugadores que no eran residentes a 2600 msnm, con cualquier antecedente o restricción médica que le impidiera la realización de la prueba física o que estuvieran asistiendo a sus prácticas de manera irregular.

La edad media de los participantes fue de $19,96 \pm 1,83$; quienes de manera voluntaria fueron parte del estudio y fueron seleccionados teniendo en cuenta los criterios de inclusión previamente descritos.

Se usó un delineamiento metodológico no experimental de ámbito descriptivo transversal, con el fin de determinar indicadores fisiológicos tales como:

- El tiempo en la carrera a pie de 200 m en forma de ida y vuelta cada 50 m.,
- El valor pico de lactatemia posterior a la anterior carrera a pie,
- El ritmo máximo de producción de lactato y
- El porcentaje de remoción de lactato.

La supervisión médica y los protocolos de emergencia fueron cruciales al exponer a deportistas juveniles a esta evaluación de alta intensidad, por ello se generó un examen médico previo, la disponibilidad de equipo de emergencia y la capacitación del personal involucrado en la prueba en reanimación cardiopulmonar (RCP) y manejo de emergencias médicas en el lugar de la evaluación, para garantizar la seguridad y el bienestar de los atletas jóvenes durante estas evaluaciones, así como procedimientos claros para la evacuación, transporte a centro médico y comunicación con los servicios de emergencia.

PROCEDIMIENTO ANTROPOMETRÍA

Para la caracterización antropométrica de la población se utilizó la evaluación y medición de variables específicas tales como: peso, estatura, índice de masa corporal (IMC) y pliegues cutáneos; para los datos del peso corporal se utilizó la báscula Tanita® referencia SC 331S, mientras que para la estatura se empleó el medidor portátil de altura SECA® 213. Para pliegues cutáneos se utilizó el método de Yuhaz, en el que se realiza la sumatoria de 6 pliegues (tricipital, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo y pierna).

MEDICIÓN DE LACTATO

Se les aplicó a los jugadores el Test Estándar De Lactato propuesto por Jan Olbrecht, con base en las investigaciones previas realizadas por Alois Mader en deportistas, el cual, está encaminado a determinar varios de los anteriores indicadores (12, 13; 14, 17, 3).

En la presente investigación se ha intentado abrir un nuevo campo de trabajo en deportes de predominio aeróbico anaeróbico o mixtos, sobre todo en fútbol soccer, donde no es abundante la información acerca de resultados de pruebas de lactato para el equipo en su conjunto y por posiciones

Se les aplico este test en un solo día y se emplearon las fases 2 y 3 del mismo, las cuales son:

- **FASE 2:** Consiste en realizar un esfuerzo de tipo anaeróbico láctico que involucre grandes masas musculares cercano a los 30 segundos, para estimular la potencia de la glucogenólisis anaeróbica. En este caso, se utilizó la carrera a pie de ida y vuelta cada 50 m a máxima velocidad en un tiempo cercano a los 30 segundos y en la recuperación se realizaron tomas de muestra de sangre en el lóbulo de la oreja de los jugadores a los minutos 3, 5, 7 y 9. Durante toda esta recuperación, el examinado se mantuvo sentado (recuperación pasiva), hasta el minuto 20 de recuperación. Se registraron como variables: el tiempo en la carrera a pie en segundos, el valor pico de lactato en la recuperación en mmol/l y el ritmo máximo de producción de lactato al dividir el valor pico de lactato entre el tiempo de esfuerzo en s. (mmol/l/s.). Este último es una medida directa de la potencia anaeróbica láctica.
- **FASE 3:** Consiste en tomar una única muestra de sangre al minuto 20 de haber terminado el anterior esfuerzo para determinar el valor de lactatemia en mmol/l. Con este dato y el valor pico de lactatemia, se determinó el porcentaje de remoción de lactato. Para la determinación de los valores de lactatemia se utilizó como el equipo Accutrend Plus

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

PARTE I: El objetivo del análisis estadístico en esta parte fue:

- Caracterizar a través de medias y desviaciones estándares el grupo de futbolistas en cada una de las variables analizadas,
- Determinar si los datos en cada variable estudiada tuvieron un comportamiento cercano al de la distribución normal, por medio de la prueba de Shapiro-Wilk y,
- De acuerdo con lo anterior, establecer criterios preliminares de clasificación de estos jugadores con base en percentiles de los resultados de las variables analizadas, siguiendo recomendación de V. M. Zatsiorski.

PARTE II: El objetivo del análisis estadístico en esta parte fue:

- Realizar comparaciones de las medias de estas mediciones entre las posiciones de juego con la finalidad de determinar si la diferencia entre dichos promedios tuvo significación estadística.
- Esto permitió determinar si estos jugadores tenían un perfil fisiológico específico de acuerdo con la posición del juego que desempeñaron.
- Para esto es necesario aplicar un estadígrafo de comparación de medias de más de 2 grupos, (ya que fueron más de 2 posiciones de juego las que se analizaron), como puede ser la prueba paramétrica de Anova de un Factor, en caso de existir normalidad de las distribuciones de los datos o la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, cuando no existe normalidad de las distribuciones de datos

Se empleó el software IBM SPSS versión 19 para el análisis de la información.

RESULTADOS:

ANALISIS ESTADISTICO PARTE I.

En la tabla 2 se muestran los datos de estadística descriptiva del grupo en su totalidad en las variables estudiadas

VARIABLES	N	Media	Mínimo	Máximo	Desv. típ.	Varianza
Porcentaje Grasa	18	10,4467	9,61	11,90	,66623	,444
Tiempo 200 m., s	18	31,3144	29,94	32,94	,93814	,880
Valor pico lactato, mmol/l.	18	10,6056	4,30	18,70	4,40300	19,386
RMPL, mmol/l/s.	18	,33794	,132	,568	,138334	,019
porcentaje Remoción lactato	18	39,6256	14,19	73,68	19,49907	380,214

TABLA 2: DATOS DE ESTADISTICA DESCRIPTIVA DEL GRUPO EN SU TOTALIDAD EN LAS VARIABLES ESTUDIADAS

NOTA: RMPL: ritmo máximo de producción de lactato

El porcentaje de grasa corporal, este grupo de jugadores tuvo una media de 10,44 porcentaje, lo cual se clasifica como ideal, tomando como base el estudio realizado por M.A. Cossio-Bolaños y colaboradores; 2010, en un estudio que tuvo como objetivo proponer una clasificación del porcentaje graso a partir de variables antropométricas en futbolistas profesionales. En este estudio

fueron utilizados 132 futbolistas profesionales a los que se les evaluó la masa corporal (kg), estatura (cm) y pliegues cutáneos (mm) (2)

El promedio de tiempo en la carrera de 200 m a máxima velocidad en ida y vuelta cada 50 m., fue de 31,31 segundos, no hemos encontrado datos de esta variable en futbolistas

El valor pico de lactatemia, obtenido en la recuperación de la anterior carrera de 200 m fue de 10,6 mmol/l. el cual no es elevado, según resultados reportados en estudios con otros deportes aplicando este test de lactato.

Un valor pico elevado de lactatemia registrado al terminar un esfuerzo máximo de predominio anaeróbico láctico, representa una mayor potencia anaeróbica láctica del examinado, lo cual, es requerido en las diferentes posiciones de juego del futbol, que se caracteriza por movimientos rápidos y bruscos sostenidos durante varios segundos

El ritmo máximo de producción de lactato (RMPL), representa una medida directa de la potencia anaeróbica láctica y fue de 0,0337 mml de lactato / litro de sangre / s de máximo esfuerzo. No hemos encontrado datos de esta variable en futbolistas

El % de remoción de lactato al minuto 20 de terminado el esfuerzo anaeróbico láctico, tuvo una media de 36, 62 %, la cual se clasifica como bueno (14, 17, 3)

La tabla 3 muestra los resultados del análisis de normalidad de las distribuciones de datos de cada variable del grupo de jugadores de futbol en su totalidad

Este análisis se realiza con el objetivo de determinar si estas distribuciones de datos presentan normalidad, lo cual es requisito para confeccionar escalas de clasificación de estos resultados.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Porcentaje Grasa	,157	18	,200*	,926	18	,164
Tiempo 200 m., s	,147	18	,200*	,932	18	,214
Valor pico lactato, mmol/l.	,126	18	,200*	,952	18	,465
RMPL, mmol/l/s.	,148	18	,200*	,946	18	,359
Porcentaje Remoción lactato	,154	18	,200*	,929	18	,184

TABLA 3: ANALISIS DE NORMALIDAD DE LAS DISTRIBUCIONES DE DATOS LAS VARIABLES ANALIZADAS EN EL GRUPO EN SU TORTALIDAD

a. Corrección de la significación de Lilliefors

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

En esta tabla aparecen las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y la de Shapiro-Wilk. Como el total de casos analizados de este grupo es de 18, lo cual es menor de 50 casos, se recomienda utilizar la prueba estadística de Shapiro-Wilk.

En dicha prueba se analiza la sign. (o valor p). si este dato resulta superior a 0,05, los datos presentan distribución normal y, lo contrario, si en alguna de estas variables, la sign es menor o igual a 0,05, los datos no presentan distribución normal. Como se puede observar, en todas estas variables, la sign. o valor p resulto ser superior a 0,05, lo cual indica que las distribuciones de datos presentan distribución normal o cercana a esta ultima

El hecho de encontrar que estos datos tengan una distribución cercana a la normal, permite establecer criterios de clasificación a partir de la utilización de valores percentilares.

A partir del anterior, se calcularon los percentiles recomendados por V. M. (Zatsiorskii, V.M. Metrología Deportiva. Ed. Pueblo Y Educación. C. Habana, 1989); (18)

Estos percentiles fueron: P2, P16, P31, P69, P84 y P98, los cuales permiten establecer una escala de 7 puntos y las siguientes evaluaciones cualitativas del resultado:

1. Un resultado inferior al P2 (menor a -2,0 DE), se clasifica como MUY BAJO;
2. Un resultado entre el P2 y el P16 (entre -2,0 DE y -1,0 DE), se clasifica como BAJO;
3. Un resultado entre el P16 y el P31 (entre -1,0 y -0,5 DE), se clasifica como BAJO LA MEDIA;
4. Un resultado entre el P31 y el P69 (entre -0,5 y +0,5 DE), se clasifica como PROMEDIO;
5. Un resultado entre el P69 y el P84 (entre +0,5 y +1,0 DE), se clasifica como SOBRE LA MEDIA;
6. Un resultado entre el P84 y el P98 (entre +1,0 y +2,0 DE), se clasifica como ALTO
7. Un resultado por encima del P98 (por encima de + 2,0 DE), se clasifica como MUY ALTO

En la tabla 4 se pueden observar los valores percentilares antes mencionados, obtenidos con los resultados del grupo de jugadores evaluados para las 5 variables estudiadas

		Periodicidad Semestral				
		porcentaje Grasa	Tpo 200m., s.	Valor pico lactatemia, mmol/l.	Rmpl, mmol/l/s.	porcentaje remoción lactate
N Percentiles	Válidos	18	18	18	18	18
	Perdidos	0	0	0	0	0
	2	9,6100	29,9400	4,3000	,13200	14,1900
	16	9,7660	30,2420	4,9760	,16068	16,9220
	31	10,0079	30,7736	7,6670	,25068	25,8766
	69	10,6800	31,6559	14,2220	,44176	53,3831
	84	11,2840	32,5520	16,2400	,51860	66,3480
	98	.	.	.	.	.

TABLA 4: VALORES PERCENTILARES POR VARIABLES, OBTENIDOS CON LOS RESULTADOS DE LOS FUTBOLISTAS EVALUADOS

La clasificación anterior debe ser utilizada con aquellas variables o test cuya clasificación cualitativa mejora en la medida en que el resultado tiene un mayor valor absoluto

En esta investigación, con las variables: valor pico de lactatemia, ritmo máximo de producción de lactato y porcentaje de remoción de lactato, se utilizará una escala que otorga una mejor evaluación cualitativa al examinado, en la medida que el resultado tiene un mayor valor absoluto (tabla 5)

		EVALUACION CUALITATIVA	VALOR PICO LACTATO, MMOL/L	RITMO MAX. PROD. LACTATO, MMOL/L/S.	PORCENTAJE REMOCION LACTATO
		MUY ALTO			
PERCENTILES	98	.	.	.	.
	ALTO				
	84	16,24	0,5186	66,348	
	SOBRE MEDIA				
	69	14,222	0,4418	53,3831	
	MEDIA				
	31	7,667	0,2507	25,8766	
	BAJO MEDIA				
	16	4,976	0,1607	16,922	
	BAJO				
	2	4,3	0,132	14,19	
		MUY BAJO			

TABLA 5: PERCENTILES Y ESCALA OBTENIDA CON LOS DATOS DE LOS JUGADORES DE FUTBOL EVALUADOS QUE OTORGA UNA MEJOR EVALUACIÓN CUALITATIVA AL EXAMINADO, EN LA MEDIDA QUE EL RESULTADO TIENE UN MAYOR VALOR ABSOLUTO

Existen otras variables o test, en que el examinado esta mejor evaluado cualitativamente, en la medida que el resultado tiene un menor valor absoluto. En estos casos, es necesario invertir la evaluación cualitativa.

En esta investigación, con las variables porcentaje de grasa y tiempo en la carrera de 200 m., se utilizará la escala que le otorga una mejor evaluación cualitativa al examinado, en la medida que el resultado tiene un menor valor absoluto (tabla 6)

		EVALUACION CUALITATIVA	PORCENTAJE GRASA	TPO 200M., S.
PERCENTILES	2	MUY ALTO	9,61	29,94
		ALTO		
	16		9,766	30,242
		SOBRE MEDIA		
	31		10,0079	30,7736
		MEDIA		
	69		10,68	31,6559
		BAJO MEDIA		
	84		11,284	32,552
		BAJO		
	98		.	.
		MUY BAJO		

TABLA 6: PERCENTILES Y ESCALA OBTENIDA CON LOS DATOS DE LOS JUGADORES DE FUTBOL EVALUADOS, QUE OTORGA UNA MEJOR EVALUACIÓN CUALITATIVA AL EXAMINADO, EN LA MEDIDA QUE EL RESULTADO TIENE UN MENOR VALOR ABSOLUTO

Es de destacar que no hemos encontrado en la literatura especializada escalas de clasificación de estas variables relacionadas con el test estándar de lactato en futbolistas.

Los resultados obtenidos son preliminares y deben ser perfeccionados recopilando más muestras de estos deportistas.

RESULTADOS:

ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARTE 2:

En la tabla 7 se muestran resultados de estadística descriptiva (medias, desviaciones estándares y otros) de los jugadores de fútbol estudiados, agrupados estos por posiciones de juego, en cada una de las variables analizadas.

VARIABLES	CODIGO POSICION	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95porcentaje	Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
PORCENTAJE GRASA	DEF.	4	10,8575	0,83779	0,41889	9,5244	12,1906		10,02	11,9
	LAT.	1	10,68	.	.	.	.		10,68	10,68
	DEL.	6	10,6783	0,65101	0,26577	9,9951	11,3615		9,91	11,6
	EXT.	4	9,8775	0,44071	0,22035	9,1762	10,5788		9,61	10,53
	M.C	3	10,1167	0,17898	0,10333	9,6721	10,5613		9,91	10,22
	TOTAL	18	10,4467	0,66623	0,15703	10,1154	10,778		9,61	11,9
TPO 200 M., S.	DEF.	4	32,4975	0,63552	0,31776	31,4862	33,5088		31,58	32,94
	LAT.	1	31,37	.	.	.	.		31,37	31,37
	DEL.	6	30,8083	0,36625	0,14952	30,424	31,1927		30,23	31,23
	EXT.	4	30,965	0,99447	0,49723	29,3826	32,5474		29,94	32,27
	M.C	3	31,1967	1,10546	0,63824	28,4506	33,9428		30,16	32,36
	TOTAL	18	31,3144	0,93814	0,22112	30,8479	31,781		29,94	32,94
VALOR PICO LACTATEMIA , MMOL/L.	DEF.	4	12,025	6,09993	3,04997	2,3186	21,7314		4,3	18,7
	LAT.	1	16,3	.	.	.	.		16,3	16,3

		Periodicidad Semestral							
RMPL, MMOL/L/S.	DEL.	6	9,7167	4,14218	1,69104	5,3697	14,063 6	4,9	16,8
	EXT.	4	10,775	4,75	2,375	3,2167	18,333 3	4,6	14,8
	M.C	3	8,3667	1,42945	0,82529	4,8157	11,917 6	6,8	9,6
	TOTAL	1 8	10,605 6	4,403	1,0378	8,416	12,795 1	4,3	18,7
	DEF.	4	0,3702 5	0,187322	0,09366 1	0,0721 8	0,6683 2	0,132	0,568
	LAT.	1	0,52	.	.	.	.	0,52	0,52
	DEL.	6	0,316	0,137903	0,05629 9	0,1712 8	0,4607 2	0,158	0,556
	EXT.	4	0,346	0,149111	0,07455 5	0,1087 3	0,5832 7	0,154	0,485
	M.C	3	0,2673 3	0,037634	0,02172 8	0,1738 4	0,3608 2	0,225	0,297
	TOTAL	1 8	0,3379 4	0,138334	0,03260 6	0,2691 5	0,4067 4	0,132	0,568
PORCENTAJE REMOCION LACTATO	DEF.	4	40,312 5	22,75902	11,3795 1	4,0978	76,527 2	23,26	72,9
	LAT.	1	33,13	.	.	.	.	33,13	33,13
	DEL.	6	40,63	20,52494	8,37927	19,090 4	62,169 6	14,29	66,67
	EXT.	4	39,29	24,87214	12,4360 7	-0,2871	78,867 1	14,19	73,68
	M.C	3	39,313 3	21,17311	12,2243	- 13,283 6	91,910 3	16,67	58,62
	TOTAL	1 8	39,625 6	19,49907	4,59597	29,928 9	49,322 2	14,19	73,68

TABLA 7 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LOS JUGADORES DE FUTBOL ESTUDIADOS, AGRUPADOS POR POSICIONES DE JUEGO EN CADA UNA DE LAS VARIABLES ANALIZADAS

NOTA. Las medias de cada posición de juego en cada una de las variables se resaltan con un mismo color

En cada una de estas variables, se compararon las medias entre las posiciones de juego con la finalidad de determinar si la diferencia existente entre dichas medias tiene significación estadística.

Para poder determinar cuál es el test estadístico que permite la comparación de más de 2 medias a aplicar en este caso, se analizó la normalidad de las distribuciones de estos grupos. En caso de encontrar que el valor de sig. es superior a 0,05, esto es indicativo que estos datos, en las posiciones

de juego, se distribuyeron siguiendo un comportamiento cercano al de la curva de distribución normal y que, por tanto, se deberá aplicar la prueba paramétrica de ANOVA DE UN FACTOR. Además, como en cada posición, el total de casos evaluados es 18, lo cual es menor a 50 casos, se tuvieron en cuenta los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk. En la tabla 8 se muestran los resultados del análisis de normalidad de las distribuciones de datos de los jugadores de futbol evaluados, agrupados por posiciones de juego para cada variable estudiada

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
P GRASA	,157	18	,200	,926	18	,164
TPO 200M	,147	18	,200	,932	18	,214
V PICO LAC	,126	18	,200	,952	18	,465
RMPL	,148	18	,200	,946	18	,359
P REMOC LAC	,154	18	,200	,929	18	,184

TABLA 8: RESULTADOS DE PRUEBA DE NORMALIDAD DE LAS DISTRIBUCIONES DE DATOS DE LOS JUGADORES DE FUTBOL EVALUADOS, AGRUPADOS POR POSICIONES DE JUEGO PARA CADA EVALUABLE ESTUDIADA

Se observa como resultado que, en todas las variables analizadas, la sig o valor p es superior a 0,05, (ver tatos resaltados en color amarillo), indicando que estas distribuciones tienen un

comportamiento cercano al de la distribución normal y que, por tanto, se debe utilizar como estadígrafo de comparación de más de dos medias, la prueba anova de un factor

En la tabla 9 se muestran los resultados de la prueba de anova de un factor que permite determinar si la diferencia de las medias entre posiciones de juego, en cada variable analizada, tuvo significación estadística. Para esto, la significación tiene que ser inferior al 0,05

		Suma de	gl	Media	F	Sig.
		cuadrados		cuadrática		
Porcentaje grasa	Inter-grupos	2,043	3	,681	1,733	,206
	Intra-grupos	5,502	14	,393		
	Total	7,546	17			
	Inter-grupos	7,367	3	2,456	4,527	,020

						Periodicidad Semestral	
Tiempo 200 m., s.	Intra-grupos	7,595	14	,542			
	Total	14,962	17				
Valor pico lactato, mmol/l	Inter-grupos	56,734	3	18,911	,970	,434	
	Intra-grupos	272,835	14	19,488			
	Total	329,569	17				
RMPL, mmol/l/s.	Inter-grupos	,051	3	,017	,861	,484	
	Intra-grupos	,275	14	,020			
	Total	,325	17				
Porcentaje remoción lactate	Inter-grupos	47,409	3	15,803	,034	,991	
	Intra-grupos	6416,224	14	458,302			
	Total	6463,633	17				

TABLA 9: RESULTADOS DE LA PRUEBA DE ANOVA DE UN FACTOR APLICADA EN CADA UNA DE LAS VARIABLES ANALIZADAS PARA COMPARAR LA MEDIA DE LOS JUGADORES SEGÚN LA POSICIÓN DE JUEGO

NOTA. Los valores de la significación estadística entre las medias están resaltados, en color amarillo los que no resultaron significativos y en color rojo el que tuvo significación estadística.

Se encontró que la sig o valor p es mayor que 0,05 y que, por tanto, no existen diferencias significativas estadísticamente (causales) de las medias entre las posiciones de juego, en las variables:

- Porcentaje de grasa (relacionado con la composición corporal)
- Valor pico de lactato (relacionado con la potencia anaeróbica láctica)
- Ritmo máximo de producción de lactato (relacionado con la potencia anaeróbica láctica)
- Porcentaje de remoción de lactato (relacionado con la resistencia aeróbica)

Por su parte, se encontró que, la sig o valor p es menor que 0,05 y que, por tanto, existe diferencia significativa de las medias, como mínimo en una de las posiciones de juego con relación a las otras posiciones, en la variable:

- Tiempo en el test de carrera a máxima velocidad de 200 m en forma ida y vuelta cada 50 m., indicando que este tiempo guarda una relación causal con la posición que desempeñan estos jugadores,

En este test de carrera a pie de 200 m en ida y vuelta se encontró que la posición de defensas tuvo una media de 32,49 s., la posición de laterales de 31,37 s., la posición de delanteros de 30,80 s., la posición de extremos de 30,96 s y la posición de medio campistas de 31,19 s., siendo los más rápidos los delanteros y los mas lentos los defensas.

DISCUSIÓN

Atendiendo a que el Test Estándar de Lactato ha sido utilizado principalmente en deportes de tiempo y marca (corredores, nadadores, ciclistas, triatletas), no existen datos de la aplicación de este test, es decir, del ritmo máximo de producción de lactato, ni del % de remoción de lactato, en deportes como fútbol.

Las escalas de clasificación de resultados para las variables estudiadas pueden constituir, de forma preliminar, una guía para el trabajo de los entrenadores de este deporte en cuanto al nivel de preparación física que deben alcanzar estos jugadores

En la comparación de las medias de los resultados entre posiciones de juego no se encontró diferencia significativa en las siguientes variables: porcentaje grasa corporal, valor pico de lactatemia postesfuerzo anaeróbico láctico, ritmo máximo de producción de lactato y porcentaje de remoción de lactato, lo cual puede ser interpretado de la siguiente forma:

- Que la posición de juego que desempeñan estos jugadores no es determinante para el perfil fisiológico específico en cuanto al ritmo máximo de producción de lactato y en cuanto al % en que remueven este compuesto.
- Que estos jugadores aun no han alcanzado el nivel de entrenamiento específico que requiere la posición de juego que desempeñan
- Que el entrenamiento físico que realizan estos jugadores ha sido similar en cuanto a volumen e intensidad y no particulariza en cada posición de juego
- Tradicionalmente, el Test Estándar de Lactato ha sido aplicado en disciplinas de tiempo y marca como el atletismo, la natación y el ciclismo (Mastalerz et al., 2024; López-Hernández et al., 2025). No obstante, su aplicabilidad en deportes colectivos como el fútbol aún es incipiente. Arcone et al. (2024) realizaron un estudio piloto en futbolistas juveniles que sugiere que variables relacionadas con la concentración de lactato pueden asociarse con las demandas fisiológicas específicas de cada rol en el campo, aunque las diferencias no alcanzaron significancia estadística.

- Los resultados obtenidos en esta investigación indican que variables como el ritmo máximo de producción de lactato y el porcentaje de remoción de lactato no difieren significativamente entre posiciones de juego. Esto podría interpretarse en tres vías: (a) que la posición no determina el perfil fisiológico relacionado con el metabolismo láctico; (b) que los jugadores aún no han alcanzado un nivel de entrenamiento específico acorde a su rol; y (c) que el entrenamiento físico aplicado ha sido homogéneo en volumen e intensidad, sin responder a las características particulares de cada posición.
- Sin embargo, la variable tiempo en carrera de ida y vuelta de 200 metros sí mostró diferencias significativas entre posiciones, lo cual refuerza la hipótesis de que ciertos indicadores fisiológicos podrían ser más sensibles para evidenciar las exigencias físicas específicas del juego. En ese sentido, Mastalerz et al. (2024) señalan que atletas de nivel élite presentan mayor acumulación de lactato tras esfuerzos glucolíticos intensos, lo que podría extrapolarse a jugadores de fútbol según su preparación física.
- Además, estudios recientes evidencian el papel multifuncional del lactato en el organismo, no solo como producto residual del metabolismo anaeróbico, sino como agente regulador de funciones genéticas y endocrinas (Matus-Ortega et al., 2020). Este enfoque integrador fortalece el valor del lactato como indicador tanto de rendimiento como de adaptación fisiológica, especialmente en poblaciones juveniles en formación (López-Hernández et al., 2025).
- En conjunto, estos hallazgos sugieren que el test de lactato puede ser una herramienta útil para orientar procesos de evaluación y planificación del entrenamiento en fútbol juvenil, siempre que se acompañe de análisis complementarios que consideren el contexto del deporte colectivo, la especificidad de las posiciones de juego y el nivel de preparación física alcanzado por los atletas.

Sin embargo, la variable tiempo en la carrera de ida y vuelta en 200 m. mostro diferencia significa entre las medias de las posiciones de juego, lo cual indica que esta variable refleja en mayor medida que las anteriores las características fisiológicas de dichas posiciones de juego

CONCLUSIONES

- Aunque la elaboración de escalas para clasificar los resultados de las variables analizadas tiene un carácter preliminar, es posible utilizar las mismas con los deportistas estudiados como guía para el trabajo de los entrenadores de este deporte, reconociendo la importancia de las diferentes variables en la prescripción, específicamente para la preparación física.
- La prueba de carrera de 200 m de ida y vuelta a máxima velocidad que evalúa la potencia anaeróbica láctica puede, asimismo, ser utilizada por los entrenadores de estos jugadores con esta finalidad, teniendo en cuenta su rol deportivo.
- Los investigadores sugieren recopilar más muestras de datos de este test en jugadores de fútbol soccer que posean mayor tiempo de especialización, para poder establecer con mayor precisión el perfil fisiológico en cuanto al ritmo de producción y % de remoción de lactato de estos deportistas, según la posición de juego que desempeñan

BIBLIOGRAFIA

- Arcone, R., Montesano, P., Di Silvestro, M., D'Errico, A., Meccariello, R., & Mazzeo, F. (2024). Evaluation of Blood Lactate among Different Player Roles: A Pilot Study on Competitive Young Male Soccer Players. *Endocrine, metabolic & immune disorders drug targets*, 24(13), 1538–1545. <https://doi.org/10.2174/0118715303269744231221101401>
- Beneke R, Leithäuser Rm, Ochentel O. (2011) Blood lactate diagnostics in exercise testing and training. *Int j sports physiol perform*. 2011;6(1):8-24.
- Billat VJ, Sirvent P, Et Al. (2013) The concept of maximal lactate steady state: a bridge between biochemistry, physiology and sport science. *Sports medicine*. 2003;33(6):407-26.
- Binder RK, Wonisch M, Et Al. (2008) Methodological approach to the first and second lactate threshold in incremental cardiopulmonary exercise testing. *Eur journal of cardiovascular prevention and rehabilitation*. 2008;15(6):726-34.
- Bourdon P. (2000) Blood lactate transition thresholds: concepts and controversies. En: *Gore, CJ. Physiological tests for elite athletes*. Champaign, IL: human kinetics. 2000. P. 50-65.
- Faude O, Kindermann W, Et Al. (2010) Maximal lactate steady-state prediction. *Sports medicine*. 2010;40(2):180-2.

Faude O, Kindermann W, Meyer T. (2009) Lactate threshold concepts: how valid are they? Sports medicine. 2009;39(6):469-90.

Hartmann U, Mader A. (1994) Importance of the lactate parameter for performance diagnosis and for the regulation of training in top competition athletics and recreational sports. En: e. Ramstetter & c. Zieres-nauthg& m. Mack (eds.). Workshop report accusport. Zürich, mannheim, 1994;14-20.

Heck H, Mader A, Hess G, Mucke S, Muller R, Hollmann W. (1985) Justification of the 4-mmol/l lactate threshold. Intern journal of sports medicine. 1985;6(3):117-30.

Lactate testing information. (2011) Lactate testing, 3 portable analyzers, lactate scout, lactate plus, accutrend lactate. 2011. Disponible en www.lactate.com

López-Hernández, A., Turner, A. P., Lam, H. K. N., Simón-Piqueras, J. A., Muñoz de la Cruz, V., & González Ravé, J. M. (2025). The Impact of Competitive Fatigue on Physiological Variables in National Level Youth Swimmers. Journal of functional morphology and kinesiology, 10(3), 256. <https://doi.org/10.3390/jfmk10030256>

Mader A. (1991) Evaluation of the endurance performance of maratón runners and theoretical analysis of test results. Journal of sports medicine and physical fitness. 1991;31;1-19.

Mader A, Heck H. (1986) A theory of the metabolic origin of “anaerobic threshold”. Intern. Journal of sports medicine. 1986;7(sup):45-65.

Mastalerz, A., Johne, M., Mróz, A., Bojarczuk, A., Stastny, P., Petr, M., Kolinger, D., Pisz, A., Vostatková, P., & Maculewicz, E. (2024). Changes of Anaerobic Power and Lactate Concentration following Intense Glycolytic Efforts in Elite and Sub-Elite 400-meter Sprinters. Journal of human kinetics, 91(Spec Issue), 165–174. <https://doi.org/10.5114/jhk/186074>

Matus-Ortega, Genaro et al. (2021) Las funciones metabólicas, endocrinas y reguladoras de la expresión genética del lactato. Rev. Fac. Med. (Méx.) [online]. 2020, vol.63, n.5, pp.7-17. Epub 05-Mar-2021. ISSN 2448-4865. <https://doi.org/10.22201/fm.24484865e.2020.63.5.02>.

Olbrecht J, Mader A, Heck H, Hollman W. (1992) The importance of a calculation scheme to support the interpretation of lactate tests. En d. Maclaren (ed.), biomechanics and medicine in swimming. London: e & fn spon;1992;243-9.

Olbrecht J, Mader A, Madsen O, Liesen H, Hollmann W. (1988) The relationship of lactic acid to long-distance swimming and the “2x400m two-speed-test” and the implications for adjusting training intensities. En: ungerechts b, wilkie ek, reischle k. Swimming sciences v. Champaign. Il: human kinetics;1988;226-67.

Olbrecht J. (2000) The science of winning: planning, periodizing and optimizing swim training. Belgium: overijse; 2000.

Segovia Jc, López Silvarrey Fj, Legido Arce Jc. (2008) Manual de valoración funcional. Aspectos clínicos y fisiológicos. 2da edición. España: elsevier. S.a., 2008.

Svedahl K, Macintosh Br. (2003) Anaerobic threshold: the concept and methods of measurement. Can j appl physiol. 2003;28(2):299-323.

The secrets of lactate. (2010) Sports resource group, inc. Disponible en CD-ROM.

Weichenberger, M., Esefeld, K., & Müller, S. (2023). Kardiopulmonale Leistungsdiagnostik beim Spitzensportler [Exercise testing in top athletes]. *Herzschrittmachertherapie & Elektrophysiologie*, 34(1), 19–25. <https://doi.org/10.1007/s00399-022-00916-1>

Zatsiorski. V.M. (1989) metrologia deportiva. Libro de texto. Pueblo y educacion ciudad de la habana 1989.

WEBGRAFÍA:

, C., Manzi, V., Impellizzeri, F., Weston, M., & Barbero Alvarez, J. C. (2010). Relationship between endurance field tests and match performance in young soccer players. *Journal of strength and conditioning research*, 24(12), 3227–3233. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181e72709>

Yanci, I. J., García, H. A., Castillo, A. D., Rivero, B. L. A., & Los Arcos, L. A. (2014). Evaluación y relación entre distintos parámetros de condición física en futbolistas semi profesionales. *Retos*, 24, 114-117. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4771772>

La fisiología del lactato y el entrenamiento en deportes. 2011. Disponible en www.Lactate.com/eslact1a.html.

https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=s1659-097x2020000200054&script=sci_arttext
<https://www.redalyc.org/pdf/542/54227414012.pdf>

<https://www.redalyc.org/pdf/5516/551656913006.pdf>

http://femede.es/documentos/rev01_164.pdf