

Diagnóstico y Categorización del Estado Morfofuncional de Deportistas Representativos de Guanajuato

Diagnosis and Categorization of the Morphofunctional Status of Representative Athletes from Guanajuato

Katia Guadalupe Heredia Solorio¹, Luis Alberto Esparza Amador², Fernanda Cortes Hernández³, José Guadalupe Montaña Corona⁴, Ma. Teresa Melchor Moreno⁴,

¹ Licenciatura en Ciencias de la Actividad Física y Salud, Universidad de Guanajuato.

² Licenciatura en Médico Cirujano, Universidad de Guanajuato.

³ Escuela de Nivel Medio Superior, Universidad de Guanajuato.

⁴ Departamento de Ciencias Aplicadas al Trabajo, División de Ciencias de la Salud, Universidad de Guanajuato, Campus León.
jmontanoc@ugto.mx

Resumen

El diagnóstico morfofuncional en poblaciones deportivas juveniles representa una herramienta clave para optimizar el rendimiento, prevenir lesiones y detectar talentos en etapas tempranas. En este estudio, se evaluaron variables cardiovasculares, antropométricas, funcionales y metabólicas en 52 atletas representativos del estado de Guanajuato (24 mujeres y 28 hombres; 16.1 ± 1.5 años), agrupados por sexo y disciplina (fondistas, velocistas y futbolistas).

Se midieron variables cardiovasculares morfológicas y funcionales de laboratorio y campo tales como frecuencia cardíaca en reposo y esfuerzo, presión arterial, $VO_2\text{max}$, composición corporal (% grasa y PCM), fuerza abdominal, fuerza de miembros superiores, agilidad, salto vertical, flexibilidad, indicadores metabólicos (glucosa, lípidos y lactato) y cuestionarios actividad física y antecedentes de salud (Par-Q & You).

Los resultados evidenciaron diferencias significativas entre disciplinas deportivas: los fondistas mostraron menor peso y % de grasa, pero menor masa magra; las velocistas destacaron en eficiencia cardiovascular (FCR más baja) y capacidad anaeróbica; los futbolistas presentaron mayor variabilidad morfológica y menor rendimiento anaeróbico. En hombres, los fondistas alcanzaron el mayor $VO_2\text{max}$ ($56 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$), y los velocistas mostraron mejor agilidad y fuerza. La clasificación por el modelo matemático CARASTANDAR-Z reveló que 82% de los atletas se encuentra en niveles atléticos básico o bueno, mientras que solo el 2% alcanzó nivel excelente y ninguno nivel élite.

Se concluye que la evaluación sistemática permite diferenciar perfiles funcionales, establecer áreas de oportunidad y diseñar planes de intervención específicos. El modelo de clasificación estandarizada contribuye a un monitoreo integral del entrenamiento y a una detección objetiva del potencial deportivo.

Palabras clave: Evaluación funcional · Adolescentes atletas · $VO_2\text{max}$ · Composición corporal · Lactato · Modelo CARASTANDAR-Z

Introducción

En la actualidad, el monitoreo del estado morfofuncional de los atletas es una herramienta clave tanto en la optimización del rendimiento como en la prevención de lesiones (Pelliccia *et al.*, 2020; Fitzgerald *et al.*, 2023). En particular, los deportistas juveniles requieren una evaluación integral y contextualizada que considere las adaptaciones fisiológicas asociadas al entrenamiento sistemático, así como las exigencias específicas de su disciplina (Xiang *et al.*, 2021). La identificación temprana de áreas de oportunidad y el seguimiento estandarizado del desarrollo atlético permiten no solo categorizar el nivel de preparación física sino también orientar acciones concretas de intervención personalizada.

Evaluaciones como el consumo máximo de oxígeno (VO_2max), el electrocardiograma en reposo y esfuerzo, de composición corporal mediante bioimpedancia y los perfiles metabólicos como glucosa y lactato constituyen marcadores robustos en la valoración deportiva (Campa *et al.*, 2021; Kilbey *et al.*, 2025; Huang *et al.*, 2025). Asimismo, los aspectos funcionales como la fuerza abdominal, la flexibilidad y la agilidad son determinantes para el desempeño en competencia (Weakley *et al.*, 2024; Cruz-León *et al.*, 2025). El presente trabajo responde a la necesidad de contar con un diagnóstico morfofuncional profundo y contextualizado de los deportistas representativos de Guanajuato, proporcionando datos valiosos para el diseño de estrategias de preparación física y selección de talento.

La literatura contemporánea en ciencias del deporte señala la importancia de combinar diversas dimensiones fisiológicas para establecer perfiles atléticos válidos y comparables (Nowak *et al.*, 2024; YFIT Consortium, 2021). En la dimensión cardiovascular, el VO_2max es reconocido como un predictor clave de la capacidad aeróbica funcional, mientras que parámetros como la frecuencia cardíaca máxima (FCM), presión arterial y electrocardiografía aportan información relevante sobre la seguridad y adaptabilidad del sistema cardiorrespiratorio (Pelliccia *et al.*, 2020; Fitzgerald *et al.*, 2023).

Por otro lado, la composición corporal ha demostrado ser un determinante crítico en el rendimiento deportivo. Evaluaciones con énfasis en la masa magra, porcentaje de grasa y su distribución segmentaria son fundamentales para entender la eficiencia metabólica y biomecánica del atleta (Sansone *et al.*, 2022; Conde-Pipo *et al.*, 2023). La literatura también destaca la relación entre los umbrales de lactato y la eficiencia energética, identificando al lactato como un biomarcador clave del metabolismo anaeróbico y de la fatiga acumulada (Kilbey *et al.*, 2025; Huang *et al.*, 2025).

Finalmente, en poblaciones juveniles se enfatiza el uso de baterías funcionales validadas como las del YFIT Consortium (2021), que permiten valorar de forma segura y estandarizada variables como fuerza, resistencia, agilidad y flexibilidad, y orientar con ello programas de entrenamiento individualizado (Weakley *et al.*, 2024; Cruz-León *et al.*, 2025).

Objetivo

Establecer un diagnóstico integral del estado morfofuncional de los deportistas representativos del estado de Guanajuato y generar una categorización estandarizada de su aptitud física en las fases pre, durante y post competencia.

Material y métodos

Participaron representativos deportivos hombres y mujeres del estado de Guanajuato quienes aceptaron participar en el estudio los cuales manifestaban pertenecer a un selectivo y haber representado al estado en competencias deportivas. En esta investigación se realizó un diagnóstico de salud, AHA/ACSM (1998) que incluirá la medición de variables cardiológicas a través de un electrocardiograma de 12 derivaciones en reposo por medio de un electrocardiógrafo marca Burdick atria 3000. Presión arterial (PA) sistólica (PAS) y diastólica (PAD) a través de un esfigmomanómetro Welch Allyn 7670-03 y estetoscopio de alta resolución Littmann Classic III. Variables Morfológicas como peso corporal a través de una báscula Tanita bf 522, estatura a través de estadiómetro marca Seca 206, se calculó índice de masa corporal (IMC), grasa corporal (GC) a través de pliegues cutáneos tomados con un plicómetro Lange y circunferencias tomadas con una cinta antropométrica metálica Lufkin, índice cintura cadera (IC/C), y determinación de la composición corporal de dos Componentes, conjuntamente con estas mediciones se llevó a cabo un registro alimentario a través de un cuestionario de frecuencia alimentaria o recordatorio de 24 horas para recolectar información, determinar el estado nutricional. Variables Metabólicas: Glucosa, Triglicéridos, colesterol y lactato en sangre a través de química seca utilizando equipos Accu Trends y Accu-Chek. Variables Aeróbicas y desempeño físico: Capacidad aeróbica Funcional a través de VO_2max , estimación de la eficiencia-deficiencia aeróbica funcional y medición (EAF/DAF) de frecuencia cardíaca máxima observada (FCMO), a través de una prueba de máximo esfuerzo en una banda sin fin Track Master MT428, electrocardiógrafo Schiller AT-10 y monitor de frecuencia cardíaca marca Polar VANTAGE NV, utilizando los protocolos del Colegio Americano de Medicina del Deporte ACSM (2022) y frecuencia cardíaca máxima predicha (FCMP). Variables Anaeróbicas en el laboratorio: Medición del tiempo en segundos a una velocidad de 215 m/min con 20% de elevación en hombres y en mujeres la velocidad es de 180 m/min con 15% de elevación en banda sin fin. Variables de funcionalidad en campo: Fuerza en miembros superiores (FMS), Fuerza-resistencia de músculos abdominales (FRMA), Flexibilidad de tronco (FT), Velocidad (Ve), Potencia en miembros inferiores (PMI), para (FMS) se utilizaron tapetes tipo foamy, cronometro, conos, para FT un flexómetro de madera, conos,

cronómetro Digi, cinta métrica Lufkin de 10 metros y/o odómetro y tapetes Flexómetro de madera, para la prueba (Ve) un espacio plano con al menos 60 metros lineales y conos, PMI un equipo Vortec, Jackson A.S.(1990). Para complementar la información referente a la salud del deportista se solicitó a cada seleccionado que contestar los siguientes formatos: historia clínica personal y familiar, cuestionario de preparación física Par-Q & YOU, Liguori (2021).

Concluido el diagnóstico morfofuncional se categorizaron a los atletas de acuerdo con el puntaje z obtenido a través del modelo matemático CARASTANDAR-Z para la estandarización de la aptitud física, el cual clasifica a los participantes por arriba del promedio de los valores adecuados para la población general en variables básicas para el desempeño físico clasificándolos como se muestra la Tabla 1.

Tabla 1. Criterios para la clasificación del nivel atlético de acuerdo con el puntaje obtenido por el modelo CARASTANDAR-Z

Clasificación	Criterio
Puntaje no atlético	Quienes presentan puntajes hasta un 5% por arriba, del promedio adecuado para la población en general
Nivel Atlético	Puntaje $> 5\%$ y $< 25\%$
Nivel Atlético bueno	Puntaje $\geq 25\%$ y $< 50\%$
Nivel Atlético muy bueno	Puntaje $\geq 50\%$ y $< 75\%$
Nivel Atlético excelente	Puntaje $\geq 75\%$ y $< 95\%$
Nivel Élite	Puntaje $\geq 95\%$

Consideraciones éticas

Una vez obtenido el consentimiento informado, tanto verbal como por escrito, se iniciará la recopilación de datos, en conformidad con lo estipulado en el Código de Helsinki, adoptado por la Asamblea Médica Mundial, en relación con la investigación médica en seres humanos.

Ninguna de las acciones contempladas en el estudio tendrá como objetivo afectar negativamente su estado de salud. En caso de presentarse alguna situación adversa o de riesgo, las evaluaciones se suspenderán de inmediato y el deportista podrá retirarse del estudio si así lo decide (WMA, 2013; DOF, 2022). Este proyecto cuenta con dictamen favorable de la Comisión de Bioética de la FEMMEDE, con número de registro: CONBIOETICA00CEI004/23.

Estadística

Este estudio es de tipo descriptivo, transversal, y se aplicó estadística descriptiva y correlacional para el análisis y presentación de los datos recolectados. Los resultados permitieron describir el estado de salud, la presencia de factores de riesgo, las características físicas y las máximas capacidades funcionales de los deportistas evaluados.

La muestra del estudio fue seleccionada por conveniencia, incluyendo únicamente a deportistas representativos que aceptaron participar mediante invitación expresa, firmado el consentimiento informado y cumplido con los criterios de clasificación como atleta de acuerdo con la ecuación CARASTANDAR-Z.

Para la comparación de perfiles deportivos entre disciplinas, se utilizó t student con el objetivo de identificar diferencias significativas entre deportes. Se consideró estadísticamente significativa entre deportes cualquier diferencia con un valor de $p \leq 0.05$.

Resultados

Participaron en el estudio un total de 60 atletas representativos del estado de Guanajuato. De estos, 52 cumplieron con los criterios establecidos para ser clasificados como atletas, según el puntaje determinado por la ecuación CARASTANDAR-Z; los 8 restantes fueron descalificados por no alcanzar los valores requeridos.

Para el análisis final se consideró una muestra de 52 deportistas, conformada por 24 mujeres y 28 hombres, con edades promedio de 16.2 ± 1 años y 16.0 ± 2 años, respectivamente. El peso corporal fue de 49 ± 10 kg en mujeres y 62 ± 9 kg en hombres, mientras que la estatura promedio fue de 156 ± 10 cm y 171 ± 5 cm, respectivamente.

Los datos obtenidos en las evaluaciones cardiológicas (ECG), antecedentes personales y familiares, así como el cuestionario de salud física PAR-Q & YOU, no mostraron contraindicaciones para la participación en programas de ejercicio físico.

En las variables cardiovasculares se observaron diferencias claras entre sexos y disciplinas. Las velocistas de ambos sexos presentaron las frecuencias cardíacas en reposo más bajas (51 ± 7 lpm en mujeres y 54 ± 9 lpm en hombres), lo que refleja una mayor eficiencia cardiovascular y una adaptación autonómica más favorable.

Las fondistas mostraron valores intermedios (65 ± 2 lpm en mujeres y 58 ± 11 lpm en hombres), mientras que las futbolistas alcanzaron las cifras más elevadas (71 ± 11 lpm y 59 ± 5 lpm, respectivamente).

En cuanto a la presión arterial, los valores de presión sistólica (PAS) y diastólica (PAD) se mantuvieron dentro de límites normales en todos los grupos, con ligeras ventajas en los velocistas de ambos sexos, indicando una mejor regulación hemodinámica.

En general los resultados en conjunto evidencian una mejor adaptación cardiovascular en la disciplina de velocidad, tanto en hombres como en mujeres. Tabla 2.

Tabla 2. Variables cardiovasculares en reposo y esfuerzo por sexo y disciplina

Variable	Fondistas Mujeres	Velocistas Mujeres	Futbolistas Mujeres	Fondistas Hombres	Velocistas Hombres	Futbolistas Hombres
FCR (lpm)	65 ± 2^a	51 ± 7^b	71 ± 11^c	58 ± 11	54 ± 9	59 ± 5
PAS (mmHg)	104 ± 11	100 ± 1	99 ± 9	115 ± 8	109 ± 10	114 ± 10
PAD (mmHg)	65 ± 6	61 ± 6	60 ± 8	70 ± 11	70 ± 10	66 ± 5

Dif. Significativas entre a vs b, b vs c con una $p < 0.05$

Las Características morfofuncionales de las mujeres fondistas son las más ligeras y con menor % de grasa corporal (16%) pero también muestran un pobre PCM (36 kg). Por otro lado, las futbolistas tienen mayor peso (56 kg) y el porcentaje más alto de grasa corporal (24%), aunque su PCM apenas alcanza el promedio requerido para la población general. Con respecto a los hombres, los tres perfiles presentan peso corporal similar (~ 61 – 63 kg), aunque el menor porcentaje de grasa se observó en los futbolistas (5%), quienes además presentan el mejor PCM requerido para un atleta. Tanto los fondistas como los velocistas tienen masa magra (PCM de 56 – 58 kg), adecuada para su disciplina, aunque escasamente por arriba del promedio poblacional. Los resultados combinados por sexo se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Características morfológicas por sexo y disciplina

Variable	Fondistas Mujeres	Velocistas Mujeres	Futbolistas Mujeres	Fondistas Hombres	Velocistas Hombres	Futbolistas Hombres
Peso (kg)	43 ± 7^a	50 ± 2^b	56 ± 3^c	63 ± 6	63 ± 10	61 ± 7
% Grasa	16 ± 5	18 ± 3	24 ± 4	9 ± 6	8 ± 3	5 ± 2
PCM (kg)	36 ± 6	41 ± 3	43 ± 4	56 ± 3	58 ± 8	58 ± 7

Dif. Significativas entre a vs c con una $p < 0.05$

La condición cardiovascular y el VO_2max en las tres disciplinas muestran una capacidad aeróbica muy similar (~ 50 – 51 $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$), lo cual es destacable. Las velocistas tienen menor frecuencia cardíaca en reposo (51 lpm), lo que puede indicar buena eficiencia cardíaca. Capacidad anaeróbica: Las velocistas destacan con mayor tiempo de resistencia anaeróbica (51 seg), como es esperable por la naturaleza explosiva de su disciplina. Las futbolistas presentan el valor más bajo en anaeróbico (38 seg), coherente con su perfil más intermitente.

Con respecto a la condición cardiovascular los fondistas registraron un mayor VO_2max (56 $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$), seguidos por los velocistas (53) y futbolistas (49), con frecuencias cardíacas en reposo similares, aunque más baja en velocistas. Tanto fondistas como velocistas destacan en capacidad anaeróbica (~ 60 seg), a diferencia de los futbolistas, que presentan un valor menor (44 seg), posiblemente por la naturaleza intermitente de su disciplina, Tabla 4.

Tabla 4. Capacidad aeróbica funcional por sexo y disciplina (incluye EAF/DAF y tiempo anaeróbico)

Variable	Fondistas Mujeres	Velocistas Mujeres	Futbolistas Mujeres	Fondistas Hombres	Velocistas Hombres	Futbolistas Hombres
VO ₂ máx (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	51 ± 5	51 ± 3	50 ± 2	56 ± 2	53 ± 3	49 ± 2
FCR (lpm)	65 ± 2	51 ± 7	71 ± 11	58 ± 11	54 ± 9	59 ± 5
EAF/DAF (%)	85 / 15	90 / 10*	78 / 22*	86 / 14	90 / 10*	78 / 22*
Tiempo anaeróbico (seg)	45 ± 8	51 ± 7	38 ± 6	58 ± 6	60 ± 8	44 ± 7

Diferencias significativas reportadas entre futbolistas vs. velocistas para EAF/DAF ($p < 0.05$).

En el rendimiento funcional específico, se observaron diferencias claras entre disciplinas y sexos. Las futbolistas destacaron por su agilidad (22 seg) y fuerza abdominal (45 reps), aunque mostraron menor flexibilidad (23 cm), lo que representa un área de mejora. Las velocistas presentaron un desempeño equilibrado con buena agilidad (23 seg), flexibilidad (27 cm) y fuerza abdominal (44 reps), mientras que las fondistas mostraron valores ligeramente inferiores en agilidad (25 seg), pero una flexibilidad mayor (28 cm) y una fuerza abdominal adecuada (42 reps), coherente con su orientación aeróbica.

En los hombres, los velocistas y futbolistas fueron los más ágiles (18 seg), mientras que los fondistas alcanzaron 19 seg. La flexibilidad se mantuvo similar entre grupos fondistas (26 cm), velocistas (25 cm) y futbolistas (24 ± 6 cm), y la fuerza abdominal fue mayor en fondistas (45 ± 3 reps), seguidos de velocistas (44 reps) y futbolistas (34 reps).

Estos resultados confirman que la agilidad y la fuerza dependen estrechamente del tipo de disciplina y que las adaptaciones funcionales responden a las exigencias específicas de cada modalidad deportiva. Tabla 5

Tabla 5. Rendimiento funcional específico por sexo y disciplina

Variable	Fondistas Mujeres	Velocistas Mujeres	Futbolistas Mujeres	Fondistas Hombres	Velocistas Hombres	Futbolistas Hombres
Flexibilidad (cm)	28 ± 6	27 ± 7	23 ± 4	26 ± 5	25 ± 5	24 ± 6
FMS (N max)	31 ± 10	34. ± 7	34.20	26 ± 13	34 ± 9	31 ± 9
FABD (rep. en 60'')	42 ± 5	44 ± 6	45 ± 4	45 ± 3	44 ± 5	34 ± 6
Salto vertical (cm)	52 ± 5	60 ± 6	55 ± 5	59 ± 4	61 ± 4	61 ± 5
Agilidad (segundos)	22 ± 1	20 ± 1	18 ± 1	19 ± 1	18 ± 1	18 ± 2

Con respecto a las variables metabólicas se observó la Glucosa (91±4 y 100±7), triglicéridos (140± 36 y 122±55) y colesterol (168±18 y 177±21) se encontraron dentro de los rangos de normalidad tanto en mujeres como en hombres respectivamente.

La respuesta al lactato en la prueba aeróbica y anaeróbica indica que todos los participantes estuvieron trabajando en fase de glucólisis anaeróbica debido a que todos ellos mujeres y hombres presentaron valores por arriba de 8 mmol/L. En la prueba Aeróbica alcanzaron valores máximos de 14 ± 0.09 y 15 ± 0.07 mmol/L en el minuto 5 alcanzando un valor ideal de 8 mmol/L en el 1er minuto post ejercicio. Tanto en hombres como en mujeres, Figura 1 y Figura 2.



Fig.1 Respuesta de lactato en prueba Aeróbica en banda Sin-fin en hombres

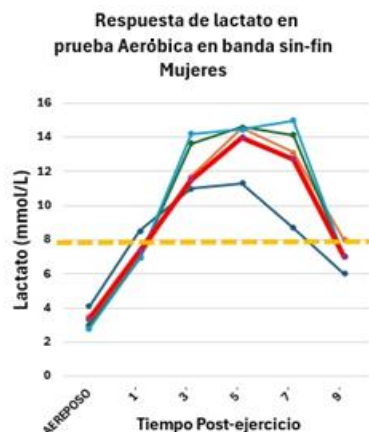


Fig.2 Respuesta de lactato en prueba Anaeróbica en banda sin-fin en mujeres

En el caso de la prueba Anaeróbica alcanzaron máximos de 14.5 ± 0.3 y 15.5 ± 1.5 mmol/L en el minuto 5 en mujeres y hombres los hombres en el 7', Figura 3 y 4.

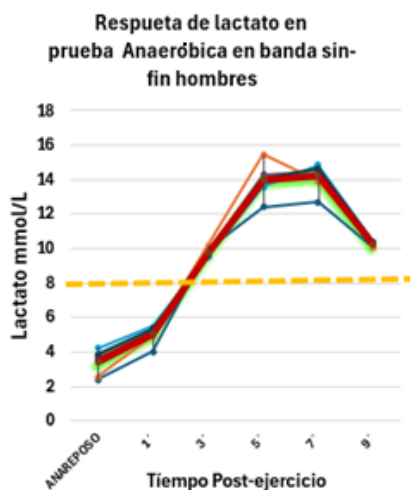


Fig.3 Respuesta de lactato en prueba Anaeróbica en banda Sin-fin en hombres



Fig.4 Respuesta de lactato en prueba Anaeróbica en banda Sin-fin en mujeres

En general el esfuerzo anaeróbico produjo un pico de lactato más alto y tardío, mientras que el esfuerzo aeróbico resultó en un pico más bajo y cercano al cese de la actividad. El primero conlleva gran acumulación láctica y requerirá más tiempo de recuperación metabólica, mientras que el segundo mantiene el lactato bajo control relativo. Lo anterior representa una guía estratégica de entrenamiento y recuperación basadas en la respuesta del lactato de los atletas.

Tampoco se observaron diferencias significativas entre deportes, aunque si se encontraron algunas tendencias por la naturaleza del deporte. Solo se encontraron diferencias significativas entre mujeres de diferentes deportes en la FCR entre Futbolistas vs. Velocistas, peso entre futbolista vs. Fondista, EAF/DAF entre Futbolistas vs. Velocistas. Entre los hombres existieron diferencias significativas entre las características Anaeróbicas entre Futbolistas vs. Fondistas, con un una $P < 0.05$

Nuestros seleccionados fueron clasificados de la siguiente manera: 36% en nivel atlético, 46% en nivel atlético bueno, 16% en nivel atlético muy bueno, 2% en nivel excelente y 0% en nivel élite.

De acuerdo con los puntajes obtenidos mediante el modelo CARASTANDAR-Z, se determinó que con excepción de los futbolistas varones todos los atletas presentaron valores de peso corporal magro (PCM) iguales o inferiores al promedio esperado para su grupo etario, es decir, clasificados como no atléticos. A esta condición se sumó una flexibilidad inadecuada, ya que solo el 20% de los atletas evaluados superaron los valores requeridos por la población general.

Es importante señalar que, aunque otras variables como el VO_2max , la fuerza abdominal y el índice cintura/cadera se ubicaron por encima de los valores promedios poblacionales, no alcanzaron el umbral del 5% por encima del promedio, por lo que no califican dentro de los niveles atléticos superiores establecidos por el modelo.

Discusión

El presente estudio aporta evidencia sobre el estado morfofuncional de atletas juveniles representativos del estado de Guanajuato, a partir de un enfoque multidimensional que integró indicadores cardiovasculares, antropométricos, funcionales y metabólicos. Los resultados revelan diferencias interdisciplinarias relevantes, tanto en mujeres como en hombres, que reflejan las adaptaciones específicas al tipo de entrenamiento y a las exigencias fisiológicas propias de cada deporte.

En cuanto al perfil cardiovascular, los velocistas tanto mujeres como hombres presentaron las frecuencias cardíacas en reposo más bajas (51 ± 7 y 54 ± 9 lpm, respectivamente), así como presiones arteriales ligeramente más eficientes. Este hallazgo coincide con estudios que relacionan el entrenamiento de alta intensidad con una mayor eficiencia parasimpática y capacidad de recuperación cardíaca (Pelliccia *et al.*, 2020; Fitzgerald *et al.*, 2023). Por su parte, las futbolistas femeninas mostraron la FCR más elevada (71 ± 11 lpm), lo cual puede reflejar menor adaptación aeróbica basal o variabilidad en los estímulos del entrenamiento.

En términos de composición corporal, las fondistas femeninas registraron los valores más bajos de masa magra y grasa corporal (16% GC y 36 kg PCM), consistentes con los perfiles esperados para deportes de resistencia prolongada (Sansone *et al.*, 2022). Por el contrario, las futbolistas presentaron mayor peso y % de grasa, lo que puede deberse a una menor especialización o mayor variabilidad morfológica dentro del grupo (Conde-Pipo *et al.*, 2023). En hombres, los tres perfiles mostraron pesos similares (~ 61 – 63 kg), aunque los futbolistas destacaron por su bajo % de grasa corporal (5%) y mayor masa magra, lo cual habla de una adecuada preparación estructural.

Respecto a la capacidad aeróbica (VO_2max), los valores oscilaron entre 49 y 56 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, con los fondistas masculinos alcanzando el máximo promedio. Este valor, alineado con estándares poblacionales juveniles (Xiang *et al.*, 2021; ACSM, 2022), indica buena capacidad cardiorrespiratoria, aunque aún con márgenes de mejora para aspirar a niveles élite (>60 ml/kg/min en deportes de fondo).

La capacidad anaeróbica, evaluada a través del tiempo de resistencia en esfuerzo máximo, fue más alta en velocistas (51 seg. en mujeres y ~ 60 seg. en hombres), en línea con lo reportado en atletas de disciplinas explosivas (Kilbey *et al.*, 2025). En contraste, las futbolistas mostraron el menor tiempo (~ 38 seg), lo cual es coherente con el carácter intermitente y técnico del fútbol.

El rendimiento en pruebas funcionales también reflejó las particularidades de cada disciplina. El salto vertical mostró valores homogéneos (~ 61 cm), mientras que la agilidad y la fuerza abdominal favorecieron a velocistas y fondistas, respectivamente. Estos resultados sugieren que, si bien algunos parámetros son compartidos entre perfiles, otros requieren mayor especificidad en su entrenamiento (Weakley *et al.*, 2024; YFIT Consortium, 2021).

Por último, los perfiles metabólicos (glucosa, lípidos y colesterol) se mantuvieron dentro de los rangos normales, aunque el comportamiento del lactato evidenció patrones distintos según el tipo de esfuerzo. En ambas pruebas (aeróbica y anaeróbica), los atletas superaron los 8 mmol/L, indicando que estuvieron en fase glucolítica anaeróbica. El esfuerzo anaeróbico produjo picos más altos y tardíos (~ 15.5 mmol/L), en comparación con el esfuerzo aeróbico (~ 14 mmol/L), lo cual implica un mayor estrés metabólico y necesidad de recuperación prolongada (Huang *et al.*, 2025). Esta información puede ser clave para diseñar protocolos de entrenamiento y recuperación más ajustados a las demandas de cada disciplina.

Conclusiones

Los perfiles morfofuncionales de los atletas analizados muestran adaptaciones específicas al tipo de disciplina deportiva, destacando las velocistas por su eficiencia cardiovascular y anaeróbica, y los fondistas por su perfil aeróbico y composición magra.

El VO_{2max} promedio en los tres grupos es adecuado para atletas juveniles, pero aún distante de los estándares internacionales para niveles de élite. Esto representa una oportunidad de intervención temprana para elevar los rangos fisiológicos mediante planes de entrenamiento más individualizados, y causar un movimiento significativo hacia la excelencia con programas para el incremento de la masa magra, desarrollo de la flexibilidad, aumento en la fuerza abdominal y distribución adecuada de la grasa corporal.

La respuesta del lactato tanto en pruebas aeróbicas como anaeróbicas indica que los atletas trabajan intensamente, pero también revela la necesidad de mejorar el manejo de la fatiga metabólica y optimizar tiempos de recuperación.

El modelo de categorización CARASTANDAR-Z permitió identificar que solo un 2% de los atletas se encuentra en el nivel "excelente" y ninguno en el nivel élite, lo que reafirma la necesidad de fortalecer procesos de preparación, monitoreo y selección deportiva.

La relevancia de estos resultados radica en que ofrecen una base sólida para el diseño de estrategias de intervención, seguimiento longitudinal y detección de talentos dentro de los programas deportivos estatales, impulsando una preparación más científica, específica y sostenible para los atletas de Guanajuato, aun cuando su formación académica limita el tiempo destinado al entrenamiento especializado.

Si bien los deportistas analizados representan al estado, los hallazgos muestran que aún no alcanzan niveles de élite, producto de una combinación de factores estructurales y fisiológicos.

Destaca, en primer lugar, que la masa magra promedio se sitúa por debajo del umbral óptimo para su edad y disciplina, reduciendo la potencia metabólica y la eficiencia mecánica requeridas para el máximo desempeño. De igual modo, la flexibilidad limitada, junto con deficiencias en fuerza funcional y recuperación metabólica, revela que los actuales programas de entrenamiento no generan un desarrollo equilibrado de las capacidades condicionales.

A estos factores se añaden limitaciones derivadas de su contexto estudiantil, que dificultan una adecuada periodización del entrenamiento, una nutrición individualizada y un monitoreo morfofuncional constante, elementos indispensables para alcanzar estándares de alto rendimiento.

En conjunto, estas condiciones explican que, pese a su condición representativa, los atletas se mantengan en niveles atléticos intermedios, lo que constituye una oportunidad para fortalecer la estructura metodológica de la preparación física y optimizar la detección de talentos en el ámbito estatal.

Referencias

- American College of Sports Medicine (ACSM). (2022). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription (11th ed.). Wolters Kluwer.
- American Alliance for Health, Physical Education, Recreation, and Dance. (1988). Physical Best: Physical Fitness Activities for Grades 6–12. Reston, VA: AAHPERD.
- Bianchi, A., De Vivo, B., Rollo, I., & Esposito, F. (2024). Impact of the Mediterranean Diet on Athletic Performance, Muscle Strength, Body Composition, and Antioxidant Markers: A Systematic Review. *Nutrients*, 16(20), 3454. <https://doi.org/10.3390/nu16203454>
- Campa, F., Matias, C. N., Marini, E., & Silva, A. M. (2021). Assessment of Body Composition in Athletes: A Narrative Review of Available Methods with Special Reference to Quantitative and Qualitative Bioimpedance Analysis. *Nutrients*, 13(5), 1620. <https://doi.org/10.3390/nu13051620>
- Canadian Society for Exercise Physiology. (1986). Canadian Standardized Test of Fitness (CSTF): Operations manual (3rd ed.). Ottawa, ON: Fitness and Amateur Sport, Government of Canada.
- Conde-Pipo, J., Oliva-Lozano, J. M., Rojas-Valverde, D., & Muyor, J. M. (2023). Comparative Analysis of Body Composition Profiles among Latin American Elite Football Players Competing in Europe. *Applied Sciences*, 13(11), 6778. <https://doi.org/10.3390/app13116778>

- Cruz-León, A., Hernández-Torres, E., & Martínez-Gómez, D. (2025). Feasibility and Safety of Field-Based Physical Fitness Tests: A Systematic Review. *Sports Medicine - Open*, 11, 8. <https://doi.org/10.1186/s40798-024-00799-1>
- Fitzgerald, D. A., Bunker, S., & D'Souza, M. (2023). Exercise testing for young athletes. *Paediatric Respiratory Reviews*. <https://doi.org/10.1016/j.prrv.2023.12.002>
- Hecht, C., Bank, N., Cook, B., & Mistovich, R. J. (2023). Nutritional Recommendations for the Young Athlete: Current Concept Review. *Journal of the Pediatric Orthopaedic Society of North America*, 5(1). <https://doi.org/10.55275/JPOSNA-2023-599>
- Huang, Y., Wang, Z., & Yu, X. (2025). Novel insights into athlete physical recovery concerning lactate metabolism, lactate clearance and fatigue monitoring: A comprehensive review. *Frontiers in Physiology*, 16, 1459717. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1459717>
- Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (1990). Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*, 40(3), 497–504.
- Kilbey, R., Thompson, K. G., & Roberts, S. J. (2025). Associations Between Lactate Thresholds and 2000 m Rowing Ergometer Performance: A Systematic Review. *Sports Medicine - Open*, 11, 21. <https://doi.org/10.1186/s40798-024-00796-4>
- Liguori, G. (Ed.). (2021). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (11th ed.). Wolters Kluwer.
- Nowak, P., et al. (2024). Normative and limit values of speed, endurance and power tests results of young football players. *Frontiers in Physiology*, 15, 1502694. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1502694>
- Pelliccia, A., Sharma, S., Gati, S., et al. (2020). 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease. *European Heart Journal*, 42(1), 17–96. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa605>
- Sansone, P., Gasperi, L., & Chiodi, M. (2022). Body Fat of Basketball Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine - Open*, 8, 26. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00418-x>
- Tagliabue, A., Ferraris, C., & Lanzola, G. (2023). Nutritional counseling in athletes: A systematic review. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1250567. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1250567>
- Weakley, J. J. S., Black, G., McLauren, S., Scantlebury, S., Suchomel, T. J., McMahon, E., Watts, D., & Read, D. B. (2024). Testing and Profiling Athletes: Recommendations for Test Selection, Implementation, and Maximizing Information. *Strength and Conditioning Journal*, 46(2), 159–179. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000784>
- World Medical Association (WMA). (2013). Declaración de Helsinki – Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos.
- Xiang, D., Liu, Y., & Wang, L. (2021). Population and Age-Based Cardiorespiratory Fitness Level Investigation and Automatic Prediction. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 8, 758589. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.758589>
- YFIT Consortium. (2021). The Youth Fitness International Test (YFIT) battery for monitoring health and skill-related fitness in youth: International consensus. *Frontiers in Pediatrics*, 9, 698592. <https://doi.org/10.3389/fped.2021.698592>