

ARTÍCULO ORIGINAL

Biomarcadores hemáticos en jugadoras de fútbol *amateur*

Hematic biomarkers in amateur soccer players

Sánchez González Jorge Manuel,* Portillo Gallo Jorge H,[‡] Franco Santillán Rafael,[§] Rivera Cisneros Antonio E,[¶] Barriguete Meléndez Jorge Armando^{||}

Palabras clave: biomarcadores, fútbol *amateur*, valores de referencia, mujeres futbolistas.

Keywords: biomarkers, amateur soccer, reference values, female soccer players.

* Director. Instituto Nacional del Aprendizaje de Habilidades para la Investigación y las Ciencias, A.C. Academia Mexicana de Cirugía, A.C. Zapopan, Jalisco, México.

[‡] Jefe del Laboratorio. Laboratorio Clínico, Hospital Star Médica Chihuahua, México.

[§] Director. Instituto NIDIA. Durango, México.

[¶] Decano de la Universidad del Fútbol y Ciencias del Deporte (UFD). Pachuca, Hidalgo, México.

^{||} Investigador. Universidad Anáhuac. Anáhuac Online. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición «Salvador Zubirán». FUNSALUD. México.

Correspondencia: Jorge Manuel Sánchez González
E-mail: juevesm@gmail.com

Recibido: 12/10/2022
Aceptado: 25/10/2022



RESUMEN

Introducción: el fútbol femenino ha experimentado un aumento exponencial en las últimas décadas. En las ligas *amateurs* aún no incide la incorporación de conocimientos científicos y valores de referencia de biomarcadores, para oportunamente diagnosticar y atender la salud fisiológica, prevención de lesiones, desempeño y, por ende, calidad de vida. **Material y métodos:** se obtuvieron los valores basales y las respuestas de distintas variables durante un típico juego profesional de fútbol femenino, en 21 jugadoras adolescentes. Sus edades fueron de 16 ± 1 años (media \pm DE). Se les aplicó cuestionario IPAQ y PAR-Q para evaluar su estado de salud, antropometría, biomarcadores hemáticos y examen general de orina. Para la estadística inferencial se efectuó una prueba de bondad de ajuste para conocer la distribución de normalidad de cada una de las variables estudiadas, tanto antes como después del ejercicio. **Resultados:** la grasa corporal fue superior a lo esperado. Los resultados de laboratorio basales presentan valores de normalidad propios de su edad. La respuesta al ejercicio produjo un aumento significativo de: leucocitos, glucosa, colesterol, LAD-c, triglicéridos, DHL, CK, albúmina, cistatina C y ácido láctico ($p < 0.05$). **Conclusión:** la práctica deportiva en un partido representativo eleva las variables bioquímicas estudiadas, las cuales presentan una gran variabilidad entre las jugadoras y consecuentemente deben considerarse al evaluar de manera integral a estas deportistas. Los profesionales de la salud deben considerar esta variabilidad, en beneficio de la prevención y cuidado de su salud, el establecimiento de protocolos de verificación integral de la condición física de jugadoras, como las estudiadas en esta investigación, producirá un mejor estado de salud y disminuirá la incidencia de lesiones, a través de la integración de un equipo multidisciplinario con objetivos comunes.

ABSTRACT

Introduction: women's soccer has experienced exponential growth in recent decades. In the amateur leagues, the incorporation of scientific knowledge and reference values of biomarkers has not yet affected, to timely diagnose and attend to physiological health, injury prevention, performance and therefore quality of life. **Material and methods:** baseline values and responses to different variables were obtained during a typical professional women's soccer game in 21 adolescent female players. Their ages were 16 ± 1 years (mean \pm SD). IPAQ and PAR-Q questionnaires were applied to assess their health status, anthropometry, blood biomarkers and general urine test. For inferential statistics, a goodness-of-fit test was performed to determine the normal distribution of each of the variables studied, both before and after the exercise. **Results:** body fat was higher than expected. Baseline laboratory results show normal values for his age. The response to exercise produced a significant increase in: leukocytes, glucose, cholesterol, LAD-c, triglycerides, DHL, CK, albumin, Cystatin C and lactic acid ($p < 0.05$). **Conclusion:** sports practice in a representative match raises the biochemical variables studied, which show great variability among players and consequently should be considered when fully evaluating these athletes. Health professionals must consider this variability, for the benefit of prevention and health care, the establishment of comprehensive verification protocols of the physical condition of players such as those studied in this research, will produce a better state of health and reduce the incidence of injuries, through the integration of a multidisciplinary team with common objectives.

Citar como: Sánchez GJM, Portillo GJH, Franco SR, Rivera CAE, Barriguete MJA. Biomarcadores hemáticos en jugadoras de fútbol *amateur*. Rev Mex Patol Clin Med Lab. 2022; 69 (1): 18-24. <https://dx.doi.org/10.35366/108004>

INTRODUCCIÓN

El fútbol es uno de los deportes más practicados y cada día se incorporan conocimientos científicos para mejorar su práctica en varios países, especialmente en las ligas profesionales. Las mujeres han incrementado su participación en los últimos años en las ligas profesionales. Sin embargo, en las ligas *amateur* aún no se incorporan suficientes conocimientos científicos para mejorar su salud, prevenir lesiones y corregir potenciales enfermedades subclínicas. Numerosos estudios han examinado las alteraciones fisiológicas que se producen en el organismo tras un partido de fútbol físicamente extenuante.¹ Estos efectos, como son de esperarse, dependen de la intensidad del ejercicio, del propio partido y la derivada del tipo de posición de juego para cada jugador. De hecho, este tipo de actividad física ha sido considerada por algunos autores como una causa importante de afectación muscular.² Es común que en la práctica *amateur* se realice una actividad deportiva no cíclica, con un elevado número de movimientos, desplazamientos e interacciones musculoesqueléticas no lineales, que deriva de las diferentes ejecuciones técnico-tácticas, con disímiles variables en velocidad, espacio y tiempo. Al realizar tales acciones discontinuas, se demanda al organismo esfuerzos a distintas intensidades con tiempos de recuperación imprevisibles, que someten a diferentes actividades al jugador: estar parado, andando, trotando o realizando varios *sprint* a diversos intervalos de tiempo durante un juego.¹⁻⁴

Por ello se destaca la prevención de lesiones, tanto metabólicas como físicas, y se deben considerar los programas que los prevén, desde las etapas *amateur*. El fútbol es un gran promotor de la actividad física y representa uno de los deportes que genera mayores dividendos, pero las lesiones son uno de los riesgos de esta gran actividad deportiva. Fundado en 1994 por Jiri Dvorak, el FIFA *Medical Assessment and Research Center* (F-MARC) desarrolló todo un programa basado en evidencia para la prevención de lesiones.⁵⁻⁷

Es señalado por los deportistas que esta actividad genera dolor muscular temprano y habitualmente tardío, explicado por el daño en el tejido conectivo y de la membrana del musculoesquelético en el que se genera la liberación de proteínas estructurales y una respuesta inmune importante ante el daño muscular, aunado a la acumulación de lactato, lo que depende de la intensidad, duración y sexo de los participantes.^{8,9}

También se ha reportado que el daño muscular inducido por la práctica deportiva se asocia con una mayor producción de especies reactivas de oxígeno y otras moléculas inflamatorias.¹⁰ En condiciones fisiológicas

normales, el sistema antioxidante celular elimina estas moléculas nocivas, generadas durante la vida cotidiana. Sin embargo, el estrés oxidativo se incrementa y tiene mayor duración en la práctica deportiva extenuante. Este fenómeno ha sido más estudiado en deportistas varones jugadores de fútbol, pero el análisis de sus efectos aún no ha sido suficientemente abordado en mujeres, particularmente en adolescentes, quienes aspiran a tener una actividad profesional a largo plazo en el fútbol. Son escasos los reportes de los valores basales o de referencia de distintos análisis de laboratorio en mujeres jugadoras de fútbol. Si bien, se conocen algunos cambios en variables sanguíneas como la citometría hemática, los biomarcadores metabólicos y las respuestas proinflamatorias, existen escasos reportes sobre el efecto de la masa corporal, las interacciones hormonales, la presencia de patologías y el efecto agudo del ejercicio en los resultados de las pruebas, como se apreciarían al identificar los cambios después de una actividad deportiva en la práctica de un partido habitual.¹¹

Algunos de los cambios usualmente apreciados y reportados en jugadoras de fútbol como respuesta a la práctica de ejercicio extenuante no son tan importantes en partidos de corta duración, pero con resultados estandarizados podrían detectarse alteraciones que permitan realizar un estudio más profundo, al buscar prevenir daños y obtener diagnósticos oportunos de problemas diversos. Las modificaciones en parámetros de la fórmula roja y blanca son generalmente atribuidas a una disminución en el volumen plasmático. El aumento de leucocitos, particularmente neutrófilos y linfocitos, se encuentran asociados a una respuesta inflamatoria por la práctica de ejercicio. Estos cambios se aprecian en hombres y mujeres con edades superiores a los 20 años, cuando habitualmente los y las jugadoras de fútbol se incorporan a la práctica profesional y las exigencias fisiológicas son mayores.^{12,13}

En el fútbol femenino se tienen escasos reportes sobre los datos antropométricos y valores de referencia del metabolismo, así como de diferentes biomarcadores de inflamación y su asociación a la condición física de jugadoras adolescentes que se están formando en nuestro país y en el mundo, que permitan valorar su evolución a lo largo de los entrenamientos y durante su vida como jugadoras activas *amateurs*. A pesar de su importancia, la mayoría de los estudios sobre los cambios hemáticos de biomarcadores metabólicos e inflamatorios en jugadoras de fútbol son relativamente escasos y es menor la cantidad de estudios que evalúen la respuesta aguda, en estas variables de jugadoras infantiles y juveniles, a un juego típico de este deporte.¹⁴⁻¹⁶

Por tanto, fue un objetivo de la presente intervención analizar los cambios hemáticos, metabólicos y las variables inflamatorias selectas, como respuesta a un partido típico de fútbol soccer en adolescentes del sexo femenino, con específica idiosincrasia genética y alimentaria del norte del país, así como proveer datos que permitan aportar evidencia para el establecimiento de valores de referencia en este grupo de deportistas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio fue de intervención, prospectivo, pre y postprueba, además de comparativo para valorar las respuestas en biomarcadores de inflamación metabólicas y otras variables hemáticas como la biometría hemática en un partido representativo de fútbol soccer de naturaleza competitiva. Se evaluó el estado de salud, mediciones corporales y se obtuvieron muestras de sangre venosa cefálica o basílica en condiciones basales y al término del juego.¹⁷

Las participantes fueron 21 jugadoras con edades de 16 ± 1 años de edad, de la escuela de fútbol del Consejo Estatal del Deporte de Durango, Dgo., México, cuyos criterios de inclusión fueron que tuvieran al menos dos años de participación activa en entrenamiento y juego de fútbol, que no tuvieran una enfermedad inter o concurrente, ni alguna patología conocida que interfiriera con las variables de estudio, y que participaran en la medición de todas las variables de estudio. Se obtuvo el consentimiento verbal y por escrito de las jugadoras adultas, y para las que no contaban con la mayoría de edad, se obtuvo el permiso de los padres o tutores, con un consentimiento bajo información, aprobado por el comité de ética de la institución, de acuerdo con los principios del código de Helsinki y la Ley General de Salud y de Investigación en Humanos.

Tabla 1: Características clínicas de las participantes (N = 20).

VARIABLES	Media \pm desviación estándar
Edad (años)	16.00 \pm 01.20
Peso (kg)	58.35 \pm 08.13
Estatura (m)	01.60 \pm 06.03
Tiempo participando (años)	7.28 \pm 03.10
Grasa corporal (%)	33.75 \pm 03.03*
IMC (kg/m ²)	22.68 \pm 03.42
Índice cintura-cadera (cm/cm)	00.78 \pm 00.70

* Fuera del valor esperado.

Tabla 2: Variables de la citometría hemática basal y después de la competencia (N = 20).

VARIABLES HEMÁTICAS	Basal	Después
Eritrocitos (mil/ μ L)	04.71 \pm 00.30	04.67 \pm 00.30
Hemoglobina (g/dL)	13.86 \pm 00.71	13.86 \pm 00.67
Hematocrito (%)	41.04 \pm 01.90	40.91 \pm 01.80
Leucocitos (%)	07.10 \pm 01.88	07.38 \pm 02.26*
Neutrófilos (%)	55.00 \pm 09.82	64.30 \pm 10.31*
Segmentados (%)	53.35 \pm 09.84	62.50 \pm 0.33*
Eosinófilos (%)	02.00 \pm 02.22	01.10 \pm 01.61
Basófilos (%)	01.00 \pm 00.10	00.00 \pm 00.00
Monocitos (%)	07.35 \pm 01.56	06.10 \pm 01.44
Linfocitos (%)	35.30 \pm 08.81	28.50 \pm 9.11

* Mostraron un incremento significativo en respuesta a la práctica del ejercicio ($p < 0.05$).

Las jugadoras tuvieron tres momentos en su evaluación. El primero fue la obtención de historia clínica, cuestionario IPAQ (cuestionario internacional de actividad física), exploración física completa, determinación de antropometría (peso, estatura, pliegues cutáneos y circunferencias) y se obtuvieron los datos suficientes para obtener las derivadas de índice de masa corporal, grasa corporal (%), índice abdomen-cadera. Otras medidas serán reportadas posteriormente. En el segundo, se efectuó interrogatorio para conocer hábitos alimentarios, confirmando datos morfológicos previamente evaluados y el cuestionario de evaluación de aptitud para la actividad física (PAR-Q) (Tabla 1).

En el tercer momento, el día de la competencia, se reunieron muestras hemáticas y examen general de orina basal, así como hemáticas luego de la competencia estandarizada para este grupo *amateur* (30 min de juego, 15 min descanso a medio tiempo y 30 min de juego complementario). Las muestras se obtuvieron por venopunción de vena cefálica o basílica acorde a los procedimientos de laboratorio estandarizados y se trataron las muestras conforme a las buenas prácticas de laboratorio y a los estándares de calidad del laboratorio, así como la recolección de orina, al aplicar el control preanalítico, analítico y postanalítico, para realizar las pruebas descritas en las Tablas 2 a 4. Las determinaciones fueron realizadas en equipos automatizados y semiautomatizados de marcas con solvencia tecnológica reconocida. El programa de control de calidad para el desarrollo de los mensurados fue verificado por controles multiparamétricos de base humana, cuyos resultados fueron analizados estadísticamente con dos

bases de datos con propósito riguroso y específico, para la obtención de resultados dentro de los coeficientes de variación inter e intraensayo dentro de la norma en cada analito. Los resultados emitidos fueron acordes con el programa de calidad total del laboratorio de la ciudad de Durango, Durango.

Las variables se presentan como media y desviación estándar (DE). Para la estadística inferencial se efectuó una prueba de bondad de ajuste, para conocer la distribución de normalidad de cada una de las variables estudiadas, tanto antes como después del ejercicio. En todos los casos el nivel de significancia estadística se fijó a una $p < 0.01$.

Tabla 3: Variables biomarcadores resultados basal y posterior al partido (N = 20).

Variables	Resultado basal	Resultado después
Glucosa (mg/dL)	89.85 ± 04.86	101.75 ± 18.56*
Colesterol total (mg/dL)	156.55 ± 20.31	164.60 ± 18.12*
LAD-c (mg/dL)	54.85 ± 11.69	61.95 ± 13.57*
LBD-c (mg/dL)	84.75 ± 18.20	83.55 ± 55
Triglicéridos (mg/dL)	85.6 ± 48.12*	94.75 ± 42.14*
Urea (mg/dL)	83.55 ± 18.52	85.60 ± 48.12
Creatinina (mg/dL)	00.77 ± 0.11	00.92 ± 0.13
HbA1c (%)	5.11 ± 0.30 g/L	—

* Presentaron un aumento significativo ($p < 0.05$).

LAD-c = lipoproteínas de alta densidad. LBD-c = lipoproteínas de baja densidad. HbA1c = prueba de hemoglobina A1c.

RESULTADOS

Las participantes tuvieron diferentes posiciones de juego, desde porteras hasta delanteras. No se encontraron diferencias significativas entre las posiciones en el equipo. De la historia clínica, cuestionario IPAQ y PAR-Q, se obtuvieron datos para caracterizar al grupo sin haberse encontrado datos anormales que impidieran la práctica del ejercicio, y la ingesta alimentaria fue la típica encontrada en el norte del país, manifestaron no consumir ningún tipo de medicamentos o suplementos alimenticios. Las características clínicas de las participantes se describen en la *Tabla 1*, cuyos valores son representativos del norte de México. Sin embargo, el peso corporal se encontró mayor al reportado en otros estudios en jugadoras de soccer.¹⁶ El índice de masa corporal es adecuado, pero su contenido de grasa corporal es superior al esperado. El tiempo de práctica es común en jugadoras de este nivel. Se documentó 7.28 años como promedio de práctica en este deporte.

La *Tabla 2* presenta los valores de las variables de la citometría hemática encontradas en el momento basal y después del evento deportivo. Los valores de la fórmula roja no mostraron diferencia significativa antes ni después de la competencia ($p > 0.05$). En la muestra basal, los leucocitos en valores absolutos y porcentaje se encontraron dentro de valores de normalidad, así como las demás líneas celulares en su porcentaje; a diferencia de los niveles absolutos y porcentuales de leucocitos, neutrófilos y segmentados, que mostraron un incremento significativo en respuesta a la práctica del ejercicio (al término de la competencia) ($p < 0.05$). Por otra parte, los niveles de

Tabla 4: Variables asociadas a función muscular y esquelética en ejercicio, valores de referencia y resultado tanto basal como posterior a partido (N = 20).

Biomarcador	Valores de referencia	Resultado basal	Resultado postpartido
CK (U/L)	30-135	140.00 ± 87.68	158.00 ± 99.30*
DHL (U/L)	313-618	287.15 ± 73.12	342.00 ± 60.40*
Proteína C reactiva (U/L)	< 6.0	04.27 ± 00.55	04.37 ± 00.60
Proteínas totales (g/L)	6.30-8.20	07.11 ± 00.40	07.30 ± 00.44
Albumina (g/L)	3.50-5.00	04.55 ± 00.33	05.04 ± 00.40*
Globulina (g/L)	2.40-3.50	02.55 ± 00.30	00.22 ± 00.31
Relación A/G (U)	1.10-2.20	01.89 ± 00.25	02.37 ± 00.46
Cistatina C (mg/L)	0.56-0.90	00.52 ± 00.16	00.70 ± 00.17*
VSG (mm/h)	> 20	9.70 ± 4.83	9.05 ± 4.31
Ácido láctico (mmol/L)	0.70-2.10	02.79 ± 00.51	04.85 ± 01.69*

* Fuera del valor esperado. CK = creatincinasa. DHL = deshidrogenasa láctica. VSG = velocidad de sedimentación globular.

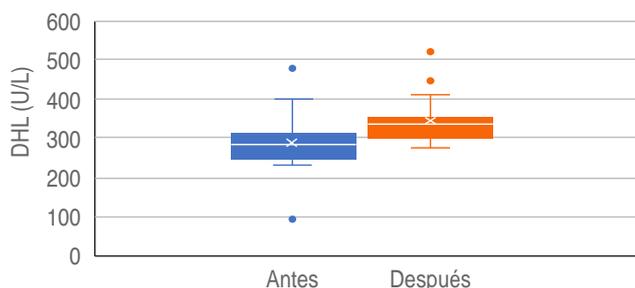


Figura 1: Niveles de deshidrogenasa láctica (DHL) antes y después del ejercicio. Los valores son media \pm desviación estándar.

eosinófilos, basófilos, linfocitos y monocitos presentaron una leve disminución que no fue estadísticamente significativa ($p > 0.05$).

En el examen general de orina basal se encontraron (media \pm DE) una densidad urinaria de 1.02 ± 0.01 , indicativo de hidratación apropiada previa a la competencia, y el pH urinario en media de 5.73 ± 0.43 , característicos de valores de referencia de normalidad para la edad de las participantes. No se encontraron otras alteraciones en los valores obtenidos ni se encontró microalbuminuria en ninguno de los casos.

La vitamina D (25-hidroxicolecalciferol) en la muestra basal fue de 49.61 ± 13.70 y de 45.47 ± 7.94 posterior a la prueba, aunque disminuyó no fue estadísticamente significativa. La cistatina C y la proteína C reactiva presentaron valores de normalidad y no hubo cambios significativos antes ni después del juego.

La *Tabla 3* indica los biomarcadores metabólicos encontrados. Los valores de glucosa, colesterol, lipoproteínas de alta densidad (LAD-c) y los triglicéridos presentaron un aumento significativo ($p < 0.05$) posterior a la competencia, mientras que el resto de las variables, lipoproteínas de baja densidad (LBD-c), urea y creatinina no presentaron variaciones ($p > 0.05$). La urea y la creatinina, indicadores de la ingesta de proteínas y de la función renal, no se modificaron por la práctica de ejercicio. De la hemoglobina glucosilada (HbA1c) sólo se determinó el valor basal, con la finalidad de identificar trastornos incipientes del metabolismo de la glucosa, la cual se encontró dentro de valores de referencia en todas las participantes y en su promedio.

La *Tabla 4* muestra los biomarcadores asociados a la actividad muscular antes y después de la práctica deportiva. Se encontraron aumentos significativos en la deshidrogenasa láctica (DHL), albúmina, cistatina C, creatincinasa (CK) y ácido láctico sérico, datos esperados después de la actividad física. Las *Figuras 1 y 2* muestran los cambios en CK y DHL, variables que usualmente se

elevan con la práctica de ejercicio, los niveles basales de ambas se encontraron en los valores de referencia.

En los valores de CK, una de las participantes presentó, tanto en reposo como en respuesta al ejercicio, valores excesivamente altos, por lo que fue excluida del estudio en forma específica, mediante el análisis estadístico de examen de aberrantes. A esta participante, en su beneficio, se le dio seguimiento independiente y se le envió al médico para descartar alguna patología.

DISCUSIÓN

El fútbol femenino ha desarrollado un gran interés por estudiar la fisiología y respuestas adaptativas al ejercicio y la prevención de lesiones. Los jugadores pueden correr distancias de aproximadamente 10 a 13 km en intensidades cercanas al umbral anaeróbico, alrededor de 85% de la máxima frecuencia cardiaca en promedio (%FC_{máx}) y 75% del máximo consumo de oxígeno (%VO₂_{máx}). Destacan los cambios hemáticos, metabólicos y a la secreción inducida por el ejercicio de citocinas proinflamatorias y hormonas esteroideas, durante diferentes cargas de entrenamiento y competición. Existe literatura respecto a la variación de diferentes variables biológicas, resultantes del estrés físico y mental de los deportistas profesionales.^{3,6-11,18}

Como se ha descrito en otros trabajos, se pueden encontrar elevaciones promedio de 6,690 a 11,240 leucocitos por mm³, de 4.54 a 4.63 en glóbulos rojos mil/mm³, en hemoglobina de 13 a 14 g/L y el hematocrito de 41 a 42 g/L, mientras que el lactato sérico (ácido láctico) de 1.04 a 7.67 mmol/L en jugadoras profesionales.^{18,19} Según otros autores, las características de peso y talla no son esenciales para jugar bien al fútbol, ya que el rango de valores observados es muy amplio y no se han descrito aún características específicas de la futbolista.^{19,20} También se ha encontrado que fuertes cargas físicas

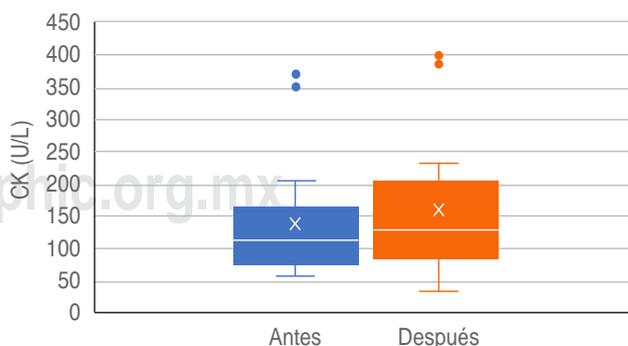


Figura 2: Niveles de creatincinasa (CK) antes y después del ejercicio. Los valores son media \pm desviación estándar.

fuera de la temporada de competencias provocó una disminución de las funciones inmunológicas. Dadas las relaciones significativas entre la sangre y las medidas de carga de entrenamiento, el control de los biomarcadores hematológicos y bioquímicos permite a los entrenadores y al personal de salud vigilar el estado físico, minimizar el riesgo de lesiones y el sobreentrenamiento, lo que evita lesiones.²⁰ Asimismo, aumenta su desempeño deportivo.

Otros estudios dirigidos a medir biomarcadores de inflamación recomiendan hacer ecuaciones de regresión utilizando de cuatro a nueve variables de biomarcadores para valorar estados proinflamatorios, ya que el ejercicio físico genera un estado de actividad potencialmente agresiva para la anatomía y fisiología corporal durante el ejercicio. En la actualidad, VO_2 máx, la respuesta de la frecuencia cardíaca y presión arterial, entre otros, permiten valorar y graduar el entrenamiento deportivo.^{21,22}

El presente estudio cumple con el objetivo de caracterizar valores de referencia de jugadoras de soccer en condiciones basales, antes de un juego competitivo. También permite apreciar las respuestas de variables hemáticas (citometría hemática), proinflamatorias y metabólicas como respuesta a un partido de fútbol, al destacar los límites como producto del esfuerzo en un juego, así como los valores mínimos esperados, los cuales se asocian frecuentemente a la intensidad del esfuerzo. Dado que en un partido de fútbol existen esfuerzos de máxima intensidad, seguidos de periodos de inactividad, el esfuerzo no es sostenido y este hecho hace que se encuentren valores de referencia variables para esta condición de ejercicio.

Estudios efectuados por nuestro laboratorio indican que los cambios en las variables estudiadas son transitorios y retornan a la normalidad en aproximadamente en 24 horas. Este hecho debe considerarse en el estudio integral de las jugadoras de soccer femenino, particularmente en adolescentes, para evitar lesiones o entrenamientos mal desarrollados. Otros deportes de conjunto también ameritan ser evaluados, para contar con criterios más definidos e interpretar adecuadamente los cambios por la práctica de ejercicio. El control periódico y evolutivo de las variables hemáticas y de hidratación de las jugadoras nos servirá para, en la medida de lo posible, aproximarlas a los valores de referencia ideales en esta disciplina deportiva. Al considerar además el estado de hidratación, siempre al iniciar competencias, para mejorar el rendimiento y evitar daños, ya que en estudios se ha demostrado que el estado de hidratación, previo a un partido oficial, altera significativamente el rendimiento físico y tiempo de juego en el partido, así como la manifestación de disfunción cardíaca y renal ante esfuerzos extenuantes. También consideramos conveniente estudiar

a las futbolistas según la posición en el terreno deportivo para definir las características específicas de respuesta a pruebas de laboratorio propias del fútbol femenino.²²⁻²⁶

CONCLUSIONES

El fútbol en nuestro país demanda acciones orientadas a la promoción de la práctica segura de este deporte con un conocimiento específico de la fisiología femenina, al orientar esfuerzos para caracterizar variables con objetivos preventivos y predictivos de daño y lesiones físicas en las jugadoras.

Las variables encontradas en nuestro estudio no se valoran de manera aislada, ya que pueden ser debidas tanto al proceso de maduración, crecimiento y desarrollo que influye en el rendimiento deportivo, como también derivadas del entrenamiento, lo cual sólo se puede establecer con estudios desde el inicio de la práctica del ejercicio sistematizado. Así una mayor y/o una menor variación de las variables hemáticas y porcentaje de grasa deben considerarse predictores de rendimiento en nuevos estudios *in situ* y en otras latitudes del país, ya que puede excluir a jugadoras que maduren tardíamente. Los valores de porcentaje de grasa son difíciles de comparar con otros estudios, porque la metodología usada no es la misma y aún no se logra una adecuada estandarización nacional, pero es importante esta primera consignación de valores en jugadoras adolescentes *amateurs*.

La realización de un protocolo de evaluación integral de la condición física de la futbolista, al principio de su carrera profesional, hoy alcanza un carácter fundamental, si queremos realizar una correcta planificación e individualización de las cargas de la deportista de cara al periodo de vida competitivo sin daños, dada la carga genética de las enfermedades crónico-degenerativas en nuestra población. La estandarización de valores de referencia de medicina de laboratorio con fines prospectivos en este grupo, se logrará al realizar estudios suficientes en todo el país.

REFERENCIAS

1. Baumgart C, Hoppe MW, Freiwald J. Different endurance characteristics of female and male German soccer players. *Biol Sport*. 2014; 3: 227-232.
2. Shephard RJ. Biology and medicine of soccer: an update. *J Sports Sci*, 1999; 17: 757-786.
3. Oyón P, Franco L, Rubio FJ, Valero A. Fútbol femenino categorías inferiores. Características antropométricas y fisiológicas. Evolución a lo largo de una temporada. *Arch Med Deporte*. 2016; 33 (1): 24-28.
4. Drobic F, González de Suso J, Martínez J. Fútbol. Bases científicas para un óptimo rendimiento. Madrid: Editorial Ergon; 2004.

5. Gorostiaga E. Fútbol femenino: bases fisiológicas, evaluación y prescripción del entrenamiento físico. Instituto Navarro de Deporte y Juventud. Cuadernos Técnicos de Deporte. 2002; 16-56.
6. Silvers-Granelli H, Mandelbaum B, Adeniji O, Insler S, Bizzini M, Pohlig R et al. Efficacy of the FIFA 11+ injury prevention program in the collegiate male soccer player. *Am J Sports Med.* 2015; 43 (11): 2628-2637.
7. Bizzini M, Junge A, Dvorak J. 11+ Manual. Un programa completo de calentamiento para prevenir las lesiones en el fútbol. [Acceso 8 mayo 2022]. FMAC; 2011. Disponible en: https://www.f-marc.com/files/downloads/workbook/11plus_workbook_s.pdf
8. Bizzini M, Eiles M, Fulcher M, Haratian Z, Dvorak J. Injury prevention in football and the FIFA 11+. A model for international sports federations? *International Federations Targeted Topic*; 2016. pp. 42-49.
9. Stupka N, Lowther S, Chorneyko K, Bourgeois JM, Hogben C, Tarnopolsky MA. Gender differences in muscle inflammation after eccentric exercise. *J Appl Physiol.* 2000; 89: 2325-2332.
10. López-Cabral JA, Rivera-Cisneros A, Sánchez González JM, Rodríguez-Camacho H et al. Modificación de los indicadores de la fatiga utilizando malato de citrulina para deportistas de alto rendimiento. *Rev Mex Patol Clin Med Lab.* 2012; 59 (4): 194-201.
11. Aoi W, Naito Y, Takanami Y, Kawai Y, Sakuma K, Ichikawa H et al. Oxidative stress and delayed-onset muscle damage after exercise. *Free Radic Biol Med.* 2004; 37: 480-487.
12. Finaud J, Lac G, Filaire E. Oxidative stress: relationship with exercise and training. *J Sports Med.* 2006; 36: 327-358.
13. Sureda A, Tauler P, Aguilo A, Cases N, Fuentespina E, Cordova A et al. Relation between oxidative stress markers and antioxidant endogenous defenses during exhaustive exercise. *Free Radic Res.* 2005; 39: 1317-1324.
14. Ascensao A, Rebelo A, Oliveira E, Marques F, Pereira L, Magalhaes J. Biochemical impact of a soccer match- analysis of oxidative stress and muscle damage markers throughout recovery. *Clin Biochem.* 2008; 41: 841-851.
15. Avloniti AA, Douda HT, Tokmakidis SP, Kortsaris AH, Papadopoulou EG, Spanoudakis EG. Acute effects of soccer training on white blood cell count in elite female players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2007; 2: 239-249.
16. Datson N, Hulton A, Andersson H, Lewis T, Weston M, Drust B et al. Applied physiology of female soccer: an update. *Sports Med.* 2014; 44 (9): 1225-1240.
17. Méndez I. El protocolo de investigación. 4ª ed. México: Ed Trillas; 2019.
18. Walsh NP, Gleeson M, Shephard RJ, Gleeson M, Woods JA, Bishop NC et al. Position statement. Part one: immune function and exercise. *Exerc Immunol Rev.* 2011; 17: 6-63.
19. Janikowska G, Kochanska-Dziurawicz A, Pokora I, Zebrowska A. Circulating inflammatory biomarkers and endocrine responses to exercise in female soccer players. *J Hum Kinet.* 2020; 73: 73-82.
20. Ekblom B. Applied physiology of soccer. *Sports Med.* 1986; 3: 50-60.
21. Clemente FM, González-Fernández FT, Ceylan HI, Silva R, Younesi S, Chen YS et al. Blood biomarkers variations across the pre-season and interactions with training load: a study in professional soccer players. *J Clin Med.* 2021; 10 (23): 5576.
22. Perroni F, Migliaccio S, Borriore P, Vetrano M, Amatori S, Sisti D et al. Can haematological and hormonal biomarkers predict fitness parameters in youth soccer players? A pilot study. *Int J Environ Res Public Health.* 2020; 17 (17): 6294.
23. Barbosa Coelho D, Rodrigues Pereira E, Couto Gomes E, Coelho L, Dias Soares D, Silami-Garcia E. Evaluation of hydration status following soccer matches of different categories. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2012; 14 (3): 276-286.
24. Rivera CAE, Sánchez GJM, Padilla EK et al. Plan de hidratación, efectos sobre la densidad urinaria y la Capacidad Aeróbica en un equipo femenino de fútbol. *Rev Mex Patol Clin Med Lab.* 2021; 68 (2): 80-89.
25. Sánchez-González J, Rivera-Cisneros A, Tovar JL. Association of physiologic responses to metabolic changes in exhaustive physical exercise. *Cir Cir.* 2003; 71 (3): 217-225.
26. Christensen DL, Espino D, Infante-Ramírez R, Cervantes-Borunda MS, Hernández-Torres RP, Rivera-Cisneros AE et al. Transient cardiac dysfunction but elevated cardiac and kidney biomarkers 24 h following an ultra-distance running event in Mexican Tarahumara. *Extrem Physiol Med.* 2017; 6: 3.

Responsabilidades éticas: el estudio se realizó de acuerdo al Reglamento de la LGS (Ley General de Salud) en materia de Investigación para la Salud, Artículo 17, se clasificó con riesgo mínimo. Todos los procedimientos se apegaron a las normas éticas, a la Declaración de Helsinki de 1975 y sus enmiendas, así como al código de Núremberg y normas internacionales. El estudio se aprobó por el comité de ética, así como la obtención del consentimiento. Los autores declaran que han seguido los protocolos sobre la publicación de datos de pacientes y los datos fueron disociados de los pacientes, lo que impide su identificación.

Conflicto de intereses: sin conflicto de intereses, ni con la marca de los estudios químicos realizados.