

# Evolución de las características físicas y funcionales en jugadores de futbol soccer

Francisco José Díaz,\* José Guadalupe Montaña,\* Ma. Teresa Melchor,\* Ma. Refugio García,\* José Humberto Guerrero,\* Antonio E. Rivera,\* José Antonio Tovar,\* Ma. Flora Moreno\*

\* Departamento de Fisiología y Medicina del Instituto de Investigación sobre el Trabajo, de la Universidad de Guanajuato, México.

## *Trends in physiological variables in professional soccer player*

### ABSTRACT

*The purpose of this study was to examine the trends in selected physical cardiovascular and metabolic variables in 248 first division professional soccer players within a period of 27 years (1973-2000). Method. In a cross sectional study (panel) 198 Mexican players and 50 mainly from Brazil and Argentina were evaluated for physical examination, body composition, blood samples, EKG and maximal oxygen uptake on a treadmill. Data were categorized by decade (70's n = 66, 80's n = 84 and 90's n = 98) and analyzed for significant differences by ANOVAS (p < 0.05). Results. Value are presented in  $\bar{X} \pm$  standard deviation in chronological order. Age (years) 24  $\pm$  2, 26  $\pm$  2 and 27  $\pm$  3\*. Weight (kg) 74  $\pm$  4, 73  $\pm$  4 and 74  $\pm$  5. Height (cm) 173  $\pm$  4, 175  $\pm$  4 and 176  $\pm$  5\*. Body fat (%) 15  $\pm$  4, 12  $\pm$  4<sup>&</sup> and 10  $\pm$  4<sup>#</sup>. Total cholesterol (mg/dL) 246  $\pm$  26, 220  $\pm$  24 and 198  $\pm$  20\*. Triglycerides (mg/dL) 172  $\pm$  24, 190  $\pm$  26 and 147  $\pm$  24<sup>#</sup>. Resting heart rate (bpm) 66  $\pm$  6, 60  $\pm$  4<sup>&</sup> and 54  $\pm$  5<sup>#</sup>.  $\dot{V}O_2$  max (mL $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ min<sup>-1</sup>) 52  $\pm$  3, 54  $\pm$  2 and 57  $\pm$  2\*. (& = p < 0.05 70's vs. 80's, \* = p < 0.05 70's vs. 90's, # = p < 0.05 80's vs. 90's). Conclusion. Our findings indicated that soccer players performing in the 90's are older and taller, lower body fat, lower blood in lipids profile, and higher cardiovascular fitness than those performing in the decade 70's and 80's. In particular these findings might be related to the improvement at international setting of the South American and Mexican soccer level. Despite the favorable changes and the personal claim of great skill in these players more physiological gains must be aimed and acquired in order to compete in similar circumstances with national teams of superior international levels.*

**Key words.**  $\dot{V}O_2$ max. Soccer. Cholesterol. Triglycerides. Resting heart rate.

## RESUMEN

El propósito del estudio fue evaluar la evolución a través de los años de las variables selectas en composición corporal, función cardiovascular, colesterol y triglicéridos en jugadores profesionales de futbol, en un periodo de tiempo de 27 años (1973-2000). **Métodos.** En un estudio tipo panel 198 jugadores (cuatro equipos) nacionales y 50 provenientes principalmente de Brasil y Argentina fueron evaluados médicamente de: composición corporal, electrocardiograma, medición de consumo máximo de oxígeno ( $\dot{V}O_2$ max), colesterol y triglicéridos. Los datos fueron divididos por décadas (n = 70's 66, 80's 84 y 90's 98) y analizados para posibles diferencias significativas por medio de ANOVAS (p < 0.05). **Resultados.** Los valores se presentan en orden cronológico y se expresan en media y desviación estándar. Edad (años) 24  $\pm$  2, 26  $\pm$  2 y 27  $\pm$  3\*, peso (kg) 74  $\pm$  4, 73  $\pm$  4 y 74  $\pm$  5, estatura (cm) 173  $\pm$  4, 175  $\pm$  4 y 176  $\pm$  5\*, grasa corporal (%) 15  $\pm$  4, 12  $\pm$  4<sup>&</sup> y 10  $\pm$  4<sup>#</sup>, colesterol total (mg/dL) 246  $\pm$  26, 220  $\pm$  24 y 198  $\pm$  20\*, triglicéridos (mg/dL) 172  $\pm$  24, 190  $\pm$  26 y 147  $\pm$  24\*, frecuencia cardiaca en reposo (lat/min) 66  $\pm$  6, 60  $\pm$  4<sup>&</sup> y 54  $\pm$  5<sup>#</sup>,  $\dot{V}O_2$  max (mL $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ min<sup>-1</sup>) 52  $\pm$  3, 54  $\pm$  2 y 57  $\pm$  2\*. (& = p < 0.05 70's vs. 80's, \* = p < 0.05 70's vs. 90's, # = p < 0.05 80's vs. 90's). **Conclusiones.** Estos hallazgos indican que los futbolistas que actúan en la década de los 90 son mayores de edad, de más estatura y menor por ciento de grasa que sus compañeros que actuaron en las décadas de los 70 y 80. Asimismo, los jugadores de la última década presentaron mejores perfiles de colesterol y triglicéridos y mayor capacidad cardiovascular expresada por mayor  $\dot{V}O_2$ max (52 vs. 57). En particular, estos datos pudieran estar en concordancia con la mejoría en la calidad y nivel de juego de nuestro futbol. Sin embargo, y a pesar de estos cambios favorables y las declaraciones de su gran habilidad, estos futbolistas deben obtener mucho más ganancias fisiológicas para poder competir en igualdad de circunstancias con jugadores pertenecientes a equipos y a selecciones nacionales de alto nivel competitivo.

**Palabras clave.**  $\dot{V}O_2$ max. Soccer. Colesterol. Triglicéridos. Frecuencia cardiaca.

## INTRODUCCIÓN

El fútbol soccer es el deporte más popular y es practicado por millones de seres humanos en el mundo. Los requerimientos físicos y funcionales para su práctica lo clasifican como mixto, ya que el futbolista requiere de un elevado consumo calórico proveniente del metabolismo aeróbico,<sup>1,2</sup> además de una gran demanda física de movimientos explosivos y rápidos en donde el metabolismo anaeróbico es requerido,<sup>2,3</sup> y respuestas cardiovasculares elevadas representadas por frecuencias cardíacas cercanas a los valores máximos.<sup>4</sup> En diferentes investigaciones se han descrito las características morfológicas y funcionales de jugadores profesionales de élite.<sup>5,6</sup> Sin embargo, es nula la información longitudinal y transversal acerca de la evolución morfo-funcional y de salud cardiovascular del jugador a nivel internacional. De particular importancia resulta describir el perfil fisiológico del jugador nacional y del extranjero que milita en nuestro fútbol, el cual, de acuerdo con la clasificación de la FIFA, ha mejorado significativamente. Durante los últimos años se ha incrementado la frecuencia de los partidos, la intensidad y la velocidad de las jugadas es mayor. Por otra parte, las características de los entrenamientos y el contenido de los alimentos se han mejorado, por lo que el propósito de este estudio panel es examinar las tendencias de variables físicas, cardiovasculares y morfológicas de jugadores profesionales de soccer en tres décadas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

En este estudio de tipo panel participaron 248 jugadores profesionales de fútbol de la primera división: 198 nacionales y 50 extranjeros provenientes principalmente de Argentina y Brasil. El periodo de colección de los datos comprende de 1973 a 2000. Los estudios conducidos entre 1973 y 1979 fueron hechos en el Departamento de Fisiología de la Facultad de Medicina y éstos entre 1980-2000 en el Departamento de Medicina y Fisiología del Instituto de Investigación Sobre el Trabajo Universidad de Guanajuato (IISTUG), (ambos en León, Gto.). En todos los estudios la temperatura ambiental de los laboratorios fue de 20-22 °C, la humedad relativa de 30-45% y la presión barométrica de 610 ± 5 mm Hg. Para propósitos del estudio, los datos fueron segmentados convenientemente en décadas para valorar posibles diferencias a través del tiempo. Los datos de los estudios conducidos en las décadas 70-80, fueron procesados directamente del expediente clínico que concentró

toda la información sobre la salud, somatometría y funcionalidad. Los datos de los 90 se obtuvieron del respaldo de la base de datos del Departamento de Medicina y Fisiología del IISTUG. El número de jugadores estudiados por década se conformó así: 70's n = 66, 80's n = 84 y 90's n = 98. Todos los jugadores fueron evaluados médicamente por historia clínica y exploración médica. Después de aceptar su participación voluntaria se les notificaron los procedimientos, riesgos y beneficios del estudio y siempre fueron informados por escrito de los resultados. En todos los casos se observaron estrictamente las recomendaciones del código de Helsinki. Cuando menos uno de los investigadores ha estado presente en todos los estudios (FD) La evaluación de la antropometría y de la composición corporal para fines prácticos ha sido la misma durante todo el periodo de observación. En condiciones de ayuno de 10-12 horas los jugadores vistiendo pantalón corto y descalzos fueron pesados y medidos en básculas marca Bame y Torino. La estatura se midió con estadiómetro de madera con los sujetos siempre en plano de Frankfort. Para calcular el contenido de grasa corporal se utilizaron variables de edad, peso, estatura, circunferencias y pliegues cutáneos.<sup>7</sup> Para verificar exactitud de los instrumentos, éstos fueron calibrados antes de cada estudio con patrones de referencia externa de peso, cintas métricas metálicas, escalas de espesor y presión. El contenido de grasa corporal expresado en % se estimó con procedimientos de Jackson & Pollock.<sup>8</sup> Como parte de la evaluación médica se tomó un electrocardiograma (EKG) de 12 derivaciones en reposo supino entre las 8:00-10:00 horas y con el jugador en ayunas de 10-12 horas. Para las variables de química clínica se obtuvo una muestra de 10 mL de sangre venosa de las venas mediana basilica o cefálica y después de un reposo en posición sedente de más de 10 minutos. La sangre se utilizó para determinar citología hemática; la hemoglobina se determinó por cianometahemoglobina (1973-1979) y en Coulter counter modelo T 540 (Hialeah, Florida USA) (80's en adelante). Los glóbulos rojos y blancos se contaron en cámaras de cuentaglóbulo (73-79) y Coulter counter modelo T 540 (Hialeah, Florida USA). El colesterol se determinó con el método de Abell<sup>9</sup> (1973-78) y desde 1979 a la fecha con equipos de Boehringer Mannheim.<sup>10</sup> Los triglicéridos se midieron con métodos colorimétricos enzimáticos<sup>11</sup> (73-78) y equipo de Boehringer Mannheim<sup>12</sup> (79 en adelante). Los coeficientes de variación Inter e intraensayo siempre fueron menores a 4.0%. Los datos sobre el control de calidad de estas determinaciones han sido previamente reportados.<sup>13,14</sup> Las pruebas de

ejercicio físico máximo se hicieron en bandas sinfín Collins p2000, Collins T (Braintree, Mass USA), Trackmaster TM500, Trackmaster Research (Pensacola, Florida USA) y Marquette Sensor Medics 2000 (Milwaukee, Wi. USA). Se utilizaron velocidades entre 134-150 metros por minuto; en estas pruebas la elevación de la banda fue de 1% cada minuto. En menos casos se utilizaron también protocolos de Bruce<sup>15</sup> y Astrand modificado por Pollock.<sup>16</sup> Siempre se estimuló verbalmente a los jugadores a que hicieran su máximo esfuerzo. Para la determinación del  $\dot{V}O_2$  max en los estudios entre los 70 y 80 el aire espirado fue colectado en bolsas de Douglas o balones meteorológicos, la medición del volumen espirado ( $\dot{V}_E$ ) se hizo en respirómetros de campana húmeda Collins de 350 litros. Las fracciones espiradas de  $O_2$  y  $CO_2$  ( $F_E O_2$  y  $F_E CO_2$ ) fueron obtenidas con analizadores Sholander, Haldane y cromatografía de gases en un cromatógrafo Quintron modelo H (Milwaukee, Wi., USA). Procedimientos referidos actualmente como estándares de oro para comparación con las mediciones actuales.<sup>17</sup> Desde 1994 las mediciones de las variables anteriores se han efectuado con sistemas automatizados Sensor Medics 2900c y  $\dot{V}max$  29 (Yorbalinda, Ca. USA) cuyo sistema no permite la calibración de los aparatos si los valores son  $\geq 3\%$  en comparación con gases de concentración conocida. Se utilizaron al menos dos de los siguientes criterios para considerar que el  $\dot{V}O_2$  max fue alcanzado: frecuencia cardiaca máxima  $> 90\%$  de la predicha para la edad, sujetos completamente exhaustos, meseta en el  $\dot{V}O_2$  a cargas aumentadas de trabajo (incrementos menores a 120 mL),  $\dot{V}CO_2/\dot{V}O_2 \geq 1.1$  (cociente respiratorio) y lactato sanguíneo  $> 8.0$  mmol/L. Para el monitoreo y registro de la frecuencia cardiaca (FC) durante el ejercicio se utilizaron los siguientes electrocardiógrafos y osci-

loscopios: Sanborn y Hewlet Packard modelo 2961 (Waltham, Mass. USA), Polígrafo Grass 7c (Quincy, Mass. USA), Schiller AT-6, Schiller AT-10 (Alt gasse 68, CH-6340 Baar/Switzerland) y MRL Porta pak/90 (Búfalo grove, IL, USA); se utilizaron electrodos reusables de plata y electrodos Medi-trace desechables.

## Estadística

Los datos fueron analizados con estadística descriptiva. Las diferencias entre décadas de las variables antropométricas funcionales y químicas se analizaron por ANOVA de dos vías. En caso de f significativas, se aplicaron análisis post hoc de Neuman Keul, con  $p < 0.05$ .<sup>18</sup>

## RESULTADOS

Los datos provienen principalmente de cuatro equipos de futbol de primera división de diferentes épocas (León, Curtidores, Celaya y Morelia). En el cuadro 1 se presentaron los resultados en valores  $\bar{X} \pm DE$  de edad, peso, talla, grasa corporal, metabólicos y funcionales. Los jugadores de la década de los 90 son significativamente mayores en edad que los de la década de los 70. El peso corporal fue similar en las tres décadas. Sin embargo, la estatura fue 3.1 centímetros mayor ( $p < 0.05$ ) en los jugadores de los 90. La grasa corporal mostró valores significativamente menores a partir de los 80. Para los jugadores de los 90 la grasa fue 5% menor que para los de los 70. La concentración de colesterol y triglicéridos en sangre fue significativamente menor en los jugadores de los años 90. La frecuencia cardiaca en reposo fue significativamente menor desde los 80 y se observó una diferencia de 12 latidos por minuto entre los 70 y 90

**Cuadro 1.** Características antropométricas, metabólicas y funcionales de jugadores de futbol de primera división de diferentes épocas.

Década	1970	1980	1990
N	66	84	98
Edad (años)	24 $\pm$ 2	26 $\pm$ 2	27 $\pm$ 3*
Peso (kg)	74 $\pm$ 4	73 $\pm$ 4	74 $\pm$ 5
Estatura (cm)	173 $\pm$ 4	175 $\pm$ 4	176 $\pm$ 5*
Grasa corporal (%)	15 $\pm$ 4	12 $\pm$ 4 <sup>&amp;</sup>	10 $\pm$ 4* <sup>#</sup>
CT (mg/dL)	246 $\pm$ 26	220 $\pm$ 24	198 $\pm$ 20*
TG (mg/dL)	172 $\pm$ 24	190 $\pm$ 26	147 $\pm$ 24* <sup>#</sup>
FCR (lat/min)	66 $\pm$ 6	60 $\pm$ 4 <sup>&amp;</sup>	54 $\pm$ 5* <sup>#</sup>
$\dot{V}O_2$ max (mL $\cdot$ kg <sup>-1</sup> $\cdot$ min <sup>-1</sup> )	52 $\pm$ 3	54 $\pm$ 2	57 $\pm$ 2*

CT: colesterol total, TG: triglicéridos, FCR: frecuencia cardiaca en reposo.

Valores en promedio  $\pm$  DE. <sup>&</sup>:  $p < 0.05$  70's vs. 80's, \*:  $p < 0.05$  70's vs. 90's, #:  $p < 0.05$  80's vs. 90's.

( $p < 0.05$ ). El  $\dot{V}O_2$ max aumentó significativamente 5 mL $\cdot$ kg $^{-1}\cdot$ min $^{-1}$  en la década de los 90 con respecto a los 70.

## DISCUSIÓN

Los datos de este estudio demuestran que los futbolistas mexicanos y extranjeros que han militado en el fútbol nacional han evolucionado favorablemente en su composición corporal, metabolismo de lípidos, salud cardiovascular y capacidad aeróbica.

### Características generales

Los jugadores en la década de los 90 eran tres años mayores que los de los 70, pudiera ser que la vida activa del jugador ha aumentado significativamente. Estos datos provienen de pocos equipos, por lo que sería cuestionable su aplicación a todo el fútbol de la primera división. Comunicaciones personales recientes con médicos de cuatro escuadras confirman que el valor promedio de edad de los jugadores está entre 26-28 años. Desde el punto de vista fisiológico pudiera esperarse que los jugadores entre los 25 y 30 años compitan exitosamente con jugadores más jóvenes, ya que en ese rango de edad aún no se presentan reducciones significativas en los diferentes componentes de la aptitud física.<sup>16</sup> Se espera, por tanto, que la conformación de los equipos incluya a jugadores con gran dispersión de edad; posiblemente entre 17-38 años, por lo que el valor promedio quizá no sea el mejor indicador de la tendencia central de esta variable. Una conjunción de factores tales como calidad en atención médica, manejo oportuno de lesiones, nutrición, socialización y psicología serían los responsables de los aumentos en la vida deportiva y funcional del jugador. En el cuadro 1 se muestra que el peso corporal no cambió significativamente en los jugadores de diferentes décadas. Esta variable debe ser discutida junto con la estatura, índice de masa corporal (IMC) y el % de grasa (Cuadro 1). En 1979, Reilly<sup>19</sup> llevó a cabo una revisión acerca de estas variables (peso y estatura); el autor concluyó que existe una gran diversificación en las características físicas de los jugadores de grandes equipos y que ello no necesariamente es un determinante de éxito; sin embargo, el mismo autor reporta que a mayor peso menor velocidad de juego. Recientemente el mismo autor en un estudio acerca de factores físicos y funcionales del jugador de selección, reporta que una composición corporal ideal es un prerrequisito al éxito.<sup>20</sup> En sus datos encuentra correlaciones significativas entre el % de grasa y

peso magro con  $\dot{V}O_2$  max y reporta que a mayor  $\dot{V}O_2$  max y menor adiposidad mejor actuación y calidad de juego. La estatura de los jugadores de los 90 es en promedio 3.1 cm mayor que los 70, de acuerdo con esto, jugadores más altos están actuando en el fútbol mexicano. Los datos del IMC de las dos últimas décadas y 5% menos de grasa corporal indican que en general el jugador de hoy posee una mejor composición corporal y mayor peso magro. La diferencia en la talla pudiera explicarse como debido a la selección de los directores técnicos a favor de jugadores más altos. Pudiera también deberse al crecimiento secular de la población mexicana que es similar al aumento observado en el estudio. Una comparación de los datos de la literatura acerca de estas variables en jugadores de equipos y selecciones altamente exitosas a nivel mundial, revelan que nuestros jugadores son todavía más bajos (3-4 cm), con mayor % de grasa (4-6%) e IMC.<sup>5,6</sup> Si lo anterior pudiera representar una desventaja, nuestros jugadores deben tener una mejor capacidad aeróbica, anaeróbica y habilidad motora. Se prevé que la estatura del jugador mexicano seguirá aumentando y que en general habrá una menor desventaja en variables antropométricas. Sería interesante obtener información de la estatura, peso y edad de los equipos mexicanos que compitieron en los mundiales de México 70 y Francia 98.

### Colesterol

En el cuadro 1 se observa que la concentración de esta variable ha sido cada vez menor. El valor promedio de 246 mg/dL para la década de los 70, pudiera tipificarse como de alto riesgo para el desarrollo de enfermedad cardiovascular. Esa cifra para ese tiempo fue considerada clínicamente como normal, ya que se aceptaban valores hasta 270 mg/dL. La concentración de colesterol total (CT) de los 90 aunque no es un valor ideal puede considerarse como un valor aceptable. Las posibles explicaciones para esta mejoría pudieran estar relacionadas con la dieta del jugador. Por los datos que se documentaron en la historia nutricional, ésta ha cambiado significativamente. En un análisis de la alimentación del jugador de los 70<sup>21</sup> se cuantificó una ingesta de 600 mg de colesterol por día, que es lo doble del recomendado.<sup>22</sup> Actualmente la dieta revela que ahora ingieren 300-350 mg.<sup>23</sup> Aunque el nivel de capacidad funcional ( $\dot{V}O_2$ max) ha mejorado significativamente, su papel como reductor del colesterol sanguíneo es de leve a moderado; en la mayoría de los artículos publicados se señalan sólo mejorías de 5-10% después de programas de acondicionamiento físico.<sup>24</sup>

Los datos de los jugadores de los 90 son semejantes a los reportados para sujetos no deportistas sanos.<sup>14</sup> Datos colectados en el año 2000 y hasta la fecha indican que todavía 20-30% de los jugadores presentan valores de alto riesgo (> 240 mg), por lo que debe enfatizarse desde el punto de vista educacional el papel tan importante de ingerir una dieta baja en colesterol.

### Triglicéridos

Aunque los valores de triglicéridos séricos fueron significativamente menores en los 90 que en la década anterior ( $p < 0.05$ ), las concentraciones nunca han alcanzado valores de alto riesgo cardiovascular (Cuadro 1).<sup>25</sup> También el análisis de la dieta anterior y actual refleja una reducción en la ingesta de grasa saturada de 28% en los 70 vs. 15% en los 90. Los valores encontrados en este grupo de deportistas son similares a estos reportados en sujetos sanos, servidores públicos y trabajadores universitarios.<sup>14</sup> Se ha reportado que el ejercicio físico aeróbico provoca una reducción de hasta 40% en los triglicéridos,<sup>26</sup> quizá por ello la población de futbolistas activos no sean susceptibles a riesgo cardiovascular por valores altos en esta variable.

### Frecuencia cardiaca

En el cuadro 1 se observa una menor FC en jugadores de los 80 y 90. Esta variable todavía es utilizada como marcador clásico del nivel de capacidad o acondicionamiento físico. Se acepta que a menor FC mayor capacidad física, ese concepto clásico ha sido seriamente cuestionado recientemente por Wilmore, *et al.*<sup>27</sup> Esos autores señalan que la FC en reposo es una variable muy poco modificable con programas de acondicionamiento físico. El valor promedio 54 lat/min observado en los 90 tiende a ser ligeramente mayor que los valores reportados para atletas de alto rendimiento involucrados en pruebas en donde los requerimientos aeróbicos son elevados.<sup>6,14</sup> Sin embargo, sería muy interesante seguir por periodos de tiempo prolongados y en estudios longitudinales la evolución de esta variable en los jugadores, lo anterior pudiera ser posible debido al control médico que se tiene del futbolista. Recientemente Loimaala, *et al.*<sup>28</sup> aportan información adicional acerca de la escasa reducción en la frecuencia cardiaca posprogramas de ejercicio.

### $\dot{V}O_2\text{max}$

En nuestra opinión, lo más significativo de la evolución de la capacidad funcional del futbolista nacio-

nal quizá sea el hecho de que ahora estén jugando individuos con un  $\dot{V}O_2\text{max}$  de aproximadamente 58 mL $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ min<sup>-1</sup> (Cuadro 1). La diferencia de mejoría de 10% de la década de los 70 vs. los 90 refleja claramente el aumento en la capacidad aeróbica del futbolista contemporáneo. El concepto del  $\dot{V}O_2\text{max}$  debe ser comprendido por el cuerpo técnico y de los jugadores; actualmente un jugador cualquiera que sea su posición en el campo deberá estar cubriendo una distancia entre 9-11 km por partido y para mantener una alta intensidad en el ritmo del juego deberá de trabajar a 55-90% de su  $\dot{V}O_2\text{max}$ . El entrenamiento representa una fase importante de la mejoría de la capacidad aeróbica, si el preparador físico no programa sesiones de alta intensidad y duración, el futbolista mexicano no alcanzará los valores de futbolistas de alto rendimiento. Una revisión de la literatura revela que equiperos de selecciones nacionales y equipos de renombre presentan valores entre 60-70 mL $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ min<sup>-1</sup>.<sup>1,5,6</sup> De particular interés son los datos que presenta Tumilty,<sup>5</sup> en su revisión señala que los equipos que ocuparon los lugares del uno al cuatro en la liga de fútbol húngaro tuvieron los valores más altos que el resto de los equipos. Reilly<sup>19</sup> ha señalado observaciones semejantes para los equipos de fútbol inglés. El concepto de fútbol asociación debe aplicarse a la capacidad aeróbica de los integrantes de un equipo; de las más de 400 observaciones colectadas a través de los años en nuestros laboratorios revelan que más de 70% de ellos no alcanzaron valores de 58 mL $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ min<sup>-1</sup>. El concepto moderno de fútbol actual demanda una movilidad casi homogénea en cualquier posición en el campo. Aunque es claramente entendido desde el punto de vista fisiológico que las demandas aeróbicas serán mucho mayores para los laterales, carrileros y medio campistas. Smodalka,<sup>4</sup> en estudios telemétricos, ha encontrado que la FC en jugadores durante partidos intensos alcanzan valores cercanos a 100%. Asimismo, el análisis de los videos indica que la movilidad y desplazamiento disminuyen significativamente durante los últimos 10-15 minutos del juego. Lo anterior refleja, obviamente, que los sustratos energéticos tales como el glucógeno han caído significativamente a esas alturas del partido. Frecuentemente, los directores técnicos y preparadores físicos mexicanos sobrestiman o malinterpretan los valores en las tablas que se presentan en la literatura acerca de la extrapolación del  $\dot{V}O_2$  en pruebas indirectas tales como la de Cooper,<sup>29</sup> Margaria<sup>30</sup> y otras pruebas.<sup>31</sup> Un buen nivel de referencia es el dato reportado por Raven, *et al.*,<sup>6</sup> acerca de la distancia corrida en 12 minutos por los jugadores de la selección brasileña de fútbol que

resultó campeona en el año de 1970. Al inicio de su preparación ellos cubrieron 3,000 metros. Sin embargo, al final de su preparación ellos corrieron en promedio 3,541 metros. Con esa distancia y utilizando la fórmula de Cooper<sup>29</sup> el  $\dot{V}O_2$  max indirecto tendría un valor de 68-70 mL•kg<sup>-1</sup>•min<sup>-1</sup> que es muy similar al que ellos obtuvieron en el laboratorio. Se considera altamente recomendable que en todos los futbolistas profesionales se lleven a cabo determinaciones de  $\dot{V}O_2$  directas, o en su caso indirectas en los laboratorios de fisiología para obtener índices de confiabilidad y reproducibilidad de los datos. De esta manera, será posible efectuar estrategias para la verificación, monitoreo y seguimiento de programas de acondicionamiento físico. En el fútbol mexicano, un número significativo de ciudades sedes de equipos de primera división se encuentran por arriba de 1,800 metros  $\approx$  610 mm Hg sobre el nivel del mar, por lo que evaluaciones directas e indirectas en tiempo mayores a 6 minutos pudieran también subestimar los datos de  $\dot{V}O_2$  max. Deben tomarse en consideración dos hechos: a) La estrecha relación que existe entre una alta capacidad aeróbica y la posición que tenga el equipo en la tabla de posiciones y, b) La reducción significativa en el riesgo de padecer enfermedad cardiovascular cuando se posee un valor alto de  $\dot{V}O_2$  max, los dos factores son muy importantes y determinan la calidad del equipo. En conclusión, los futbolistas de los 90 son más altos, tienen mejor perfil de lípidos, menor grasa corporal y mejor capacidad aeróbica que éstos que jugaron en los años 70. El jugador nacional deberá de seguir mejorando en los componentes básicos de la aptitud física hasta alcanzar los valores de excelencia que exhiban los mejores del mundo, grandes aportaciones deberán de proceder del médico experto en la medicina y fisiología del soccer.

Se propone que el expediente médico de la Federación Mexicana de Fútbol se incluya en todos los jugadores la medición de composición corporal, de potencia aeróbica y anaeróbica.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por CONACyT, PROSA, UG, Fondos concurrentes.

## REFERENCIAS

- Ekblom B. Applied physiology of soccer. *Sports Med* 1986; 3: 50-60.
- Bangsbo J. The physiology of soccer with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol Scand* 1994; 619(Suppl.): 1-155.
- Jacobs I, Westlin N, Karsson J. Muscle glycogen and diet in elites soccer player. *Eur J Appl Physiol* 1982; 48: 297-302.
- Smoldlaka V. Cardiovascular aspects of soccer. *Physician and Sports Medicine* 1978; 6: 66-70.
- Tumilty D. Physiological characteristics of elite soccer players. *Sports Med* 1993; 16: 80-96.
- Raven PB, Gettman LR, Pollock ML, Cooper KH. A physiological evaluation of professional soccer players. *Br J Sports Med* 1976; 10: 209-16.
- Siri WE. The gross composition of the body. *Advances in Biological and Medical Physical* 1956; 4: 239-80.
- Jackson AS, Pollock ML. Practical assessment of body composition. *The Physician and Sports Medicine* 1985; 13: 76-9.
- Abell LL, Levy BB, Brody BB, Kendall FE. A simplified method for the estimation of total cholesterol in serum and demonstration of its specificity. *J Biol Chem* 1952; 195: 357-66.
- Siedel JH, Schlumberger SK, Ziegenhorny AW. Boehringer Mannheim GmbH. *J Clin Chem Biochem* 1981; 19: 838.
- Witter RF, Whither VS. Determination of serum or plasma triglycerides. In: Nelson GL, Rouser, G. (Eds.): Blood lipids and lipoproteins. New York: John Wiley & Sons, Inc.; 1972.
- Wahlefeld AW, Bergmer HU. Methoden der enzymatischen analyse. 3a. Ed. Weinheim: Verlag Chemie; 1974; p. 1878.
- Rivera AE, Cisneros FJ, Guerrero H, García MR, et al. Efectos de la postura corporal sobre la concentración de los lípidos. *Arch Inst Cardiol Mex* 1989; 59: 29-34.
- Carreón VC, Rivera AE, Díaz FJ, García MR. Consumo máximo de oxígeno y lípidos séricos en diabéticos, controles y atletas. *Rev Invest Clin* 1996; 48: 5-12.
- Bruce RA, Kusumi F, Hosmer D. Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *Am Heart J* 1974; 85: 542-62.
- Pollock ML, Wilmore JH, Fox SM. III. Health and fitness through physical activity. New York: Wiley; 1978.
- King GA, et al. Validation of Aerosport KB1-C portable metabolic system. *Int J Sports Med* 1999; 20: 304-8.
- Winer BJ. Statistical principles in experimental design. New York: McGraw; 1971, p. 191-5.
- Reilly T. What research tells the coach about soccer. AAHPERD, Wa.; 1979.
- Reilly T, Williams AM, Navill A, Franks A. A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. *J Sports Sci* 2000; 18: 695-702.
- López H, Díaz FJ. Evaluación de las características fisiológicas de jugadores profesionales de fútbol soccer. *Bol Estud Med Biol Mex XXXIV Nums 1/4* 1986.
- National Cholesterol Education Program. Second report of the expert panel on detection, prevention, and treatment of high blood cholesterol in adults (adult treatment panel II). Bethesda, Md: National Institutes of Health, 1993. NIH publication 93-3095.
- Díaz FJ, García R, Moreno F, Rivera A, Hagan H, Montaña JG. Trends in physiological variables in professional soccer player. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31(Suppl.): S 313.
- Byrne KP. Understanding and managing cholesterol. *Ed Human Kinetics* 1991.
- Jeppsen J, Hein HO, Suadicani P. Triglyceride concentration and ischemic heart disease: an eight-year follow-up in the Copenhagen Male Study. *Circulation* 1998; 97: 1029-36.
- Díaz FJ, Rivera AE, López MG, García R, López H. Efectos de un programa de ejercicio aeróbico y dieta sobre la composición corporal y función cardiovascular en obesos. *Arch Inst Cardiol Mex* 1986; 56: 527-33.
- Wilmore JH, Stanforth PR, Gagnon AS, Leon DC, Rao JS, et al. Endurance exercise training has a minimal effect on resting heart rate: The heritage study med. *Med Sci Sports Exerc* 1996; 28: 829-35.

28. Loimaala A, Huikuri H, Oja P, Pasanen M, Vuori I. Controlled 5 mo. aerobic training improves heart rate but not rate variability or baroreflex sensitivity. *J Appl Physiol* 2000; 89: 1825-9.
29. Cooper KH. A means of assessing maximal intake. *JAMA* 1968; 203: 135-8.
30. Margaria R, Aghemo P, Piñera F. A simple relation between performance in running maximal aerobics powers. *J Appl Physiol* 1975; 38: 351-2.
31. Astrand P, Ryhming I. A nomogram for calculation of aerobics capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. *J Appl Physiol* 1954; 7: 218-21.

*Reimpresos:*

**Dr. Francisco José Díaz Cisneros**

Maestros 201,

Col. Panorama,

37160, León, Gto.

Correo electrónico: fisiol@prodigy.net.mx

*Recibido el 18 de junio de 2001.*

*Aceptado el 4 de julio de 2003.*