

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS AVANZADOS
COORDINACIÓN DE LA ESPECIALIDAD EN MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y
EL DEPORTE
DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN PROFESIONAL



**“ADAPTACIONES ELECTROCARDIOGRÁFICAS Y EL CONSUMO MÁXIMO
DE OXÍGENO EN UN EQUIPO DE JUGADORES PROFESIONALES DE
FUTBOL ASOCIACIÓN, EVALUADOS A TRAVÉS DE UNA PRUEBA DE
ESFUERZO. TOLUCA MÉXICO 2013”**

CENTRO DE MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE

TESIS

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE POSGRADO DE LA ESPECIALIDAD EN
MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE

PRESENTA:

M. C. y H. FRANCISCO DANIEL PÉREZ HERRERA

DIRECTOR DE TESIS:

M. en S. P. SALVADOR LÓPEZ RODRÍGUEZ

REVISORES:

E.M.D. HECTOR MANUEL TLATOA RAMÍREZ

E.M.D. JOSÉ ANTONIO AGUILAR BECERRIL

M. en I. C. GUSTAVO SALAZAR CARMONA

E.M.D. SALOMÓN SÁNCHEZ GÓMEZ

TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO, 2014

**“ADAPTACIONES ELECTROCARDIOGRÁFICAS Y EL
CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO EN UN EQUIPO DE
JUGADORES PROFESIONALES DE FUTBOL ASOCIACIÓN,
EVALUADOS A TRAVÉS DE UNA PRUEBA DE ESFUERZO.
TOLUCA MÉXICO 2013”**

AGRADECIMIENTOS

A mis padres:

Por su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida, por su gran ejemplo que me inspira a seguirme superando día a día y por todas sus enseñanzas que me han forjado como ser humano en este camino de la vida.

A Dios:

Por escucharme en todo momento y brindarme la iluminación e inspiración para cumplir mi misión.

A mi director de tesis:

Por todas sus valiosas enseñanzas durante la especialidad, su amistad y apoyo incansable para la realización de esta tesis.

A mis profesores:

Por su apoyo y enseñanzas brindadas durante la especialidad.

A mis amigos:

Que me brindaron su consejo sincero y por compartir experiencias.

A todas las personas que me brindaron un momento para ayudar a que esta tesis fuera realizada y que compartieron sus valiosas experiencias y puntos de vista.

INDICE

I. MARCO TEÓRICO	1
1. INTRODUCCIÓN	1
2. CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS CARDIOLÓGICAS DEL FUTBOL.....	2
3. ADAPTACIONES CARDIOVASCULARES EN EL ATLETA DE ALTO RENDIMIENTO.....	4
4. RESPUESTA CARDIOVASCULAR AL EJERCICIO FÍSICO	6
5. ADAPTACIONES CARDIOVASCULARES EN EL FUTBOL	9
6. HALLAZGOS ELECTROCARDIOGRÁFICOS Y ADAPTACIONES ELECTROCARDIOGRÁFICAS EN FUTBOLISTAS	12
6.1 <i>Adecuada interpretación del electrocardiograma en el atleta:</i>	13
7. CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO (VO ₂ MAX)	15
7.1 <i>Factores que influyen en el consumo máximo de oxígeno:</i>	16
7.2 <i>Consumo máximo de oxígeno en futbol:</i>	17
8. PRUEBA DE ESFUERZO.....	18
8.1 <i>Protocolo de Pugh:</i>	19
9. DETECCIÓN DE ANOMALÍAS MEDIANTE EL MÉTODO DE TAMIZAJE EN EL ATLETA	20
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	22
III. JUSTIFICACIÓN	23
IV. HIPÓTESIS	24
V. OBJETIVOS	25
OBJETIVO GENERAL:	25
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	25
VI. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	26
VII. MATERIAL Y MÉTODOS	27
TIPO DE ESTUDIO	27
UNIVERSO DE TRABAJO Y MUESTRA	27
Población de estudio:.....	27
Lugar:.....	27
CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	28
CRITERIOS DE NO INCLUSIÓN.....	28
CRITERIOS DE ELIMINACIÓN	28

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO	29
VIII. DISEÑO ESTADÍSTICO	30
IX. CONSIDERACIONES ÉTICAS	31
X. RESULTADOS	32
XI. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
XII. CONCLUSIONES	40
XIII. SUGERENCIAS	41
XIV. BIBLIOGRAFÍA.....	42
XV. ANEXOS.....	47

ABSTRACT

INTRODUCTION

The maximum oxygen consumption is considered as the best single measure of aerobic capacity as well as the best indicator of cardiovascular system integrity. Systematic training causes changes clinical, electrocardiographic, functional and morphological.

OBJECTIVE

Analyze electrocardiographic adaptations and determine maximal oxygen consumption (VO_2 Max) in a professional football team.

MATERIAL AND METHODS

We evaluated 30 players of a football team first division A of 18-34 years with a mean age of 25.06 years, with a 12 lead electrocardiogram at rest was determined and analyzed the type and number of adaptations electrocardiographic athlete's heart, and through a stress test with treadmill with Pugh protocol which calculated the level of maximal oxygen consumption by indirect method.

DISCUSSION AND RESULTS

The mean maximal oxygen consumption (VO_2 Max) of the total sample was 54.25 ml/kg/min, so are in the range suitable for association football practice. Compared with other studies that found values above 60 ml/kg/min. Electrocardiographic adaptations found, early repolarization represented the highest prevalence with 42 %, followed by left ventricular hypertrophy in 30%, incomplete right bundle branch block beam hiz (BIRDHH) with 21%, and sinus bradycardia represented the lowest prevalence with 7%, taking into account that the electrocardiogram was taken into standing position, which could influence the low prevalence of sinus bradycardia. Adaptation electrocardiographic most similar to data from other studies because of its high prevalence is early repolarization.

CONCLUSION

It accept the hypothesis and the null hypothesis is rejected because the players with a level greater than VO_2 Max 50ml/kg/min Max had a rate of two electrocardiographic adaptations. And therefore, we can expect a player to submit at least two electrocardiographic adaptations resting electrocardiogram, have to VO_2 Max suitable for playing football.

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

El consumo máximo de oxígeno se considera como la mejor medición singular de la capacidad aeróbica, así como el mejor indicador de integridad del sistema cardiovascular. El entrenamiento sistemático genera cambios clínicos, electrocardiográficos, funcionales y morfológicos.

OBJETIVO

Analizar las adaptaciones electrocardiográficas y determinar el consumo máximo de oxígeno (VO_2Max) en un equipo de futbolistas profesionales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se evaluaron 30 futbolistas de un equipo de futbol de primera división A, de 18 a 34 años con una edad promedio de 25.06 años, mediante un electrocardiograma de 12 derivaciones de reposo en el que se determinó y analizó el tipo y número de adaptaciones electrocardiográficas de corazón de atleta, y mediante una prueba de esfuerzo en banda sin fin con protocolo de Pugh donde se calculó el nivel de consumo máximo de oxígeno por método indirecto.

DISCUSIÓN Y RESULTADOS

La media del consumo máximo de oxígeno (VO_2Max) del total de la muestra fue de 54.25 ml/kg/min, por lo que se encuentran en el rango de *adecuado* para la práctica de futbol asociación. En comparación con otros estudios donde se encontraron valores por arriba de 60 ml/kg/min. De las adaptaciones electrocardiográficas encontradas, la repolarización precoz representó la mayor prevalencia con 42%, seguida de la hipertrofia de ventrículo izquierdo con 30%, bloqueo incompleto de rama derecha del haz de his (BIRDHH) con un 21%, y la bradicardia sinusal representó la menor prevalencia con 7%, tomando en cuenta que el electrocardiograma se tomo en posición de pie, lo que pudo influir en la baja prevalencia de la bradicardia sinusal. La adaptación electrocardiográfica que más se asemeja a los datos de otros estudios por su alta prevalencia es la repolarización precoz.

CONCLUSIÓN

Se acepta la hipótesis de trabajo y se rechaza la hipótesis nula, ya que los futbolistas con un nivel mayor a 50ml/kg/min de VO_2Max tuvieron un promedio mayor a dos adaptaciones electrocardiográficas. Y por lo tanto, podemos esperar que un futbolista que presente mínimo dos adaptaciones electrocardiográficas en el electrocardiograma de reposo, tenga al menos un consumo máximo de oxígeno (VO_2Max) adecuado para la práctica del futbol.

I. MARCO TEÓRICO

1. INTRODUCCIÓN

El consumo máximo de oxígeno se considera como la mejor medición singular de la resistencia cardiorrespiratoria y la capacidad aeróbica, así como el mejor indicador de integridad del sistema cardiovascular. (1)

La intensidad media relativa del ejercicio físico durante una actividad de fútbol competitivo es de aproximadamente del 70% del consumo máximo de oxígeno. La intensidad del esfuerzo, el consumo máximo de oxígeno y la frecuencia cardíaca tienen una relación directa y positiva con la capacidad aeróbica, principalmente lineal entre el 50% y el 80% de la frecuencia cardíaca máxima. (2)

Se define la adaptación al entrenamiento como la variación de la estructura o de la función, o ambas ya sea de un órgano o del organismo en su conjunto, que determina una mejor respuesta frente a un mismo estímulo. (3)

Hallazgos frecuentes en los trazos electrocardiográficos de la mayoría de los atletas que se han estudiado y se consideran fisiológicos son: bradicardia sinusal, ritmo de la unión, bloqueo incompleto de rama derecha del Haz de His, bloqueo auriculoventricular de primer grado, repolarización precoz, voltaje alto en el QRS, inversión de la onda T en algunas derivaciones, y ondas Q profundas pero angostas. (4)

La prueba de esfuerzo es una herramienta útil de diagnóstico y pronóstico, que está ampliamente disponible y tiene bajo costo, por lo que se puede considerar como un método en la evaluación de pacientes que quieren iniciar un programa de ejercicio de manera habitual y en quienes se piense que tiene alto riesgo de eventos cardiovasculares. (5)

En el presente trabajo se determinaron y analizaron el tipo y número de adaptaciones electrocardiográficas fisiológicas en el electrocardiograma de 12 derivaciones de reposo y el nivel de consumo máximo de oxígeno determinado por método indirecto en prueba de esfuerzo con protocolo de Pugh en jugadores de un equipo de fútbol asociación profesional. Lo que será de utilidad como indicador de predicción del nivel de acondicionamiento físico cardiovascular del futbolista, en el tamizaje y detección de talentos.

2. CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS CARDIOLÓGICAS DEL FUTBOL

2.1 *Introducción a la fisiología del futbol:*

El futbol es un deporte de características acíclicas. De los estudios de análisis-tiempo efectuados en campo de juego, el futbolista presenta, de acuerdo con su ubicación y función en el equipo, diferentes características de adaptación fisiológica durante el desarrollo de un partido de fútbol.

El arquero tiene características fisiológicas anaeróbicas explosivas y aeróbicas de baja intensidad, recorriendo aproximadamente cuatro kilómetros por partido.

Los defensores y los delanteros recorren distancias mayores que los arqueros, pero significativamente menores que los volantes, aproximadamente de 6 a 8 kilómetros, y son de características energéticas aeróbicas de moderada intensidad y anaeróbicas explosivas.

Los volantes, en cambio, tienen características aeróbicas de moderada a alta intensidad y anaeróbicas explosivas, recorriendo por la función que desempeñan –de traslado y rotación en el equipo– distancias durante el partido comprendidas entre los 10 y los 12 kilómetros.

Los jugadores corren más durante la primera mitad de un partido, pero la distancia cubierta en carrera a gran velocidad es la misma en ambos tiempos.

Los volantes efectúan más carrera de baja velocidad que los delanteros y los defensores, pero las de alta intensidad son similares para los tres grupos.

La distribución de la actividad física del futbolista durante el desarrollo de un partido de fútbol consiste en:

- a) Permanecer de pie: 17%
- b) Caminar: 40%
- c) Trote, carrera de baja y mediana velocidad: 35%
- d) Carrera de alta velocidad: 8%
- e) Sprint: 0,6%

En la actividad física del futbolista durante un partido se efectúan aproximadamente 1.100 cambios de ritmo, con posesión de la pelota por 0,3 a 3,1 minutos por vez. (6)

2.2 *Características fisiológicas cardiológicas del futbol:*

El desarrollo de la capacidad aeróbica del jugador de fútbol no es elevado, pero condiciona su capacidad de sostener actividad física de alta intensidad y de breve duración, de componente predominantemente anaeróbico, por períodos prolongados en la competencia. (7)

No sólo la adaptación fisiológica a las cargas físicas de entrenamiento para el desarrollo de dichos sistemas energéticos sostiene el rendimiento del futbolista, sino también lo manifestado en tiempo y espacio durante la ejecución de acciones y movimientos que depende de sus capacidades neuromusculares y su coordinación motora.

Corresponde, entonces, una evaluación integral de la adaptación en la capacidad de los sistemas fisiológicos energéticos y neuromusculares del futbolista, que comprenda pruebas aeróbicas de consumo de oxígeno y anaeróbicas de alta intensidad, tanto en campo de entrenamiento como en el laboratorio de la cardiología del deporte.

La participación de los sistemas energéticos es en un 40% aeróbico y en un 60% anaeróbico y la fuerza es potencia en un 60% y resistencia en un 40%. (7)

3. ADAPTACIONES CARDIOVASCULARES EN EL ATLETA DE ALTO RENDIMIENTO

Las adaptaciones cardiovasculares difieren respecto al tipo de deporte en el cual se recibe entrenamiento. A diferencia del ejercicio dinámico, en donde predomina el incremento de la carga de volumen sobre el ventrículo izquierdo, en el ejercicio estático prevalece la carga de presión y la poscarga. Se distingue también por que el entrenamiento dinámico produce un aumento mucho mayor en el consumo máximo de oxígeno $VO_2\text{max}$ a partir del incremento en el gasto cardiaco y la diferencia arteriovenosa de oxígeno. (8)

Debido a los cambios hemodinámicos, hasta 50% de los deportistas de alto rendimiento presenta remodelado en estructuras miocárdicas que, en conjunto, se conocen como *corazón del atleta*. (9)

Adaptaciones en el ventrículo izquierdo

Comparados con la población sedentaria del mismo género y grupo etario, los atletas adecuadamente entrenados pueden tener un aumento del diámetro del ventrículo izquierdo (VI), y aunque el grosor de las paredes puede ser hasta un 10 a 20% mayor, rara vez sobrepasa los 12 mm. Estos cambios pueden presentarse gradual o rápidamente después del inicio de un programa bien estructurado.

Según el registro del Instituto de Medicina del Deporte y ciencia, en Roma, los cambios en la masa ventricular son mucho mayores en los atletas de alto rendimiento que practican remo o ciclismo. En el subgrupo de atletas de élite en remo, Baggish y colaboradores describen que el grosor de la pared del VI puede llegar a ser de 13 a 15 mm. (10)

Hay pocos datos respecto a los atletas que practican deportes de ultrarresistencia, como el triatlón, en donde se supone que existe un estímulo más intenso. También hay controversia respecto a si en los deportes con predominio del entrenamiento de la fuerza como la halterofilia, sólo se presenta hipertrofia del VI. (11)

Debe tomarse en cuenta siempre la somatometría y la raza, pues el grosor de las paredes del VI tiende a ser mayor en los atletas de más altura o en los que tienen orígenes afrocaribeños. Las mujeres atletas presentan cuantitativamente menor remodelación miocárdica, inclusive al ajustarse para la superficie corporal. (12)

La fracción de expulsión del VI permanece dentro de los valores normales, pero en estudios recientes parece haber una mejor calidad de la contracción al analizarse mediante estudios ecocardiográficos más sensibles como el grado de deformación miocárdica (strain) o Doppler tisular. (13)

Adaptaciones en el ventrículo derecho

A partir de datos obtenidos por ecocardiografía y resonancia magnética, los atletas de resistencia pueden presentar un aumento en el tamaño de la cavidad del ventrículo derecho (VD) y una tendencia a mayor grosor de la pared libre. (14)

Adaptaciones en la aurícula izquierda

El registro de Pellicia y cols, con 1777 atletas altamente entrenados, documentó que hasta 20% de éstos tenía un diámetro anteroposterior >40 mm, sin asociarse a mayor incidencia de arritmias supraventriculares. (15). Se sospecha que existe relación directa con el grado de entrenamiento dinámico, así como con la edad mayor en los atletas. (16)

Adaptaciones en la aorta

Existe evidencia que apoya un aumento en la dimensión de la aorta ascendente o su arco en los atletas con entrenamiento predominante de la fuerza, pero otros datos indican una mayor dimensión del arco aórtico en los atletas de alto nivel aeróbico. El punto concordante es que ningún informe ha documentado que las dimensiones sobrepasen el límite normal de 40 mm en el arco aórtico. (12)

Mecanismos moleculares de las adaptaciones cardiovasculares en el atleta

Los cambios miocárdicos implican mecanismos que resultan en una mejor adaptación a los fenómenos de isquemia/reperfusión, como consecuencia de la mayor protección antioxidativa y mejoría en las funciones sistólica y diastólica. Se observa activación de la vía del fosfatidilinositol-3 fosfato (p110 α) que atenúa la expresión de la hipertrofia patológica, optimiza la captación de calcio en el cardiomiocito, e inhibe el sistema catabólico de ubiquitina-proteosoma. (17)

Los efectos vasculares se basan en la mejoría de la vasodilatación arterial mediada por flujo de arterias de mediano y gran calibre, mayor control biogénico y vasodilatación metabólica en arterias de pequeño calibre, así como en las arterias pulmonares. También hay más movilización de progenitores vasculares para mayor regeneración vascular.

4. RESPUESTA CARDIOVASCULAR AL EJERCICIO FÍSICO

Los cambios súbitos y temporales en la función cardiaca causados por el ejercicio o los cambios funcionales que ocurren cuando una persona realiza ejercicio y que desaparecen rápidamente después de finalizado el mismo, se denominan *respuesta al ejercicio*.

Se define la *adaptación* al entrenamiento como la variación de la estructura o de la función, o ambas ya sea de un órgano o del organismo en su conjunto, que determina una mejor respuesta frente a un mismo estímulo. (18)

4.1 Respuesta del organismo al ejercicio físico

La respuesta cardiovascular al ejercicio sigue el modelo general de respuesta al ejercicio, es decir, el desequilibrio en la homeostasis provocado por el ejercicio, es captado por distintos receptores, los cuales estimulan vías de respuesta compleja que transmiten señales a órganos diana; estos últimos, a su vez, responden con cambios funcionales que intentan devolver la normalidad al medio interno. Este mecanismo se denomina *regulación feedback* o *retroalimentación*, ya que los cambios funcionales tratan de cambiar el medio celular hacia una condición opuesta-negativa a la que lleva el estrés, con el objetivo de minimizar los cambios de la homeostasis producidos por el ejercicio. (19)

El corazón y todo el sistema cardiovascular se adaptan a la mayor demanda metabólica del músculo esquelético durante el ejercicio físico, teniendo los siguientes objetivos:

1. Aumentar el flujo de sangre hacia los músculos en actividad; es decir, incrementar el aporte de oxígeno (O_2) y nutrientes necesarios para la generación de adenosintrifosfato (ATP).
2. Mantener el equilibrio de la homeostasis mediante la eliminación de productos de desecho, que son generados por el incremento de la actividad muscular (anhídrico carbónico e hidrogeniones).
3. Colaborar en la termorregulación mediante la eliminación del calor generado por la actividad muscular (20)

Así, el aparato respiratorio y el sistema cardiovascular aumentan su actividad para “suministrar” el oxígeno suficiente a las necesidades del individuo, a la vez que eliminan el bióxido de carbono. Al mismo tiempo, el metabolismo “acelera” las vías de obtención de energía. Las variables principales que permiten el aporte del O_2 son el gasto cardiaco (GC), la ventilación (V_e) y la concentración de hemoglobina (Hb). (19)

El resultado final de la respuesta integrada del sistema cardiovascular y el aparato respiratorio permite a los tejidos consumir el oxígeno (VO_2) en función de sus necesidades metabólicas. En reposo, el VO_2 de todo el organismo, en conjunto, es de

alrededor de 300mL/min en valores absolutos, o de 3.5 mL/kg/min (1MET) en valores relativos al peso corporal. En esfuerzo, el VO_2 se incrementa proporcionalmente a su intensidad, hasta alcanzar valores de 10 a 15 veces los de reposo (de 300mL/min en reposo a 4500mL/min en esfuerzos máximos en sujetos jóvenes entrenados). (20)

4.2 Ejercicio dinámico

En este ejercicio se utilizan grandes grupos musculares que se contraen de forma rítmica. A medida que se incrementa la intensidad, aumenta el VO_2 y la consiguiente eliminación del CO_2 (VCO_2).

Los incrementos proporcionales del VO_2 y el VCO_2 son la consecuencia del funcionamiento integrado del sistema cardiovascular, aparato respiratorio y metabolismo. Debido a que conduce a un importante incremento en la capacidad funcional, se le denomina también *ejercicio de resistencia* o *cardiovascular*, un término más preciso sería *cardiorrespiratorio*. Este tipo de esfuerzo utiliza la vía aeróbica del metabolismo para la obtención de energía. (20)

4.3 Respuesta cardiovascular al ejercicio dinámico

Entre los cambios funcionales cardiovasculares relativos al ejercicio se produce inicialmente una “respuesta de anticipación del ejercicio”. De manera concreta, se origina una modificación del sistema nervioso autónomo (aumento del tono simpático y descenso del tono vagal), que inicia de manera inmediata la respuesta cardiovascular: aumento ligero de FC, de la contractilidad miocárdica y de la tensión arterial preejercicio. Esta respuesta es resultado de la acción de los sistemas de control del sistema nervioso central (SNC). Una vez iniciado el esfuerzo, la necesidad inmediata del organismo es recibir un mayor flujo sanguíneo en los músculos activos, lo que se consigue a través de un aumento y redistribución del GC, mediante la vasodilatación de las zonas activas (tejidos muscular, esquelético y cardíaco) y vasoconstricción de las no activas (aparato digestivo, hígado y riñones).

4.4 Incremento del gasto cardíaco

El GC aumenta durante la actividad física ya que los dos factores de los que depende, la FC y el volumen sistólico (VS), se incrementan durante el ejercicio. Este incremento del GC es directamente proporcional a la intensidad del ejercicio hasta en 60 a 70% del VO_{2max} , intensidad a partir de la cual se pierde la linealidad y tiende a estabilizarse en sus parámetros máximos a una intensidad de trabajo que se aproxima al 80% de la potencia aeróbica máxima. En esfuerzos de alta intensidad, el GC tiende a disminuir por la taquicardia excesiva, que disminuye el llenado diastólico y el VS. (21, 22)

El incremento de la FC depende de la coordinación del sistema neurovegetativo sobre la actividad intrínseca de las células del marcapaso, y es un parámetro fundamental para el aumento proporcional del GC durante el ejercicio dinámico. La causa del

incremento de la FC es la estimulación simpaticoadrenal, al tiempo que se produce una inhibición del parasimpático, que depende de la intensidad del ejercicio. (18)

La respuesta cardiaca al esfuerzo es compleja y requiere la interacción de la precarga, la FC, la poscarga y la contractilidad.

4.5 Efectos fisiológicos del entrenamiento aeróbico

El metabolismo aeróbico es fundamental en la vida diaria y muy importante en todos los deportes. Uno de los principales cambios debidos al entrenamiento aeróbico es la mejora de un 5 a 30% del $VO_2\text{max}$ en función de los niveles previos al empezar el entrenamiento. (23)

El umbral anaeróbico se encuentra aproximadamente al 60% del $VO_2\text{max}$ en sujetos no entrenados, y al 75% del $VO_2\text{max}$ en entrenados. (19)

4.6 Cambios durante ejercicios máximos

El entrenamiento físico aumenta la capacidad de trabajo. El $VO_2\text{max}$ varía dependiendo ciertos factores, situándose en un rango de 5 a 20%. Este incremento se debe a una mayor capacidad de cesión de oxígeno a la fibra muscular ejercitada, a través de un aumento del GC y a un incremento en la capacidad de extracción de oxígeno desde la sangre por los músculos ejercitados. (24). El GC se incrementa en forma similar al $VO_2\text{max}$. Ya que la FC máxima no se modifica o disminuye ligeramente con el entrenamiento, el aumento del GC se debe a un aumento del VS. Los valores del GC alcanzados son de 14 a 16L/min en sujetos no entrenados, de 20 a 25L/min en sujetos entrenados, y >40L/min en atletas de resistencia con alto nivel de entrenamiento.

5. ADAPTACIONES CARDIOVASCULARES EN EL FUTBOL

La intensidad media relativa del ejercicio físico durante una actividad de fútbol competitivo es de aproximadamente del 70% del consumo máximo de oxígeno.

La intensidad del esfuerzo, el consumo máximo de oxígeno y la frecuencia cardíaca tienen una relación directa y positiva con la capacidad aeróbica, principalmente lineal entre el 50% y el 80% de la frecuencia cardíaca máxima.

El jugador de fútbol efectúa ejercicios de baja y alta intensidad en forma intermitente, sosteniendo la mayor parte del tiempo una frecuencia cardíaca de entre 150 y 190 latidos por minuto, estimándose el umbral anaeróbico en el 90% de la frecuencia cardíaca máxima medido con prueba ergométrica de máximo consumo directo de oxígeno.

El control adecuado de la intensidad de la carga de entrenamiento y de las pruebas de evaluación del rendimiento físico en campo y laboratorio en un jugador de fútbol se efectúa por las modificaciones comparativas en el tiempo, por medio de la frecuencia cardíaca.

La frecuencia cardíaca depende de la función máxima de cada jugador de fútbol, por sus propios ritmos de adaptación y capacidad genética para el ejercicio; es uno de los registros más sencillos e informativos que refleja la respuesta del organismo a la intensidad del ejercicio físico.

La frecuencia cardíaca máxima permanece relativamente estable durante el ciclo anual de entrenamiento y actividad competitiva, útil en la determinación de la intensidad de la carga de entrenamiento aeróbico de alta intensidad o anaeróbico. Teniendo en cuenta la respuesta anticipatoria de la frecuencia cardíaca basal para determinar el ritmo de reserva cardíaca en relación con la frecuencia cardíaca máxima, el análisis de la curva dinámica de la frecuencia cardíaca submáxima durante el ciclo anual competitivo puede utilizarse para evaluar el desarrollo de la adaptación en la resistencia cardiorrespiratoria a una intensidad determinada de la carga, el tiempo y la velocidad del desplazamiento. Un estado estable más bajo de la frecuencia cardíaca a un ritmo determinado de esfuerzo submáximo expresa una mayor aptitud en la resistencia cardiorrespiratoria. En la máxima intensidad de la carga se producen la estabilización y la caída de la frecuencia cardíaca máxima tratando de optimizar el gasto cardíaco por la reducción del volumen sistólico.

En exámenes electrocardiográficos del futbolista se han observado diferencias con los efectuados a sedentarios de similar edad. Se encontraron diámetros diastólicos más elevados, aunque el espesor septal y de la pared posterior fue similar a los sedentarios.

Asimismo, se demostró mayor variabilidad en la frecuencia cardíaca del futbolista estudiado con Holter de 24 horas. (25)

La FC media durante un partido de fútbol oscila aproximadamente entre 165–175 ppm. (26)

En los adultos jóvenes (20 a 35 años) es donde encontramos la mayor parte de los futbolistas de alto rendimiento. En el análisis de este grupo etario debemos tener en cuenta que las causas más frecuentes de muerte súbita son: miocardiopatía hipertrófica, anomalías congénitas de las arterias coronarias, rotura de la aorta (síndrome de Marfan), displasia arritmogénica del ventrículo derecho, coronariopatía (poco probable en ausencia de factores de riesgo).

Debe considerarse la incidencia de preexcitación ventricular, valvulopatías, miocarditis y otras entidades mucho menos frecuentes como amiloidosis, sarcoidosis y tumores.

En los adultos (35 a 60 años), la enfermedad coronaria comienza a aparecer como causa más frecuente de muerte súbita durante el ejercicio. Se ha demostrado la relación entre un ejercicio vigoroso en personas no habituadas y el desencadenamiento del infarto de miocardio. (27)

En este grupo poblacional encontramos mayormente a futbolistas recreacionales y en menor prevalencia a competitivos recreacionales.

En los adultos mayores (más de 60 años) sólo encontramos deportistas recreacionales y aquí la prevalencia en patología cardiovascular es dominada por la enfermedad coronaria y sus factores de riesgo.

En deportes de resistencia, la determinación de la capacidad aeróbica a través de pruebas ergométricas con consumo directo de oxígeno o prueba ergométrica cardiopulmonar sigue siendo la “regla de oro” para determinar el consumo de oxígeno máximo ($VO_{2m\acute{a}x}$) y el umbral anaeróbico en el entrenamiento aeróbico de alta intensidad. (2,28).

Las pruebas indirectas tanto en cinta ergométrica como en campo necesitan el registro continuo y comparativo de la mayor cantidad de indicadores de aptitud y rendimiento físico para mejorar sus resultados.

Entre ellas, las más utilizadas son la FC submáxima, máxima y de recuperación, el tiempo de permanencia en la prueba, la distancia recorrida, la velocidad de desplazamiento y la concentración de lactato en sangre posprueba sobre distancias fijas. (29).

La intensidad del esfuerzo, el consumo de oxígeno y la FC tienen una relación directa y positiva con la capacidad aeróbica ($VO_{2m\acute{a}x}$), principalmente lineal entre el 50% y el 85% de la FC máxima. En pruebas indirectas de $VO_{2m\acute{a}x}$, tanto en cinta ergométrica como en campo de entrenamiento, el registro continuo de la FC tiene un comportamiento lineal a la intensidad de la prueba hasta velocidades submáximas y brinda información importante para el entrenamiento aeróbico tomando porcentajes de intervalos de la $FC_{m\acute{a}x}$ alcanzada. (30)

La FC depende de la capacidad máxima de cada deportista, por sus propios ritmos de adaptación e intensificación compensadora de las funciones neurovegetativas ante cambios en el medio interno durante las cargas físicas. (7)

Una FC submáxima menor para igual intensidad de esfuerzo indica una adaptación mayor en la resistencia cardiorrespiratoria, que incrementa el intervalo de reserva de FC hasta la máxima, lo que le permite al deportista sostener mayor intensidad y duración en cargas predominantemente aeróbicas. (31)

El registro continuo de la FC durante el incremento gradual en las pruebas ergométricas o de campo permite determinar intervalos de reserva de FC submáxima, máxima y de recuperación en relación con el tiempo, la velocidad de desplazamiento y la distancia para evaluar adaptación física en la resistencia y programar cargas de entrenamiento de intensidad aeróbica baja y alta. (32, 33, 34, 35)

Los factores del rendimiento del futbolista se relacionan con la producción energética de los procesos aeróbicos y anaeróbicos. Una función neuromuscular adecuada de fuerza, coordinación y técnica en los movimientos, factores fisiológicos de regulación, abastecimiento, transporte, amortiguación y coordinación de las funciones de diferentes sistemas, así como de las funciones de adaptación cardiovasculares, respiratorias y nerviosas centrales, determinan el proceso del desarrollo de la adaptación fisiológica a su modalidad deportiva. (36)

Los índices de la resistencia cardiorrespiratoria disminuyen luego de 2 a 3 semanas de actividad reducida junto con la flexibilidad, mucho más rápidamente que la resistencia, la fuerza y la potencia muscular. (1)

La evaluación luego del período de mantenimiento durante el receso competitivo, y antes del ingreso del deportista al período de reconstrucción de pretemporada, posibilita determinar el nivel de rendimiento inicial en la planificación de la intensidad y el volumen de las cargas de entrenamiento. (37, 38, 39)

La FC_{máx} es el índice clínico que mejor se relaciona con el consumo miocárdico de oxígeno. La diferente intensidad de la carga física continua o intermitente en prueba aeróbica ergométrica o de campo permite interpretar los componentes de la curva dinámica de la FC en forma comparativa durante la adaptación física al entrenamiento en el transcurso del ciclo competitivo. Una intensidad gradual en cinta ergométrica posibilita identificar modificaciones más detalladas en la curva dinámica de la FC respecto de la %FC_{máx} y FC_{máx} alcanzada, con un costo energético menor, expresado por una concentración menor de lactato en sangre posprueba, para evaluar la adaptación en la resistencia cardiorrespiratoria al entrenamiento aeróbico de baja y alta intensidad. (7)

6. HALLAZGOS ELECTROCARDIOGRÁFICOS Y ADAPTACIONES ELECTROCARDIOGRÁFICAS EN FUTBOLISTAS

Aunque la mayoría de los atletas tiene trazos electrocardiográficos normales, algunos informes indican que hasta 40% puede presentar morfologías que podrían interpretarse como anormales. Hallazgos frecuentes son: bradicardia sinusal, ritmo de la unión, bloqueo incompleto de rama derecha del Haz de His, bloqueo auriculoventricular de primer grado, repolarización precoz, voltaje alto en el QRS, inversión de la onda T en algunas derivaciones, y ondas Q profundas pero angostas. (4)

Estos hallazgos tienen una mayor prevalencia en los atletas varones, en la raza negra y en aquellos que hacen deportes dinámicos, en especial cuando la intensidad de entrenamiento es alta. Por ello, en el subgrupo de los atletas de élite o alto rendimiento, la prevalencia de trazos que rayan en la anormalidad, puede llegar a ser de 15%. (40)

En el Centro de Medicina del Deporte de Córdoba España del año 2006 al 2010, se valoraron ECG de reposo de 1.200 deportistas de ambos sexos, siendo el 71,2% hombres y el 28,8% mujeres. Los participantes practicaban distintas modalidades deportivas (más de 30 disciplinas) con diferentes niveles de rendimiento y dedicación, todos ellos deportistas federados. Los deportes más practicados fueron los que tenían un componente dinámico alto. La edad media fue de $24,0 \pm 15,6$ años. El principal hallazgo fueron los trastornos de la repolarización (41.4%), seguido de bloqueo incompleto de rama derecha del haz de his (37.8%), crecimiento ventricular izquierdo por voltaje por Sokolow (33.7%), bloqueo AV 1er grado (3.1%), bradicardia sinusal severa (1.2%), Wolff-Parkinson-White (0.3%), bloqueo AV 2° Mobitz 2 (0.2%). (41)

En Argentina en el año del 2003 se efectuó un electrocardiograma de reposo a 174 futbolistas con edad promedio de 23,7 años (entre 18 y 35 años). Los hallazgos fueron los siguientes: ritmo sinusal en todos los jugadores, ritmo de la unión A-V en 1 trazado (0,57%) (asumió el ritmo sinusal con hiperventilación), latidos de la unión A-V: 2 (1,14%), bradicardia sinusal: 111 (63,8%), FC entre 51 y 60 lpm: 89 (51,14%), entre 40 y 50 lpm: 22 (12,64%), PR mayor de 200 mseg: 7 (4,02%), QRS mellado (rSr') con duración inferior a 100 mseg en V1 y/o V2: 49 (28,16%), elevación del punto J y segmento ST entre 1 y 3 mV de V1 a V2-V3: 74 (42,52%), ondas T negativas en precordiales izquierdas: 5 (2,87%), ondas T negativas cara inferior: 2 (1,72%), preexcitación ventricular: 1 (0,57%) y extrasistolia ventricular aislada: 1 (0,57%). No se registraron trastornos de conducción A-V de segundo o tercer grado, bloqueos completos de rama derecha o izquierda ni hemibloqueos izquierdos. (26)

Repolarización precoz

Se define a la RP como aquella elevación del segmento ST que se inicia al final del QRS y el comienzo del ST (punto J) el cual tiene una concavidad superior y se acompaña de ondas T altas y asimétricas en por lo menos 2 derivaciones contiguas. Esta alteración se localiza frecuentemente en las derivaciones V2-V4, además existe depresión recíproca del segmento ST en aVR y está frecuentemente asociado a un intervalo QT corregido más corto que lo normal. Esta alteración es comúnmente vista

en individuos jóvenes (27,5%) especialmente con predisposición a la vagotonía y en el sexo masculino (77%). También se observa en atletas, consumidores de cocaína, infarto agudo de miocardio, pericarditis, miocardiopatía hipertrófica obstructiva, defectos y/o hipertrofia del septum interventricular y en trastornos de conducción ventricular y en trastornos de conducción intraventricular. (42)

Para evitar confusión con la patente electrocardiográfica comúnmente vista en atletas entrenados (elevación del punto J + elevación del ST en V2-4), el término “síndrome de elevación de la onda J inferolateral” es probablemente más apropiado para la RP asociada con FV. Un estudio reciente demostró que la RP es cuatro veces más prevalente entre atletas con una historia de paro cardíaco que entre atletas sanos. El estudio poblacional más importante hasta la fecha es el de Tikkanen y colaboradores quienes evaluaron la prevalencia y pronóstico de la RP en 10.864 sujetos (44+/- 8 años), concluyendo que la RP en las derivaciones inferiores con un segmento ST horizontal / descendente y una amplitud del punto J >0,2mV está asociada con un alto riesgo de muerte arrítmica. (43)

6.1 Adecuada interpretación del electrocardiograma en el atleta:

Corrado y colaboradores analizaron el comportamiento del ECG en dos grupos: 260 individuos con miocardiopatía hipertrófica y 1005 atletas. Se encontró, al menos, una alteración del ECG en 94.6% de los enfermos y en 81.3% de los atletas. Dentro de los pacientes con MCH, sólo 5.4% tenía un ECG normal y 1.9% presentaba sólo criterio de voltaje para Hipertrofia Ventricular Izquierda, pero la mayoría tenía al menos una o más de las siguientes alteraciones: repolarización anormal (80%), ondas Q patológicas (39.6%), dilatación auricular izquierda (28.8%), alteraciones en la conducción intraventricular (27.3%) y desviación del eje hacia la izquierda (3.5%). (44)

La inversión de las ondas T en dos o más derivaciones precordiales es inusual en atletas (sólo 4%), debiendo recordar que pueden presentarse en enfermedades como caqrdiomiopatías, canalopatías, enfermedad isquémica y valvulopatía aórtica. En la inversión de ondas T en derivaciones precordiales derechas debe descartarse la presencia de displasia arritmogénica del ventrículo derecho. (45)

Entre los atletas, el criterio de voltaje para Hipertrofia Ventricular Izquierda se presentó en 40%, mucho menos frecuente las ondas T negativas (2.7%), ondas Q significativas (1.7%) y criterios de Hipertrofia Ventricular Izquierda que no son de voltaje (1.3%). Si el criterio de voltaje en el QRS se toma como dato único para el diagnóstico de HVI, la proporción de falsos positivos es hasta de 40%; por tal razón, la *European Society of Cardiology*, en sus recomendaciones del 2010, sustrajo este criterio cuando se pretendía solicitar otros estudios. Esta medida logró mantener un aumento en la sensibilidad (91%) y especificidad (90 a 95%) de la prueba, y así reducir los falsos positivos de 16 a 10%.

En base a su experiencia con más de 20 000 pacientes, Papadakis y colaboradores sugieren incluir, como variante normal, la presencia de criterios de crecimiento de la

aurícula izquierda con o sin asociación al criterio de voltaje en el QRS como únicos datos sugerentes de crecimiento ventricular izquierdo. También sugieren tomar como variante normal la presencia de BRDHH. Con esto logran que los falsos positivos del ECG lleguen hasta un 2%, sin reducir la sensibilidad del 91%. (45)

Los criterios recomendados se basan en una población predominantemente adulta, caucásica (99%), que incluyó solamente un 25% de mujeres; por lo tanto, no debería generalizarse hacia los subgrupos de atletas adolescentes o afrocaribeños. En adolescentes, hasta un 4% presenta T negativas en derivaciones anteriores, y las ondas T melladas pueden imitar el QT largo tipo 2.

El patrón de repolarización temprana se presenta hasta en 50% de los atletas, pudiendo estar relacionado con la edad (mayor en jóvenes) y el tono vagal, pues tiende a disminuir durante el ejercicio. Las morfologías que deberían indicar sospecha de un proceso patológico son: la presencia añadida en el complejo QRS de una onda J, o un empastamiento en su porción final, en especial al documentarse en derivaciones inferiores. Estas morfologías aumentan de dos a 4 veces la razón del riesgo de muerte de origen cardíaco, probablemente en relación al aumento de TV/FV idiopática. La elevación del ST >2mm es inusual en los atletas, pero no se conoce su impacto. (23)

7. CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO (VO_2 MAX)

El consumo máximo de oxígeno (VO_2 Max) durante el ejercicio, refleja:

1. Es el máximo indicador de integridad del sistema cardiovascular.
2. La capacidad del corazón, los pulmones y la sangre para transportar oxígeno hacia los músculos que se ejercitan y
3. La utilización del oxígeno por los músculos durante el ejercicio.

El consumo máximo de oxígeno se considera como la mejor medición singular de la resistencia cardiorrespiratoria y la capacidad aeróbica.

El consumo máximo de oxígeno (VO_2 Max) es la cantidad máxima de oxígeno que el organismo puede absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo determinado, es decir, el máximo volumen de oxígeno en la sangre que nuestro organismo puede transportar y metabolizar. (31)

El VO_2 es la tasa de volumen de oxígeno extraído del aire inspirado en un periodo dado, expresado en litros por minuto, y es una variable subrogada de la producción de energía a nivel mitocondrial de todo el cuerpo. Así, a mayor producción de energía, mayor consumo de oxígeno. El VO_2 puede ser definido, desde una perspectiva hemodinámica, como el producto del gasto cardiaco multiplicado por la diferencia arteriovenosa de oxígeno. El consumo máximo de oxígeno (VO_2 max) es el fenómeno fisiológico que se observa cuando el VO_2 ya no continúa aumentando y presenta una meseta, mientras la carga de trabajo sigue aumentando. (20)

El VO_2 máximo y el submáximo se expresan en términos absolutos o relativos. El VO_2 *absoluto* se expresa en litros por minuto o en mililitros por minuto, y representa una medida del costo de energía en las actividades sin tolerancia de peso, como la cicloergometría para piernas y brazos. El VO_2 absoluto se relaciona en forma directa con el tamaño del cuerpo; por ende, los hombres tienen un VO_2 absoluto mayor que las mujeres.

Como el VO_2 absoluto depende del tamaño corporal, el VO_2 se expresa en relación con el peso corporal, o sea en ml.kg.min. El VO_2 max *relativo* también se usa para clasificar el nivel de aptitud cardiorrespiratoria o comparar esos niveles en personas con diversos tamaños corporales. Además puede ser útil para calcular el costo de energía de actividades con tolerancia de peso, como caminata, carrera y escalinata. (46)

El consumo máximo de oxígeno relativo como máximo exponente de la potencia aeróbica de un sujeto no sufre modificaciones significativas durante el periodo de edad de los 15 – 18 años. (47)

Los investigadores han documentado que el VO_2 max aumenta con el entrenamiento físico únicamente durante 8 a 12 semanas, en que se nivela este valor, a pesar de que se prosiga el entrenamiento, incluso con intensidades más altas. Aunque el VO_2 max no

sigue aumentando, los participantes continúan mejorando su capacidad de resistencia (31).

Los cambios más fácilmente apreciables del entrenamiento aeróbico son el aumento de la capacidad para realizar un ejercicio submáximo prolongado y un incremento del $VO_2\text{max}$. Por lo general, el incremento medio del $VO_2\text{max}$ de los estudios que han empleado gran número de personas varía entre el 15% y el 20% (46)

También parece haber un límite superior a la mejoría que puede conseguirse en la potencia aeróbica como consecuencia del entrenamiento. A medida que aumenta el volumen del entrenamiento, parece haber una mejoría proporcional del $VO_2\text{max}$. Finalmente, el aumento de la distancia o duración por sesión de entrenamiento mejorará la potencia aeróbica, a pesar de lo largas y duras que sean las sesiones de entrenamiento. Los factores que regulan este “límite superior” no son del todo conocidos, pero están relacionados con factores inherentes que permiten a algunas personas lograr valores muy altos (ej. 80ml/kg/min), mientras otras se limitan a capacidades aeróbicas por debajo de 50 ml/kg/min a pesar de practicar programas de entrenamiento igualmente rigurosos. (31)

7.1 Factores que influyen en el consumo máximo de oxígeno:

Nivel de acondicionamiento y consumo máximo de oxígeno

Cuanto más alto es el estado inicial del acondicionamiento, menor será la mejora relativa para el mismo programa de entrenamiento. Parece que en deportistas totalmente maduros, el $VO_2\text{max}$ más alto que se puede alcanzar se consigue con un periodo de entre 8 y 18 meses de fuerte entrenamiento de fondo, lo que indica que cada deportista tiene un nivel finito de consumo de oxígeno que puede alcanzarse.

Herencia

Los niveles de consumo máximo de oxígeno dependen de los límites genéticos. Un rango de valores de $VO_2\text{max}$ parece estar predeterminado por la dotación genética de un individuo, y su $VO_2\text{max}$ más elevado alcanzable debe entrar en este rango. Los investigadores han descubierto que los gemelos idénticos (monocigóticos) tienen valores de $VO_2\text{max}$ casi idénticos, mientras que la variabilidad de los gemelos dicigóticos (fraternales) es mucho mayor. (31)

Bouchard y colaboradores han llegado a la conclusión de que la herencia es responsable de entre 25 y 50% de la variación en los valores del $VO_2\text{max}$. (48)

Los deportistas de elite mundial que interrumpen sus entrenamientos de resistencia continúan teniendo valores elevados de durante muchos años en su estado sedentario y desacondicionado. (31)

Edad

La edad también puede influir en el $VO_2\text{max}$. Se estudiaron dos grupos de deportistas ancianos: el grupo de los que mantuvo su intensidad de entrenamiento y el grupo de los

que la redujeron. Para los que continuaron entrenándose con la misma intensidad, la velocidad de declive en el VO_2max se atenuó. Ello indica que las reducciones relacionadas con la edad pueden ser en parte, la consecuencia de una reducción de los niveles de actividad relacionados con la edad. (49)

Altitud

El consumo máximo de oxígeno se reduce conforme crece la altitud. El VO_2max disminuye poco hasta que la PO_2 atmosférica cae por debajo de 131 mmHg. Esto sucede generalmente a una altitud de 1600 m. (31)

Un estudio de Pugh y colaboradores mostró que los hombres con valores de VO_2max de 50ml/kg/min a nivel del mar serían incapaces de hacer ejercicio, o incluso de moverse cerca de la cima del monte Everest, porque sus valores de VO_2max a esta altitud caerían hasta 5ml/kg/min. (50)

Por debajo de los 166 m, la altura parece tener poco efecto sobre el VO_2max y el rendimiento de fondo. Por encima de los 1600 m, el VO_2max se reduce casi un 11% por cada 1000 m de ascenso. (31)

Las reducciones en el VO_2max inmediatamente después de alcanzar cierta altitud mejoran poco durante las varias semanas de exposición a la hipoxia. La capacidad aeróbica en se mantuvo invariable después de permanecer entre 18 y 57 días en puntos situados a gran altura. (51)

7.2 Consumo máximo de oxígeno en fútbol:

Se realizó la medición de consumo de oxígeno directo en 64 futbolistas argentinos. 29 participantes fueron mediocampistas mientras que 35 se desempeñaban como delanteros y defensores. Los arqueros están incluidos en el grupo de defensores. El consumo de oxígeno promedio fue de 60.24ml/kg/min, de los cuales en mediocampistas fue de (61.37ml/kg7min), y en los defensores y delanteros fue de (58.7ml/kg/min). (2)

En un estudio transversal realizado en México con 20 jugadores de la selección mexicana, en rango de edad de 23 a 35 años se determinaron de manera indirecta valores de consumo máximo de oxígeno de (64,4 ml/Kg/min) en promedio, en un rango de 59 a 73 ml/kg/min. (52)

Consumo de oxígeno requerido para la práctica del fútbol. (53)

DEFICIENTE	< 50 ml/kg/min
ADECUADO	50 a 54.9 ml/kg/min
BUENO	55 a 59.9 ml/kg/min
EXCELENTE	60 a 64.9 ml/kg/min
ELITE	≥ a 65 ml/kg/min

8. PRUEBA DE ESFUERZO

Consiste en la estimulación del sistema cardiovascular por medio del ejercicio, ya sea sobre un tapete deslizante o mediante un ergómetro. Esta prueba registra la respuesta hemodinámica del individuo, al ser llevado a un máximo esfuerzo tolerable en el estudio, bajo la supervisión de personal entrenado para la detección oportuna de complicaciones. (54)

La historia de la prueba de esfuerzo proviene desde los inicios del siglo pasado, cuando Willem Einthoven, en 1908, fue el primero en documentar los cambios electrocardiográficos en la cardiopatía isquémica, pero fue en 1932 que Goldhammer y Scherf propusieron la electrocardiografía de esfuerzo como una herramienta diagnóstica para el estudio de la angina de pecho.

Desde entonces, se ha convertido en una pieza clave para el diagnóstico, tratamiento y pronóstico de las enfermedades cardiovasculares. Esto se debe a su reproductibilidad, disponibilidad, bajo costo, un bajo índice de complicaciones, y la gran cantidad de información que puede otorgar. (55)

Seguridad. Aunque se tiene una baja incidencia de eventos infortunados (muerte e infarto de miocardio), la estadística muestra desde un evento por cada 2500 pruebas realizadas, hasta informes de 0.8 por cada 10 000 pruebas. (56)

Disponibilidad. La prueba se puede llevar a cabo con diferentes instrumentos ya estandarizados con este fin: tapete deslizante (banda sin fin), cicloergómetro, ergómetro de brazos. Sin embargo, esto depende de la condición física y estado general de cada paciente. Entre mayor sea la cantidad de músculos involucrados, mayor será el estímulo cardiovascular y la veracidad de la prueba, como es en el caso del tapete deslizante. El uso de cicloergómetro se recomienda para pacientes con limitaciones en las extremidades inferiores. La revisión del individuo y del caso es prioritaria en cada prueba de esfuerzo, pero no disminuye la posibilidad de eventos adversos, y sí prepara para las complicaciones que pudieran aparecer.

La prueba de esfuerzo es una herramienta útil de diagnóstico y pronóstico, que está ampliamente disponible y tiene bajo costo, por lo que se puede considerar como un método en la evaluación de pacientes que quieren iniciar un programa de ejercicio de manera habitual y en quienes se piense que tiene alto riesgo de eventos cardiovasculares. (5)

El uso de la prueba de esfuerzo en individuos asintomáticos ha sido ampliamente criticado por diversas razones, entre las cuales se indica que con esta prueba no es posible identificar estenosis coronarias <50%. La baja prevalencia de la enfermedad en esta población conlleva a un alto número de falsos positivos y, lo más criticado de la prueba de esfuerzo, es que algunos investigadores han encontrado que los pacientes que sufrieron en evento coronario, habían tenido una prueba de ejercicio previamente normal. (57)

Aunque no hay evidencia suficiente sobre el uso de la prueba de esfuerzo en pacientes asintomáticos, diversas asociaciones internacionales de cardiología (entre ellas, la *American Heart Association* y el *American College of Cardiology*) recomiendan, como indicación de clase IIa, la realización de este procedimiento en pacientes asintomáticos diabéticos que vayan a realizar un programa de ejercicio intenso. En la valoración de pacientes con múltiples factores de riesgo cardiovascular (varones mayores de 45 años, mujeres mayores de 55 años) que tengan planeado iniciar un programa de ejercicio, el grado de recomendación es de clase IIIb. (58)

Hay que considerar que la precisión de la prueba de esfuerzo en la detección de enfermedad arterial es limitada en la población general, debido a la baja prevalencia de la enfermedad. Sin embargo, en pacientes asintomáticos con múltiples factores de riesgo cardiovascular, la evidencia empieza a inclinarse sobre el beneficio en su uso. (57, 59)

8.1 Protocolo de Pugh:

El protocolo de Pugh se realiza en una banda sin fin con una elevación única de 1 grado y una velocidad inicial de 4Km/h con etapas sucesivas de 2 kilómetros con una duración de 3 minutos con cada una (2,4,6,8,10, etc.) hasta el final de la prueba, determinándose el VO₂max de manera indirecta, mediante la siguiente fórmula: (60)

$$VO_2\text{max} = (3.656 \times V) - 3.99$$

(Donde V = Velocidad en Km/h)

En un estudio realizado en Cuba a 48 maratonistas para determinar el consumo máximo de oxígeno comparando 3 ecuaciones predictivas de método indirecto y la medición directa. Los resultados obtenidos para el cálculo del consumo máximo de oxígeno a través de la ecuación de Pugh, fueron los que arrojaron los menores porcentajes de error (<1%), con relación al método directo. (61)

PROTOCOLO DE PUGH (inclinación 1%)				
ETAPA	TIEMPO Minutos	VELOCIDAD Km/h	VELOCIDAD Mph	VO ₂ MAX ml/kg/min
I	3	4	2.5	10.634
II	6	6	3.7	17.946
III	9	8	5	25.258
IV	12	10	6.2	32.57
V	15	12	7.5	39.882
VI	18	14	8.7	47.194
VII	21	16	10	54.506
VIII	24	18	11.2	61.818
IX	27	20	12.5	69.13
X	30	22	13.7	76.442

9. DETECCIÓN DE ANOMALÍAS MEDIANTE EL MÉTODO DE TAMIZAJE EN EL ATLETA

Toda práctica deportiva conlleva adaptaciones cardiovasculares en el individuo adepto. La magnitud de estas adaptaciones se manifiesta de forma directamente proporcional a la intensidad y duración del entrenamiento, y puede semejar adaptaciones patológicas en una fracción no despreciable de los atletas, en especial aquellos que pertenecen a grupos de élite. El interés principal es poder diferenciar si las características son adaptaciones fisiológicas o patológicas, debido a que puede relacionarse con eventos adversos cardiovasculares graves. Aunque el tamizaje universal de los atletas cuenta con algunos detractores, especialmente porque la epidemiología de los eventos de muerte súbita en atletas tiene una tasa muy baja, bien sabemos de su impacto social al presentarse en personas “sanas”. La utilidad del cribado se está analizando en estudios prospectivos. (56)

El tamizaje debe incluir un interrogatorio del estado actual de salud, historial de muerte súbita en familiares, al menos, en primer grado de consanguinidad, exploración física y un ECG. Según los datos que se obtenga se podrán realizar estudios complementarios de imagen, del ritmo o invasivos. (62)

Es importante recalcar que en nuestro país será necesario establecer la prevalencia de enfermedad subclínica en los atletas, para definir cuáles serán las mejores herramientas de cribado. La detección de alguna anomalía importante relacionada con muerte súbita como síndrome de Brugada, QT largo, Miocardiopatía hipertrófica, síndrome de Marfán, entre otros; contraindica el deporte de competición de alto nivel. Si la anomalía puede corregirse, después de ofrecer el tratamiento respectivo puede valorarse el reinicio de la actividad deportiva.

La muerte súbita en el atleta joven es poco frecuente, pero trágica y de gran impacto social. La prevalencia varía según la región geográfica, las características poblacionales y las técnicas de registro. Aunque se ha documentado en muchos deportes de competición, parece ser más frecuente en los de mayor intensidad como básquetbol, fútbol asociación y fútbol americano, en el género masculino, así como en individuos con ascendencia afrocaribeña. Las causas cardiovasculares ocupan el primer lugar como factores etiológicos, y de esto se deriva que las organizaciones más importantes inmiscuidas en el deporte y en la salud cardiovascular, recomienden una valoración precompetitiva. Una historia clínica y una exploración física con énfasis en el sistema cardiovascular es una propuesta universal. La *European Society of Cardiology* indica un ECG de 12 derivaciones como parte del sondeo universal en atletas. Esta medida logra aumentar la sensibilidad del cribado preparticipación. El Comité Olímpico Internacional sugiere valoraciones periódicas del estado de salud con el objetivo de detectar condiciones cardiovasculares o no cardiovasculares que atenten la integridad del competidor. (63)

La inclusión del ECG dentro del esquema de tamizaje se basa en el potencial de detección de anomalías, que no se detectan con el simple interrogatorio y

exploración física, aumentando la sensibilidad diagnóstica del tamizaje en un 77%. Especial utilidad tiene la detección de anomalías relacionadas con miocardiopatía dilatada, por ejemplo, 95% de los ECG alterados, problemas en las vías accesorias, QT largo o corto, síndrome de Brugada y cardiomiopatía dilatada, que en conjunto son hasta un 60% las causas de muerte súbita en el atleta. (63)

Algunos autores no están de acuerdo con el cribado en todos los atletas de alto rendimiento, principalmente porque este tipo de programa no cumple con las características que sugiere la Organización Mundial de la Salud para un programa de tamizaje universal, a saber: 1) aplicación a un problema importante en prevalencia para salud pública, y hasta el momento, la tasa de muerte súbita por año en atletas es baja, 2) la epidemiología y la evolución natural de la enfermedad deben comprenderse bien; 3) contar con pruebas debidamente validadas para el tamizaje; algunos informes indican que el ECG posee una sensibilidad y especificidad de 51 y 61%, respectivamente; 4) disponer de estudios aleatorizados sobre la efectividad del programa de cribado, tanto en la prevención de la muerte, como de costo-beneficio. No se sabe si la contraindicación de participar en un deporte, cuando se padecen cardiopatías específicas como la Miocardiopatía hipertrófica, de verdad altera la evolución natural de la enfermedad, pues la mortalidad en personas asintomáticas es de <0.2% por año. Estos autores sugieren que sería mejor enseñar a los atletas la importancia de no ocultar antecedentes familiares, consultar al médico tan pronto haya síntomas relevantes como angina, lipotimias, síncope, disnea, palpitaciones, etc. (64)

En Italia, el sondeo masivo a los atletas se realiza desde 1982, y es el único país en donde se lleva a cabo por normativa de ley. El tamizaje incluye el historial clínico del atleta y su familia en primer grado, una evaluación física general y la realización de ECG de 12 derivaciones. Inicia generalmente entre los 12 y 14 años, lapso en que se empieza la actividad de competición. Si se encuentra alguna anomalía, se deriva al sujeto para una valoración secundaria por parte del cardiólogo y para realizar estudios de imagen. (44)

Una correcta interpretación hace del ECG una herramienta tan útil como la ecocardiografía, como método de tamizaje en el atleta de alto rendimiento.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Un futbolista con nivel elevado de consumo máximo de oxígeno tiene mayores efectos de adaptación fisiológica en el corazón, y por lo tanto un mayor rendimiento deportivo.

Corresponde una evaluación integral de las adaptaciones electrocardiográficas fisiológicas de corazón de atleta en el futbolista, como parte del screening cardiológico básico, y como indicador del nivel de acondicionamiento cardiovascular del mismo.

El consumo máximo de oxígeno ($VO_2\text{Max}$) durante el ejercicio, refleja la capacidad del corazón, los pulmones y la sangre para transportar oxígeno hacia los músculos durante el ejercicio y la utilización del oxígeno por los músculos durante el ejercicio. Uno de los principales cambios debidos al entrenamiento aeróbico es la mejora del $VO_2\text{max}$.

El $VO_2\text{max}$ depende de factores como nivel de acondicionamiento físico, edad, herencia, y altitud.

Mediante la prueba de esfuerzo se registra la respuesta cardiovascular y hemodinámica del individuo, al ser llevado a un máximo esfuerzo tolerable. Y se ha convertido en una pieza clave para el diagnóstico, tratamiento y pronóstico de las enfermedades cardiovasculares. Esto se debe a su reproductibilidad, disponibilidad, bajo costo, un bajo índice de complicaciones, y la gran cantidad de información que puede otorgar.

¿Cuál será el nivel del consumo máximo de oxígeno en futbolistas profesionales determinado por método indirecto mediante la prueba de esfuerzo y su relación con las adaptaciones electrocardiográficas?

III. JUSTIFICACIÓN

Mediante la prueba de esfuerzo es posible determinar el número de adaptaciones electrocardiográficas y el consumo máximo de oxígeno de manera indirecta en futbolistas.

El reconocimiento cardiológico, previo a la actividad deportiva, debe constituir una parte del reconocimiento médico global.

El entrenamiento produce una serie de adaptaciones morfológicas y funcionales cardíacas que se manifiestan en cambios muy diversos en el electrocardiograma del deportista.

Las modificaciones generadas por el deporte de alto rendimiento en el aparato cardiovascular se han descrito en numerosos estudios. Sin embargo, son escasos los datos específicos en jugadores de fútbol profesionales.

El consumo máximo de oxígeno (VO_2Max) determinado a través de pruebas de esfuerzo se utiliza para clasificar el nivel de aptitud cardiorrespiratoria.

No existen estudios en México en donde se analicen juntos el consumo máximo de oxígeno (VO_2max) y las adaptaciones electrocardiográficas en futbolistas.

En el CEMAFyD de la UAEMex se cuenta con los recursos y materiales necesarios para realizar pruebas de esfuerzo, y se realizan continuamente numerosas evaluaciones médicas a futbolistas profesionales, por lo que es factible llevar a cabo éste estudio.

IV. HIPÓTESIS

El jugador profesional de fútbol asociación que tiene un consumo máximo de oxígeno de ≥ 50 ml/kg/min mediante la prueba de esfuerzo, tiene por lo menos 2 adaptaciones electrocardiográficas de corazón de atleta.

Unidad de observación:

Jugadores profesionales de fútbol asociación

Elementos de la hipótesis

Variables en estudio: Adaptaciones electrocardiográficas y Consumo máximo de oxígeno (VO_2 max)

Relación lógica entre variables: El, tiene por lo menos, dos adaptaciones.

V. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Analizar las adaptaciones electrocardiográficas y determinar el consumo máximo de oxígeno (VO_2Max) en un equipo de futbolistas profesionales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Calcular el consumo máximo de oxígeno (VO_2max) de manera indirecta, mediante la prueba de esfuerzo y clasificar el consumo máximo de oxígeno (VO_2max) requerido para la práctica del fútbol (deficiente, moderado, adecuado, bueno, excelente, elite), por posición y edad. (22)
2. Cuantificar y clasificar los hallazgos electrocardiográficos correspondientes a adaptaciones fisiológicas en los futbolistas, por posición y por edad.

VI. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

- Consumo máximo de oxígeno (VO₂max)
- Adaptaciones electrocardiográficas (ECG)

VARIABLE	DEFINICIÓN TEÓRICA	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICIÓN
Consumo máximo de oxígeno (VO ₂ Max)	Es la cantidad máxima de oxígeno que el organismo puede absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo determinado	Se determina indirectamente mediante la prueba de esfuerzo en banda sin fin con protocolo de Pugh, al 100% de la Frecuencia cardiaca máxima	Variable cuantitativa continua. (ml/kg/min)

VARIABLE	DEFINICIÓN TEÓRICA	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICIÓN
Adaptaciones ECG	Adaptaciones morfológicas y funcionales cardíacas (fisiológicas) debidas al entrenamiento, que se manifiestan en cambios electrocardiográficos	Hallazgos electrocardiográficos encontrados en el electrocardiograma de 12 derivaciones, los hallazgos más esperados son:	
		Bradicardia sinusal (<60 Latidos por minuto) Se determina la frecuencia cardiaca contando el numero de cuadros pequeños que hay entre cada complejo QRS que coincida con una línea gruesa. Y se divide 1500 entre el número de cuadros pequeños, y el resultado es la Frecuencia Cardiaca.	Variable cuantitativa discreta Latidos por minuto (LPM)
		Bloqueo incompleto de rama derecha del haz de hiz (BIRDHH) QRS <0.12 RR' o Patron M del QRS en V1y V3	Variable cualitativa ordinal
		Hipertrofia ventricular izquierda (Índice de Sokolow) S en V1o V2 + R en V5 o V6 = >35mm	Variable cuantitativa discreta
		Repolarización precoz Elevación del punto J ≥0.1mV y ≤0.2mV, de forma concava, acompañado de ondas T altas y asimétricas, en por lo menos 2 derivaciones contiguas	Variable cualitativa ordinal
		Bloqueo Auriculoventricular Grado I Intervalo PR >0.20 Toda P asociada con QRS	Variable cualitativa ordinal

VII. MATERIAL Y MÉTODOS

- Papelería
- Estetoscopio
- Esfigmomanómetro
- Electrocardiógrafo marca Cardioline 60 plus
- Electrodo para monitoreo cardiaco de broche marca 3M Red Dot
- Banda sin fin marca HP Cosmos
- Pulsómetro y banda marca Polar

TIPO DE ESTUDIO

Transversal, descriptivo, observacional.

UNIVERSO DE TRABAJO Y MUESTRA

Población de estudio:

30 Jugadores de Fútbol Asociación de Primera División A Profesional.

- Muestreo intencionado.
- Muestreo No probabilístico por conveniencia.

Lugar:

Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte (CEMAFyD) de la Universidad Autónoma del Estado de México.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Futbolistas profesionales de primera división A, activos.
- Género Masculino
- Edad 19 a 34 años
- Que firmen el consentimiento informado.

CRITERIOS DE NO INCLUSIÓN

- Tener alguna enfermedad orgánica.
- Antecedentes de enfermedad cardiovascular
- Incapacidad musculoesquelética para realizar la prueba
- Que el jugador no desee participar en la prueba de esfuerzo

CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

- Causas relacionadas con la falla del material y equipo de evaluación.
- Crisis anginosa moderada o grave
- Arritmias serias (bloqueo auriculoventricular de tercer grado, fibrilación ventricular, taquicardia ventricular, fibrilación auricular, aumento de extrasístoles ventriculares)
- Lesión o enfermedad aguda el día de la prueba de esfuerzo.
- Que los reportes no estén debidamente requisitados.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

Todos los pacientes (30 futbolistas) acudieron al Centro de Medicina de la Actividad física y el Deporte, donde se les informó de forma detallada acerca de la evaluación a realizar (prueba de esfuerzo en banda sin fin). El paciente (futbolista) recibió la hoja de consentimiento informado, la cual leyó a detalle y firmó estando de acuerdo (ANEXO I).

El médico realizó al paciente la historia clínica completa con énfasis en el sistema cardiovascular, antecedentes heredofamiliares y personales patológicos relacionados (ANEXO II), y exploración física con toma de signos vitales en consultorio médico.

Posterior a la realización de la historia clínica y exploración física, y no habiendo contraindicaciones para la realización de la prueba de esfuerzo, el paciente pasa al área de evaluación de prueba de esfuerzo. En el área de evaluación de prueba de esfuerzo se procede a colocar los electrodos de broche marca 3M Red Dot al paciente con el tórax descubierto: V1 en 4° espacio intercostal línea paraesternal derecha, V2 en 4° espacio intercostal línea para esternal izquierda, V3 entre V2 y V4, V4 en 5° espacio intercostal línea medio clavicular izquierda, V5 en 5° espacio intercostal línea axilar anterior, V6 en 5° espacio intercostal línea axilar media, AVL en región subclavicular izquierda, AVR en región subclavicular derecha, AVF en cuadrante inferior izquierdo de abdomen y Neutral en cuadrante inferior derecho de abdomen; una vez colocados los electrodos se conectarán al electrocardiógrafo de la marca Cardioline 60 Plus y se realiza electrocardiograma de 12 derivaciones en reposo. Se coloca en tórax la banda de pulsómetro marca Polar para la monitorización de la frecuencia cardiaca.

Una vez determinado y analizado el electrocardiograma de reposo, y no existiendo datos electrocardiográficos sugestivos de isquemia o que contraindiquen la prueba de esfuerzo (ejemplo: Síndrome de QT largo, Síndrome de Brugada), se explicó al paciente el procedimiento de la prueba de esfuerzo. Se procedió a realizar la prueba de esfuerzo en banda sin fin marca HP Cosmos para determinación de consumo máximo de oxígeno (VO_2 Max) por método indirecto. La prueba de esfuerzo se realizó con el protocolo de Pugh (ANEXO III) para atletas al 100% de la FCMax. Con registro electrocardiográfico, de frecuencia cardiaca y presión arterial al inicio, al final de cada etapa de 3 minutos, al 1°, 3° y 6° de recuperación.

Los resultados finales se anotan en formato específico (ANEXO IV).

VIII. DISEÑO ESTADÍSTICO

Para el manejo estadístico del siguiente estudio se utilizó estadística descriptiva: medidas de tendencia central.

IX. CONSIDERACIONES ÉTICAS

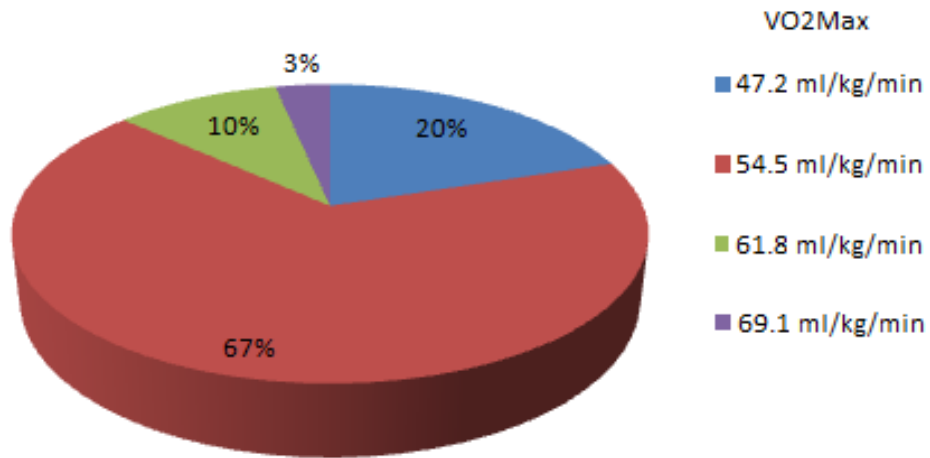
El presente estudio se realizó respetando las normas institucionales, nacionales e internacionales para la investigación en seres humanos. En todos los casos se realizará el estudio después de la lectura y firma de la carta de consentimiento informado (ANEXO I).

El presente estudio se realizó de forma confidencial, con previa autorización del evaluado y firma de la carta de consentimiento bajo información completa de la prueba a realizar, así como de los riesgos que conlleva, y a satisfacción, recordando que las evaluaciones se encuentran normadas de acuerdo a lo establecido en el reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación, así como a las disposiciones en el código sanitario en materia de investigación, acordes a la declaración de Helsinki y sus adecuaciones posteriores.

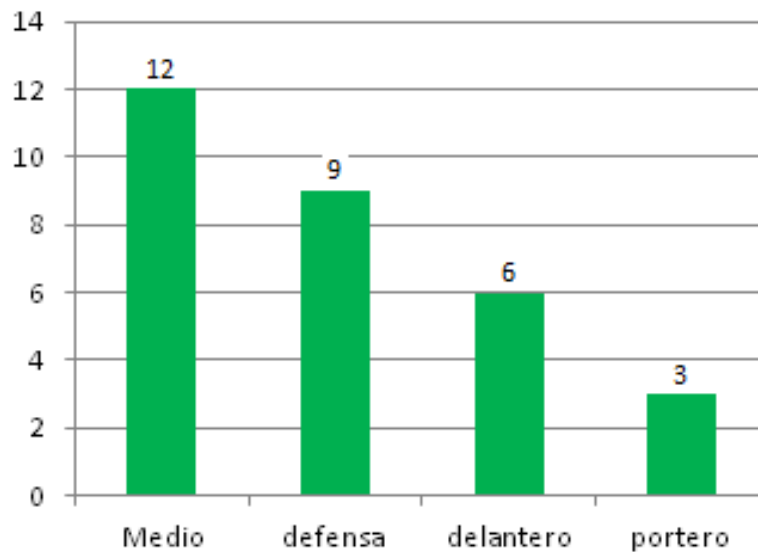
La información generada de la investigación se presentó única y exclusivamente en la tesis, se mantuvo en todo momento el anonimato de los futbolistas participantes.

X. RESULTADOS

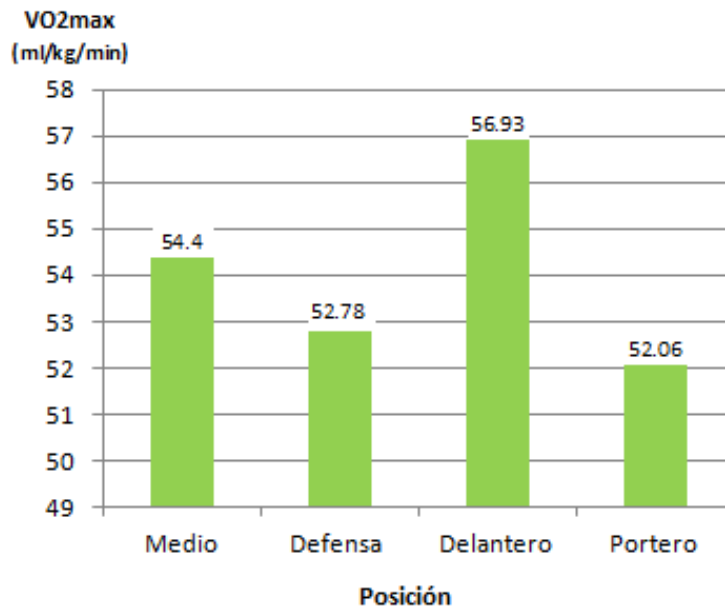
GRÁFICA 1. Consumo máximo de oxígeno ($VO_2\text{max}$) determinado en la prueba de esfuerzo, porcentaje del total de la muestra.



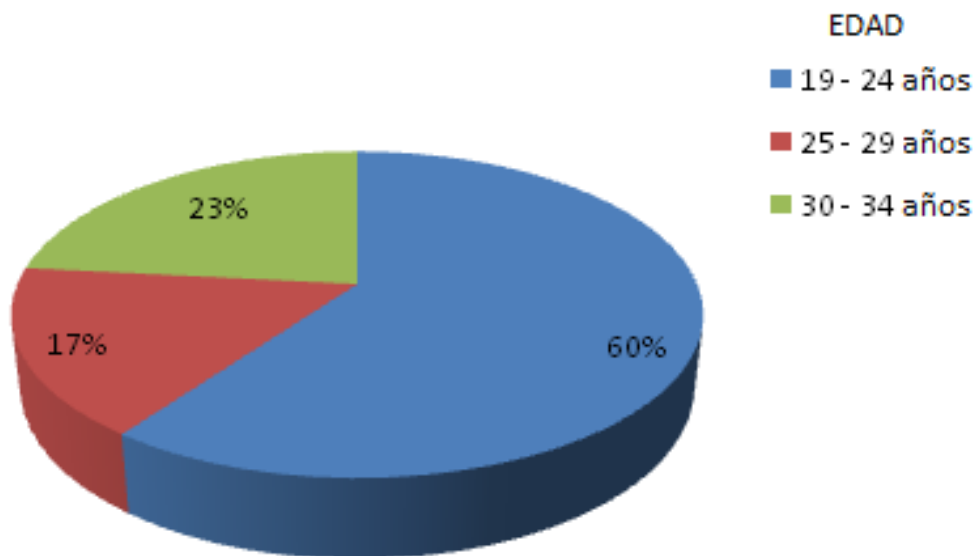
GRÁFICA 2. Número de jugadores del equipo por posición, del total de la muestra.



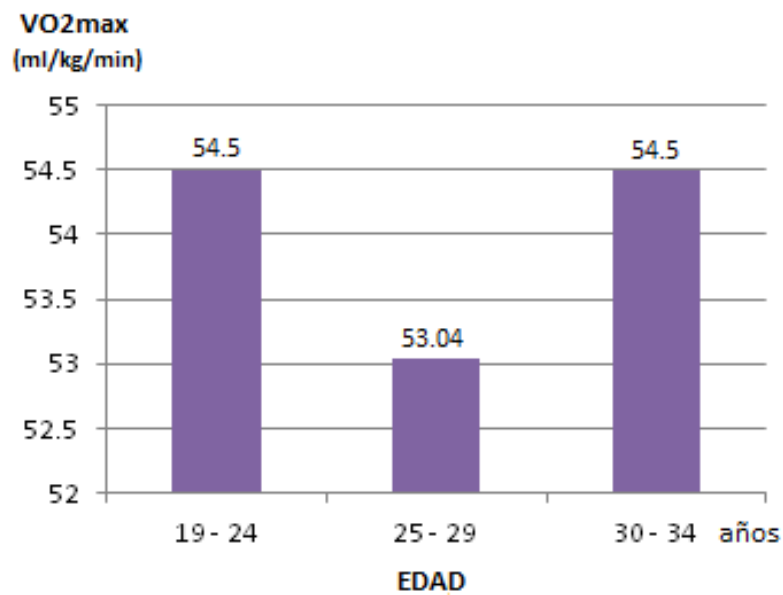
GRÁFICA 3. Consumo de oxígeno máximo (VO₂Max) promedio por posición.



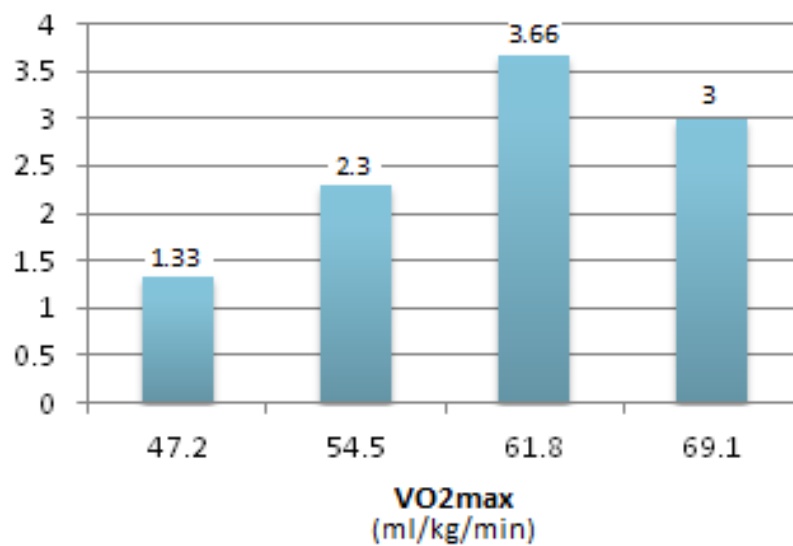
GRÁFICA 4. Porcentaje de futbolistas por rango de edad, del total de la muestra.



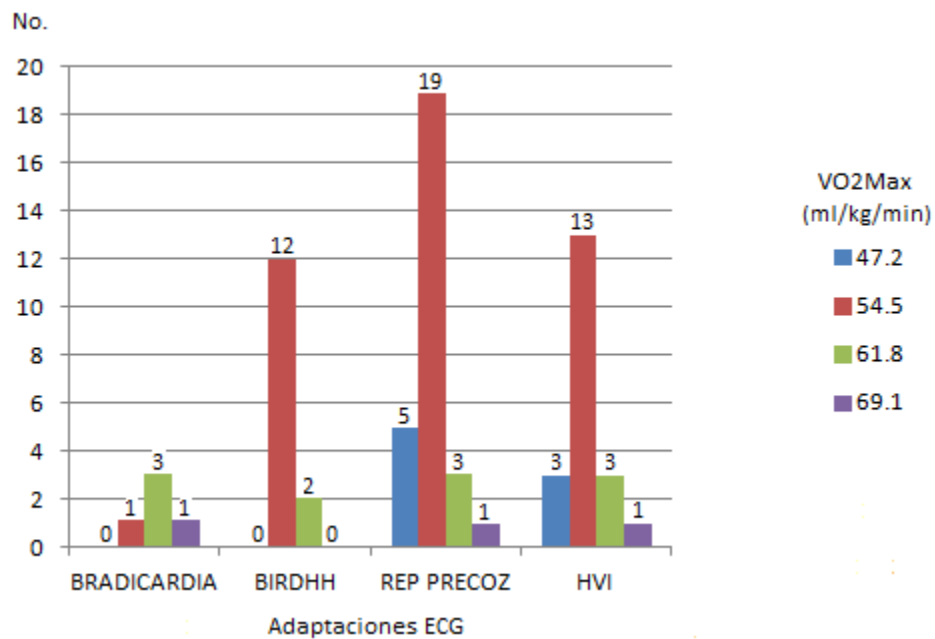
GRÁFICA 5. Consumo máximo de oxígeno (VO₂Max) por rango de edad.



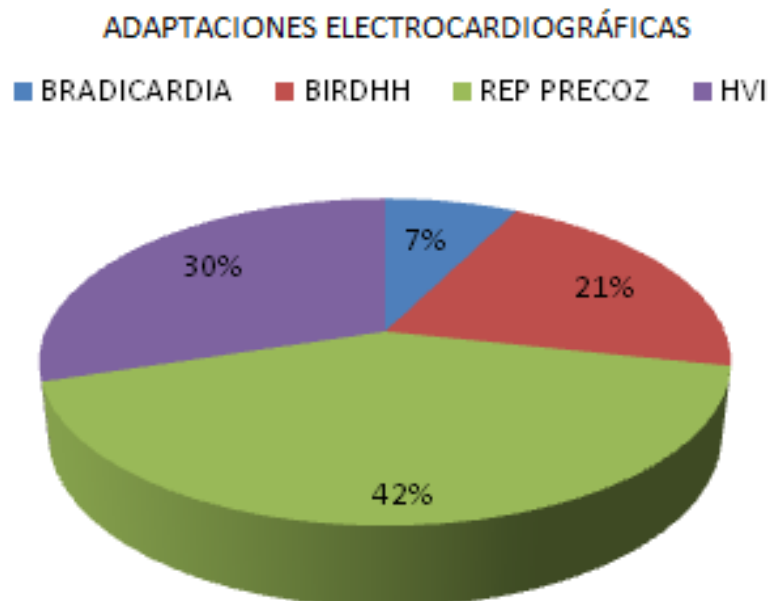
GRÁFICA 6. Número promedio de adaptaciones electrocardiográficas y consumo máximo de oxígeno (VO₂Max) por futbolista.



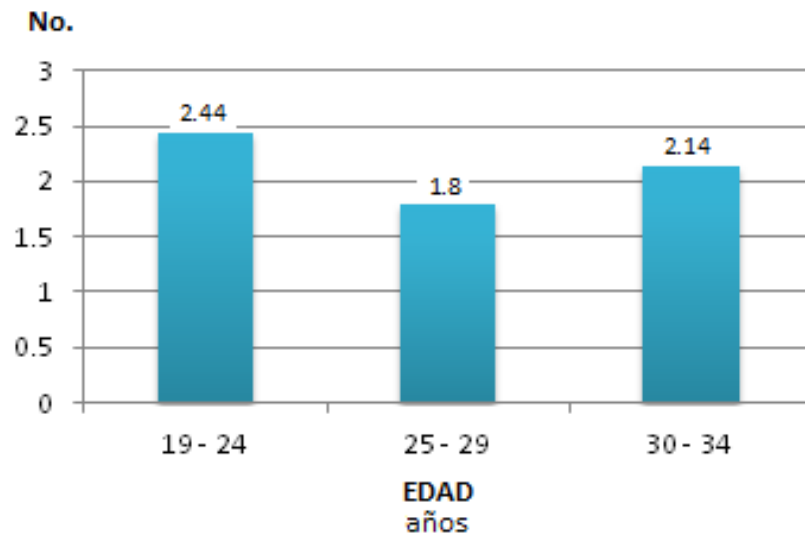
GRÁFICA 7. Número de adaptaciones electrocardiográficas encontradas por tipo y consumo máximo de oxígeno (VO₂Max), del total de la muestra.



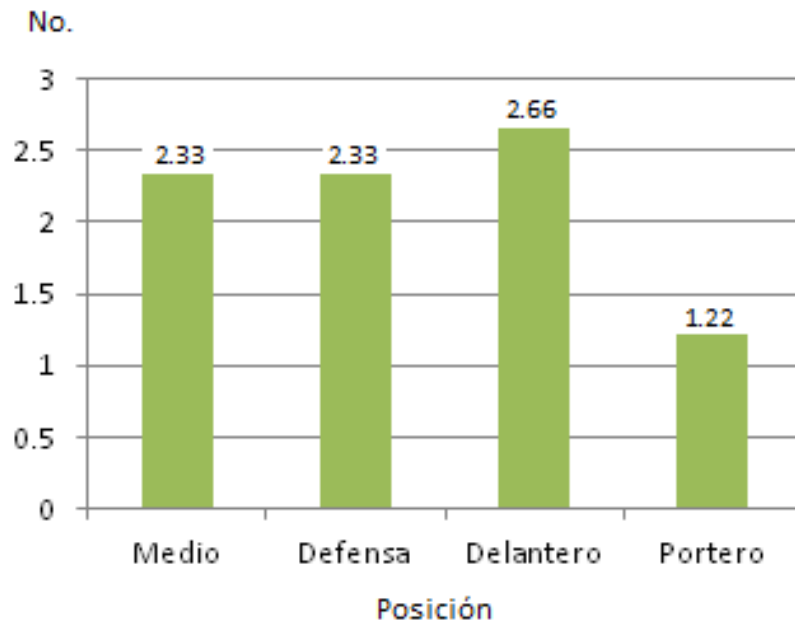
GRÁFICA 8. Adaptaciones electrocardiográficas encontradas, porcentaje del total de la muestra.



GRÁFICA 9. Número promedio de adaptaciones electrocardiográficas, por rango de edad.



GRÁFICA 10. Número promedio de adaptaciones electrocardiográficas, por posición.



XI. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la gráfica 1, se observan los valores de consumo máximo de oxígeno (VO_2Max) del total de la muestra (30 futbolistas), determinados de manera indirecta en la prueba de esfuerzo. 67% (20 futbolistas) de los sujetos evaluados tuvieron un VO_2Max de 54.5 ml/kg/min (adecuado), 20% (6 futbolistas) tuvieron 47.2 ml/kg/min (deficiente), 10% (3 futbolistas) tuvieron 61.8 ml/kg7min (excelente), y 3% (1 futbolista) tuvo 69.1 ml/kg/min (elite). La media del consumo máximo de oxígeno (VO_2Max) del total de la muestra fue de 54.25 ml/kg/min, por lo que se encuentra en el rango de *adecuado* para la práctica de futbol asociación. (53). En comparación con otros estudios donde el VO_2max promedio en 64 futbolistas argentinos fue 60.24ml/kg/min (excelente) (25), y VO_2max promedio en 20 futbolistas mexicanos fue 64.4ml/kg/min (excelente) (52), tomando en cuenta que en estos estudios se evaluaron a diferente altitud y en periodo competitivo.

En la gráfica 2 se muestra el número de jugadores del total de la muestra por posición, de los cuales son 12 medios (40% del total de la muestra), 9 defensas (30%), 6 delanteros (20%) y 3 porteros (10%). Por lo cual la moda del equipo son los medios.

En la gráfica 3 se muestra el consumo máximo de oxígeno promedio (VO_2Max) determinado por posición. Resultando, medios 54 ml/kg/min (adecuado), defensas 54.78 ml/kg/min (adecuado), delanteros 56.78 ml/kg/min (bueno), porteros 52.06 ml/kg/min (adecuado); por lo mencionado anteriormente, la posición que tuvo mayor consumo máximo de oxígeno (VO_2Max) fueron los delanteros (56.78 ml/kg/min) entrando en el rango de bueno, y los que tuvieron menor consumo máximo de oxígeno (VO_2Max) fueron los porteros (52.06 ml/kg/min) en el rango de adecuado para la práctica del futbol asociación.

En la gráfica 4 se determinó el porcentaje de futbolistas del total de la muestra por rango de edad. De 19 – 24 años de edad representan un 60% (18 futbolistas), de los 25 – 29 años un 17% (5 futbolistas), y de 30 – 34 años de edad un 23% (7 futbolistas). Por lo cual la prevalencia se encuentra en el rango de 19 – 24 años de edad. El promedio de edad del total de la muestra fue de 25.06 años.

En la gráfica 5 se determinó el consumo máximo de oxígeno (VO_2Max) promedio por rango de edad. De 19 – 24 años de edad tuvieron un promedio de 54.5 ml/kg/min (adecuado), de los 25 – 29 años tuvieron 53.04 ml/kg/min (adecuado), y de 30 – 34 años tuvieron 54.5 ml/kg/min (adecuado). Por lo que los rangos de edad menor (19 – 24 años) y mayor (30 – 34 años), obtuvieron un VO_2Max promedio igual, y resultando mayor con respecto al otro rango de edad (25 – 29 años). Demostrando aquí que el VO_2Max no necesariamente disminuye con la edad, sobre todo en sujetos entrenados en donde puede mantenerse.

En la gráfica 6 se analizó el número promedio de adaptaciones electrocardiográficas encontradas, por futbolista en el nivel de consumo máximo de oxígeno (VO_2Max) que se encuentra. Resultando el número mayor de adaptaciones electrocardiográficas promedio en jugadores con 61.8 ml/kg/min de VO_2Max con 3.66 adaptaciones, y el número promedio menor en jugadores con 47.2 ml/kg/min. Por lo que observamos, parece ser que el nivel consumo máximo de oxígeno tiene una relación con el número de adaptaciones electrocardiográficas encontradas del futbolista.

En la gráfica 7 se analizó el número de adaptaciones electrocardiográficas encontradas por tipo, y en el nivel consumo máximo de oxígeno (VO_2Max) en el que se encuentran, del total de la muestra. De las cuales la bradicardia tuvo mayor prevalencia en los futbolistas con 61.8 ml/kg/min de VO_2Max (3 hallazgos); el bloqueo incompleto de la rama derecha del haz de his (BIRDHH) tuvo mayor prevalencia en 54.5 ml/kg/min de VO_2Max (12 hallazgos), la repolarización precoz tuvo mayor prevalencia en 54.5 ml/kg/min (19 hallazgos), y la hipertrofia de ventrículo izquierdo también tuvo mayor prevalencia en 54.5 ml/kg/min de VO_2Max (13 hallazgos).

En la gráfica 8 se observa el porcentaje de las adaptaciones electrocardiográficas encontradas en el total de la muestra. De las cuales la repolarización precoz representó la mayor prevalencia con 42%, seguida de la hipertrofia de ventrículo izquierdo con 30%, bloqueo incompleto de rama derecha del haz de his (BIRDHH) con un 21%, y la bradicardia sinusal representó la menor prevalencia con 7%. Quizá la baja prevalencia de la bradicardia en este estudio se deba a que hubo factores que modificaron la frecuencia cardíaca de reposo, como la temperatura del área de evaluación, el horario, el estrés del futbolista por la prueba y la posición en el que se tomó el electrocardiograma (de pie). Los porcentajes de los hallazgos de las adaptaciones electrocardiográficas son muy semejantes a los publicados en otros estudios: en Argentina se evaluaron 173 futbolistas, edad promedio 23.7 años, los hallazgos fueron Bradicardia sinusal (63.8%), Repolarización precoz (42.54%), BIRDHH (28.16%), Bloqueo AV grado I (4.02%), Wolff Parkinson White (0.57%). (25). En España se valoraron ECG de reposo de 1.200 deportistas de ambos sexos (71.2% hombres), edad promedio 24 años, Repolarización precoz (41.4%), BIRDHH (37.8%), HVI por Sokolow (33.7%), Bloqueo AV grado I (3.1%), Bradicardia sinusal severa (1.2%), Wolff Parkinson White (0.3%). (41). La adaptación electrocardiográfica que más se asemeja en los estudios por su alta prevalencia es la repolarización precoz. En este estudio no es posible comparar la prevalencia de la bradicardia sinusal con los estudios mencionados, ya que se tomó el electrocardiograma en posición de pie, y en horario vespertino, en cambio en los otros estudios se realizó el electrocardiograma en decúbito con el paciente relajado.

En la gráfica 9 se analizó el número promedio de adaptaciones electrocardiográficas encontradas por rango de edad. El mayor número promedio se presentó en el rango de 19 – 24 años con un promedio de 2.44 adaptaciones electrocardiográficas, el menor número promedio se presentó en el rango de 25 – 29 años con un promedio de 1.8 adaptaciones electrocardiográficas. Cabe destacar que el rango de 30 – 34 años, que representan los futbolistas de mayor edad de la muestra tuvieron 2.14 adaptaciones

promedio, por lo que podemos observar que el número de adaptaciones electrocardiográficas no necesariamente disminuye con la edad.

En la gráfica 10 se analizó el número promedio de adaptaciones electrocardiográficas encontradas por posición. La mayor prevalencia se observó en los delanteros con 2.66 adaptaciones electrocardiográficas promedio, y la menor en porteros con 1.22 adaptaciones electrocardiográficas. Los medios y defensas tuvieron un promedio igual de 2.33 adaptaciones electrocardiográficas.

XII. CONCLUSIONES

En el presente estudio se determinó el nivel de consumo máximo de oxígeno (VO_2Max) promedio en el equipo de jugadores de futbol profesional, el cual fue de 54.25 ml/kg/min, por lo que se encuentran en el rango de *adecuado* para la práctica de futbol asociación. (53)

Se acepta la hipótesis de trabajo y se rechaza la hipótesis nula, ya que los futbolistas con un nivel mayor a 50ml/kg/min de VO_2Max tuvieron un promedio mayor a dos adaptaciones electrocardiográficas. Y por lo tanto, podemos esperar que un futbolista que presente mínimo dos adaptaciones electrocardiográficas en el electrocardiograma de reposo, tenga al menos un consumo máximo de oxígeno (VO_2Max) adecuado para la práctica del futbol. (53)

Así mismo, se determinó que la adaptación electrocardiográfica con mayor prevalencia del total de las adaptaciones (67 hallazgos) de la muestra, fue la repolarización precoz con un 42% del total de la muestra (28 hallazgos). De igual modo, presentó mayor prevalencia en los futbolistas con consumo máximo de oxígeno (VO_2Max) de 54.5 ml/kg/min (19 hallazgos, 28.3% del total). Por lo que en un futbolista que presente esta adaptación electrocardiográfica (repolarización precoz) en el electrocardiograma de 12 derivaciones en reposo podemos esperar que tenga un consumo máximo de oxígeno (VO_2Max) mayor a 50 ml/kg/min, que es adecuado para la práctica del futbol. (53)

De tal modo se concluye que analizar y determinar el número y tipo de hallazgos electrocardiográficos correspondientes a las adaptaciones electrocardiográficas fisiológicas en futbolistas pudieran ser un factor predictor del nivel de acondicionamiento cardiovascular del mismo, en este estudio, la repolarización precoz parece ser el hallazgo que más lo determina. Así mismo parece ser que hay una relación entre el nivel de consumo máximo de oxígeno y el número y tipo de las adaptaciones electrocardiográficas en futbolistas, independientemente la edad y la posición.

XIII. SUGERENCIAS

Se requiere que se realicen más estudios relacionados con consumo máximo de oxígeno y adaptaciones electrocardiográficas en futbolistas, sobre todo en México, para confirmar o declinar lo anteriormente expuesto en este presente estudio, y así tener valores de referencia que puedan establecer un estándar para los futbolistas de nuestro país.

Del mismo modo se sugiere realizar estudios y evaluaciones similares al presente estudio en los diferentes periodos de preparación física, ya que en este estudio los futbolistas se encontraban iniciando el periodo de preparación física general, por lo cual vienen de un periodo de transición, en el cual se disminuye el nivel de acondicionamiento cardiovascular; por lo tanto, sería interesante valorar los cambios electrocardiográficos y de consumo máximo de oxígeno al concluir el periodo de preparación física general. Para que así mismo tenga mayor validez lo evaluado en el presente estudio.

También hay que considerar un factor muy importante de la ciudad donde se realizó el estudio (Toluca, Estado de México), la altitud, que modifica el consumo máximo de oxígeno, ya que la ciudad se encuentra aproximadamente a 2650 m sobre el nivel del mar, y tomando en cuenta que por encima de los 1600 m sobre el nivel del mar el VO_2Max se reduce casi un 11% por cada 1000 m de ascenso (18). Y en este equipo los futbolistas entrenan en una ciudad que se encuentra a 1500 m sobre el nivel del mar aproximadamente, lo que corresponde una reducción aproximada de casi un 22% del VO_2Max , por lo que también sería interesante realizar evaluaciones a diferentes altitudes para corroborarlo.

XIV. BIBLIOGRAFÍA

1. Coyle EF, Hemmert MK, Coggan AR. Effects of training on cardiovascular responses to exercise: role of blood volume. *Journal Appl Physiol* 1986;60:95-9.
2. Peidro R. Utilidad práctica de las variables estudiadas en la prueba de ejercicio cardiopulmonar. *Revista Argentina de Cardiología* 1998;66:10-3.
3. Mathews D, Fox EL. *The physiological basis of physical education and athletics*. Philadelphia: Saunders; 1976. ISBN: 072166184X.
4. Pellicia A, Maron B, Di Paolo F, Biffi A, Quattrini F. prevalence and clinical significance of left atrial remodeling in competitive athletes. *American College Cardiology* 2005; 46:690-696.
5. Bojersson M, Urhausen A, Kouidi E, Dugmore D, Sharma S. Cardiovascular evaluation of middle-aged/senior individuals engaged in leisure-time sport activities: position stand from the sections of exercise physiology and sport cardiology of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *European Journal Cardiovascular Prevention Rehabilitation* 2011;18:446-458.
6. Bangsbo J, Mohr M, Krustup P. Physical and metabolic demands of training and match-playing the elite football player. *Journal Sports Science*. 2006; 24:665–74
7. Mishchenko, Monogarov. *Fisiología del deportista*. Ed. Paidotribo, V; 2000. p. 171-216.
8. Myers J. *Basic Exercise Physiology*. In: Froelicher V ed. *Exercise and the hearth*. 5th ed. Philadelphia: Saunders Company/Elsevier, 2006:1-11
9. Marón B. distinguishing hypertrophic cardiomyopathy from athlete's heart physiological remodeling:clinical significance, diagnosis strategies and implications for preparticipation screening. *British Journal Sports Medicine* 2009; 43:649-656.
10. Baggish A, Yared K, Weiner R, Wang F, Demes R. Differences in cardiac parameters among elite rowers and subelite rowers. *Med Science Sports Exercise* 2010; 42:1215-1220
11. Pluim B, Zwinderman A, Van der Laarse A. The athlete's heart: a meta-analysis of cardiac structure and function. *Circulation* 1999;100:336-44
12. Baggish A, Wood M. athlete's heart and cardiovascular care of the athlete. *Circulation* 2011; 123:27323-2735

13. Baggish A, Yared K, Wang F, Weiner R, Hultter A. the impact of endurance exercise training on left ventricular systolic mechanics. *American Journal Physiology Heart Circ physiology* 2008; 295:109-116
14. Scharhag J, Schneider G, Urhausen A, Rochette V, Kramann B, Kindermann W. Athlete's heart: right and left ventricular mass and function in male endurance athletes and untrained individuals determined by magnetic resonance imaging. *Journal American College Cardiology* 2002; 40:1856-1863.
15. Pellicia A, Maron B, Culasso F. Clinical significance of abnormal electrocardiographic patterns in trained athletes. *Circulation* 2000;102:278-84
16. D'Andrea A, Riegler L, Cocchia R, Scarafile R, Salerno G, Calabro R, Left atrial volumen index in highly trained athletes. *American Heart Journal* 2010; 159:1155-1161.
17. Geilen S, Schuler G, Adams V. Cardiovascular effects of exercise training: molecular mechanism. *Circulation* 2010;122:1221-1238
18. Maroto M, Pablo Z. *Rehabilitación Cardiovascular*. 1ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2011
19. López C, Fernández-Vaquero A. *Fisiología del ejercicio*. 2ª ed. Madrid: Editorial médica Panamericana, 2003
20. Ilarraza H, Verdejo J, Nava S, Díaz E, Lacy M. *Ejercicio, dieta y corazón. Clínicas mexicanas de cardiología*. 1ª ed. Pydesa. México, 2013.
21. Calderón F, Jiménez J. La función ventricular del corazón entrenado. Parte I. *Selección* 1996; 1:23-41.
22. Calderón F, Jiménez J. La función ventricular del corazón entrenado. Parte II. *Función diastólica*. *Selección* 1996; 3:25-41.
23. Cappato R, Furlanello F, Giovinazzo V, Infusino T, Iupo P. J Wave, QRS slurring, and ST elevation in athletes with cardiac arrest in the absence of heart disease: marker of risk or innocent bystander? *Circ Arrhythm Electrophysiology*. 2010; 3:305-311.
24. Ross A, Leveritt M, Long-term metabolic and skeletal muscle adaptations to short-sprint training: implications for sprint training and tapering. *Sports Medicine* 2001; 31:1063-82
25. Peidro R, Brion G, Angelino A, Mauro S, Guevara E, González JL y col. Hallazgos cardiológicos y de capacidad física en futbolistas argentinos de alto rendimiento. *Revista Argentina de Cardiología* 2004; 72:263-9.

26. Bangsbo J. Aerobic and anaerobic training soccer. Special emphasis on training of youth players. Stormtryk, Bagsvaerd, Denmark; 2007:77–88.
27. Peidro R, Angelino A, Saglietti J. Prevención y rehabilitación cardiovascular. Editorial Aventis; 2002.
28. Wasserman K. The anaerobic threshold measurement to evaluate exercise performance. American Rev Respiratory Disease 1984;129:S35-40.
29. Saltin B, & Karlsson J. Muscle ATP, CP, and lactate during exercise after physical conditioning. En: B. Pernow and B. Saltin, editors. Muscle metabolism during exercise. New York: Plenum; 1971.
30. George, Fisher, Vehrs. Test y pruebas físicas. Ed Paidotribo, 5; 2002. p. 112.
31. Costill DL, Wilmore JH. Fisiología del esfuerzo y del deporte. 6ª ed. Barcelona, España: Paidotribo, 2010
32. Motta D, Angelino A. Aporte de la frecuencia cardíaca en futbolistas durante el período de competencia. Revista Argentina de Cardiología 2009;77:27-32.
33. Motta DA, Angelino A, Saglietti J. Indicadores de fuerza y resistencia de entrenamiento en pruebas de campo de jugadores profesionales de fútbol. Revista Argentina Cardiología 2006;74(Supl 2):38.
34. Motta DA, Gasparovic A, Moro JC, Angelino A. Correlación de límite anaeróbico con índices de velocidad e intensidad de la carga en jóvenes futbolistas. Revista Argentina de Cardiología 2008; 68
35. Motta DA, Reussi C, Castellano A, Angelino A, Rodríguez G, Anselmi JC y col. Intervalo de reserva de frecuencia cardíaca en la evaluación de deportistas. Revista Argentina de Cardiología 2003; 71
36. Peidro R, Angelino A. Consenso de Corazón y deporte. Comité de Cardiología del Deporte del Consejo de Ergometría y Rehabilitación Cardiovascular “Dr. José Menna”. Revista Argentina de Cardiología 2007; 75.
37. Bangsbo J, Lindquist F. Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players. International Journal Sports Medicine 1992;13:125-32.
38. Peidro R, Angelino A. En: Medicina, Ejercicio y Deportes. Buenos Aires: Centro editor Fundación Favaloro; 1996.
39. Saltin B. The physiological and biochemical basis for training and competition. En: Maehlum S, Nilsson S & Renstrom P, editors. An Update on Sport Medicine. Oslo: Astra - Syntex, 1987. p. 16- 59.

40. Basavarajaiah S, Boraita A, Whyte G. ethnic differences in left ventricular remodeling in highly-trained athletes relevance to differentiating physiologic left ventricular hypertrophy from hypertrophic cardiomyopathy. *Journal American College Cardiology*. 2008; 51:2256-62
41. Gómez J, Viana B, Rivilla M, Romo E, Da Silva M. Hallazgos electrocardiográficos más frecuentes en deportistas de la provincia de Córdoba, *Revista Andaluza Medicina del Deporte*. 2011;4(3):101-108
42. Pellizzon O, Gonzalez M. Síndrome de repolarización precoz: un fenómeno electrocardiográfico benigno o “no tan benigno”. Su relación con la muerte súbita cardiaca. *Revista Federada Argentina de Cardiología*. 2012; 41(1): 8-12
43. Sinner MF, Reinhard W, Muller M, et al. Association of early repolarization pattern on ECG with risk of cardiac and all-cause mortality: a population based prospective cohort study. *PLoS Med* 2010:7
44. Corrado D, Michieli P, Basso C, Schiavon M, Thiene G. How to screen athletes for cardiovascular disease. *Cardiologic Clinical* 2007;25:391-397
45. Sharma S, Ghani S, Papadakis M. ESC criteria for ECG interpretation in athletes: better but not perfect. *Hearth* 2011;97:1540-42.
46. Heyward V. evaluación de la aptitud física y prescripción del ejercicio. 5ª ed, Panamericana, p55-56, 2008
47. Gómez P, Aranda R. Seguimiento longitudinal de la evolución en la condición aeróbica en jóvenes futbolistas. *Apunts Med Esport*.2010; 45(168):227–234
48. Bouchard C, Dione F, Simoneau J, Boulay M. genetics of aerobic and anaerobic performances. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 1995. 20, 27-58
49. Pollock M, Foster C, Knapp D, Rod J, Schmidt D. effect of age and training on aerobic capacity and body composition of master athletes. *Journal of Applied Physiology*. 1987. 62, 725-731.
50. Pugh L, Gill M, Lahiri J, Milledge J, Ward M, West J. Muscular exercise at great altitudes. *Journal of Applied Physiology*. 1964. 19, 431-440.
51. Addams W, Bernauer E, dill D, Bomar J. effects of equivalent sea level and altitude training on VO₂ and running performance. *Journal of applied Physiology*. 1975.39. 262-266
52. Rodríguez C, Echegoyen S. Características antropométricas y fisiológicas de jugadores de fútbol de la selección mexicana. *Archivos de medicina del deporte*. 2005; 105: p. 33 -37.

53. Flandrois R, Monod H. Manual de fisiología del deporte. Masson, 1986, España.
54. Ashley E, Myers J, Froelicher V. Exercise testing in clinical medicine. Lancet 2000; 356 (9241):1592-7
55. Fröelicher V, Lehmann K, Thomas R. The electrocardiographic exercise test in a population with reduced workup bias: diagnostic performance, computerized interpretation, and multivariable prediction. Annals Internal Medicine 1998;128:965-74
56. Carro-Hevia A, Fernández M, Palacio J, Martín E, Castro M, Rodríguez J. ECG as a part of thje preparticipation screening programme: an old and still present international dilema. British Journal Sport Medicine. 2011; 45:776-779.
57. Gibbons R, Mitchell T, Wei M, Blair S, Cooper K. Maximal exercise Test as a predictor of Risk for Mortality from coronary Heart disease an Asymptomatic men. American Journal of Cardiology 2000; 86:53-58
58. Gibbons R, Nalady G, Bricker J, Chaitman B, Fletcher G. ACC/AHA 2002 guideline update for exercise testing: summary article: a report of the American Heart Association Task force on Practice Guidelines (Committee to update the 1997 Exercise testing guidelines). Circulation 2002; 106: 1883-1892.
59. Gianrossi R, Detrano R, Mulvihill D, Lehmann K, Dubach P. Exercise-induced ST depression in the diagnosis of coronary artery disease. A meta-analysis. Circulation 1998,80:87-98
60. Pugh L. Oxígeno intake in track and treadmill running with observations on the effect of air resistance. Journal of Physiology. 1970, 207:283.
61. Gonzalez M, Castellanos P, Almendarez E, Sanchez A, Lopez A. Determinación indirecta del máximo consumo de oxígeno. Estudio comparativo de tres métodos. Revista Digital - Buenos Aires - Año 8 - N° 46 - Marzo de 2002. <http://www.efdeportes.com>
62. Maron M, Pellicia A, Spirito P. Cardiac disease in Young trained athletes: insights into methods for distinguishing athlete's heart from structural heart disease, with particular emphasis on hypertrophic cardiomyopathy. Circulation. 1995; 91:1596-601.
63. Inklaar H, Panhuyzen-Goedkoop N. Periodical cardiovascular screening is mandatory for elite athletes. Pro screening. Netherland Heart Journal 2007;15:221-223.
64. Bredeweg S, Takens L, Nieuwland W. Periodical cardiovascular screening is mandatory for elite athletes. Contra-screening. Netherland Heart Journal 2007;15:224-225

XV. ANEXOS

ANEXO I



Consentimiento Informado de Evaluación Morfológica y/o funcional: Atención de Medicina del Deporte

Secretaría de Docencia
Facultad de Medicina
Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte



Versión Vigente No. 01

Fecha: 26/08/2013

Yo: _____
Apellido Paterno
Apellido Materno
Nombre(s)

Declaro en forma libre y totalmente voluntaria que acepto ser evaluado morfológica y/o funcionalmente en el Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad Autónoma del Estado de México, realizando las valoraciones de:

- | | | |
|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> Comp. Corporal: | <input type="checkbox"/> Agudeza Visual | <input type="checkbox"/> Evaluación Isocinética |
| <input type="checkbox"/> Por Bioimpedancia | <input type="checkbox"/> A. del Movimiento | <input type="checkbox"/> Potencia Anaeróbica |
| <input type="checkbox"/> Antropometría | <input type="checkbox"/> Audiometría | <input type="checkbox"/> Prueba de Esfuerzo |
| <input type="checkbox"/> Balance Energético | <input type="checkbox"/> Espirometría | <input type="checkbox"/> Consulta Nutricional |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Imágenes | <input type="checkbox"/> Consulta o test Psicológico |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Consulta Médica |

Estoy consciente de que los Procedimientos, y Evaluaciones para lograr estos objetivos que se mencionaron consistirán en _____ pruebas con capacidades funcionales, _____ pruebas de composición corporal, y _____ entrevista(s) con el personal de salud, estando consciente de los riesgos que esto conlleva, y deslindo de responsabilidad a la institución y a su personal.

Es de mi conocimiento que seré libre de retirarme de esta evaluación en el momento que así lo desee, de igual forma puedo solicitar toda la información necesaria en relación a los riesgos y beneficios de mi evaluación. Así como el derecho a que la información sea confidencial y se mantenga fuera del alcance del personal no médico. Se velará por el bien de todas las personas; otorgando el permiso para que la información que de aquí resulte sea utilizada en estudios de investigación.

AUTORIZO: _____ **FECHA:** _____

Lugar: Toluca Otro, especifique: _____

Testigo: _____ **Testigo:** _____
Nombre y firma
Nombre y firma

Nombre del personal de salud que informo: _____

Firma: _____ **C.P.** _____

ANEXO II



Historia Clínica: Atención de Medicina del Deporte

Secretaría de Docencia
Facultad de Medicina
Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte



Versión Vigente No. 01

Fecha: 26/08/2013

I.D. _____ Fecha: _____
 Nombre del paciente: _____ Hora: _____
 Lugar y fecha de Nacimiento: _____
 Étnico: _____ Sexo: F ___ M ___ Edad: _____ años Estado civil: _____
 Ocupación: _____ Lado dominante: _____

ANTECEDENTES FAMILIARES

Padecimiento	Abuelos				Padre	Madre	Hermanos	Tíos		Otros
	Paternos		Maternos					Paternos	Maternos	
	Abuelo	Abuela	Abuelo	Abuela						
Cardiopatías										
Diabetes										
Obesidad										
I.A.M.										
H.A.S.										
Cáncer										
Muerte súbita										
Otros										

ANTECEDENTES PERSONALES NO PATOLÓGICOS

Alcoholismo	Tabaquismo	Drogadicción	Inmunizaciones	Higiene	Dietéticos

Observaciones: _____

ANTECEDENTES PERSONALES PATOLÓGICOS

H.A.S.	D.M.	I.A.M.	Cáncer	Obesidad	Alergias	Lipotimias	Convulsiones	Asma	Anemia
Venéreas	Hemorrágicos	Quirúrgicos	Hepatitis	Transfusiones	Exantemáticas	Otras			

Observaciones: _____

ANTECEDENTES GINECOOBSTÉTRICOS

Menarca	F.U.M.	Ritmo	Flujo menstrual	I.V.S.A.	No. Parejas	G	P	C	A	M.P.F.	D.O.C.	Trastornos menstruales

ANTECEDENTES TRAUMATOLÓGICOS

Fracturas	Luxaciones	Esguinces	Contracturas	Desgarros	Contusiones	T.C.E.

Observaciones: _____

ANTECEDENTES DEPORTIVOS

Deportes anteriores: _____ Edad de inicio: _____
 Deporte actual: _____ Equipo: _____ Posición o prueba: _____
 Categoría: _____ Entrenador: Sí ___ No ___
 Resultados y/o records obtenidos: _____
 Mejor marca de la temporada actual o inmediata anterior: _____
 Horas de entrenamiento a la semana: _____ Método: _____ Tiempo que lleva entrenando (a,m,d) _____



Historia Clínica: Atención de Medicina del Deporte
 Secretaría de Docencia
 Facultad de Medicina
 Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte



Versión Vigente No. 01

Fecha: 26/08/2013

Alteraciones antes, durante o después de entrenamiento o competencia: _____

Incapacidad deportiva: No _____ Sí _____ En caso de ser afirmativa es: Temporal _____ Permanente _____
 Clasificaciones actuales: Deporte: _____ o actividad física _____
 Cual: Inactivo _____ Irregularmente activo _____ Regularmente activo _____ Muy activo _____ Fitness _____

PADECIMIENTO ACTUAL

Lesión: _____ Seguimiento Médico Deportivo: _____ Valoración: *Motivo de consulta:* Predeportiva _____ Morfológica _____
 Deportiva _____ Funcional _____

Semiología

EXPLORACIÓN FÍSICA

Masa Corporal	Estatura	I.M.C.	F.C.	F.V.	P.A.	Temperatura ° C	Grupo y Rh

HÁBITO EXTERIOR

Fascies: _____ Actitud: _____ Género: _____ Edad aparente: _____
 Constitución: _____ Conformación: _____ Marcha: _____
 Movimientos anormales: _____ Estado de consciencia: _____
 Hidratación de tegumentos: _____ Coloración de tegumentos: _____

Región anatómica	Normal	Describir si existe patología
Cabeza		
Cara		
Cuello		
Tórax		
Región precordial		
C. pulmonares		
Abdomen		
Genitales		
Tren superior		
Tren inferior		
Ortopédica		
Columna		



Versión Vigente No. 01

Fecha: 26/08/2013

GONIOMETRÍA

Articulación: _____

Movimiento	TM	Derecho		Izquierdo		Movimiento	TM	Derecho		Izquierdo	
		Grados	G	G	Grados			Grados	G	Grados	
Flexión						Rotación Interna					
Extensión						Rotación Externa					
Abducción						Pronación (Ever...)					
Aducción						Supinación (Inv...)					

G=marcar cuando el movimiento sea con fuerzas intervinientes de la gravedad
 TM: tipo de movimiento, opciones: P=pasivo; A= activo

Odontograma:

ADULTO												Caries <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO				Obturados <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO				PEDIÁTRICO						
DERECHO												VESTIBULAR								VESTIBULAR		IZQUIERDO				
18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28	55	54	53	52	51	61	62	63	64	65	
LINGUALES												VESTIBULAR								VESTIBULAR		LINGUALES				
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38	85	84	83	82	81	71	72	73	74	75	

Gabinete y laboratorio: _____

Impresión diagnóstica: _____

Tamizaje de riesgo C.V.: _____ Clasificación NYHA _____ No aplica _____

Tratamiento: _____

Pronóstico: _____

Observaciones y recomendaciones: _____

 Médico tratante
 Cédula profesional

 Yo entrevistado hago constar que los datos
 aquí asentados son verídicos

ANEXO III

PROTOCOLO DE PUGH (inclinación 1%)				
ETAPA	TIEMPO Minutos	VELOCIDAD Km/h	VELOCIDAD Mph	VO ₂ MAX ml/kg/min
I	3	4	2.5	10.634
II	6	6	3.7	17.946
III	9	8	5	25.258
IV	12	10	6.2	32.57
V	15	12	7.5	39.882
VI	18	14	8.7	47.194
VII	21	16	10	54.506
VIII	24	18	11.2	61.818
IX	27	20	12.5	69.13
X	30	22	13.7	76.442

ANEXO IV



Prueba de Esfuerzo: Atención de Medicina del Deporte

Secretaría de Docencia
Facultad de Medicina
Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte



Versión Vigente No. 01

Fecha: 26/08/2013

Nombre: _____ Fecha: _____
 Motivo de Estudio: _____ Problema clínico _____ Evaluación _____ Hora: _____
 Edad: _____ años Sexo: _____ Femenino _____ Masculino _____
 Tipo de Actividad Física: Deporte: _____ o actividad física _____
 Cual: Inactivo _____ Irregularmente activo _____ Regularmente activo _____ Muy activo _____ Fitness _____

PREESFUERZO

F.C.	Ritmo	Eje a QRS	QRS	PR	QT	QTc	I.S.	Oximetría

Comentario: _____

Prueba de esfuerzo en: Con protocolo de:

OBTENIENDOSE LOS SIGUIENTES RESULTADOS

DURANTE EL ESFUERZO

Etapa	Basal	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
F.C.										
T.A.										

POST-ESFUERZO

Tiempo	1'	3'	6'	9'	12'
F.C.					
T.A.					

El estudio se suspendió al minuto, de la etapa.

Por: _____

Alcanzó una frecuencia cardiaca de: latidos por minuto, con el % de su frecuencia cardiaca máxima teórica.

Y un consumo energético de METs; con un VO₂ Máx de ml/kg.

Clase funcional Tensión arterial máxima de: mmHg.

Doble producto:



Prueba de Esfuerzo: Atención de Medicina del Deporte

Secretaría de Docencia
Facultad de Medicina
Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte



Versión Vigente No. 01

Fecha: 26/08/2013

CONCLUSIONES:

Plan:

Observaciones:

Médico responsable del estudio: _____

Cedula profesional: _____

NOTA: Validez del resultado 6 meses a partir de la fecha de emisión; posterior a dicha fecha se requiere repetir el estudio