

**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**



**“CAMBIOS EN LA COMPOSICIÓN CORPORAL EN JUGADORES DE FÚTBOL
ASOCIACIÓN DE UN CLUB DE PRIMERA DIVISIÓN REGISTRADOS EN LA
FEDERACIÓN MEXICANA DE FÚTBOL EN EL AÑO 2012”**

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 FISICA Y EL DEPORTE**

PRESENTA:

M.C. PAULO CESAR REYES TORRES

DIRECTOR DE TESIS

E. M. D. MARÍA LIZZETH MÁRQUEZ LÓPEZ

REVISORES DE TESIS:

E. M. D. JOSE ANTONIO AGUILAR BECERRIL

E. M. D. HERNÁN GUSTAVO LUNA BLAS

E. M. D. SALOMÓN SANCHEZ GÓMEZ

E. M. D. HÉCTOR MANUEL TLATOA RAMÍREZ

TOLUCA, MÉXICO

2013

**“CAMBIOS EN LA COMPOSICIÓN CORPORAL EN JUGADORES
DE FÚTBOL ASOCIACIÓN DE UN CLUB DE PRIMERA DIVISIÓN
REGISTRADOS EN LA FEDERACIÓN MEXICANA DE FÚTBOL
EN EL AÑO 2012”**

AGRADECIMIENTOS

AL CENTRO DE MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO.

Por acogerme en sus aulas y permitir adquirir el conocimiento de la Actividad Física y el Deporte.

A E.M.D. HÉCTOR M. TLATOA R.

Por creer en mí como persona y profesional; por apoyarme en cada momento de la formación académica; por transmitir sus experiencias y conocimiento para que a través de ellas adquiriera la capacitación como profesional.

A E.M.D. Ma. LIZZETH MÁRQUEZ L.

Al ser mi amiga en momentos buenos y malos, compañera laboral durante las actividades del CEMAFyD, profesora en la formación académica y guía en la última etapa educativa como asesor de tesis, me permitió llevar unos muy agradables estudios de posgrado.

A L.Nut. ERIKA M. JIMÉNEZ A.

Por tener siempre las palabras exactas para aliviar cualquier situación personal, familiar, existencial, laboral y educativa, además de contar siempre con su apoyo y amistad.

A MIS PROFESORES

Al siempre estar dispuestos de transmitirnos sus conocimientos, tiempo, dedicación y apoyarnos en nuestra meta académica de postgrado.

AL CLUB DE FUTBOL ASOCIACIÓN DEL PRESENTE ESTUDIO

A L.K. EDUARDO D. BRANDENBURG

Desde que entre en su camino me ha(n) demostrado su apoyo encada momento laboral, académico y personal. Gracias a uds (EDU y CSL) este sueño de postgrado ya es una realidad

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

Por contar con su apoyo, cariño y formar parte de mi vida.

DEDICATORIA

A DIOS

Porque me ha permitido el don de la vida, me ha enseñado a través de ella lo maravilloso que es y que con esfuerzo, voluntad, amor y dedicación nos permite vivirla plenamente.

A MIS ADORADOS PADRES

ALEJANDRO REYES G.

ELVIRA TORRES O.

Porque su amor, apoyo, dedicación, esfuerzo y fe me han enseñado el buen camino y gracias ustedes he logrado llegar hasta este nivel académico y no es mío sino, de USTEDES.

A MIS QUERIDOS HERMANOS

ROSA NURI, ALAIN ALEJANDRO e IVAN DE JESUS

Por su apoyo incondicional que siempre han compartido lo bueno y malo de la vida. Alain que sin ese impulso para hacer esto posible no se lograría así como cada momento que compartimos en el mismo camino educativo.

A MI AMIGA, COMPAÑERA, CONFIDENTE, ESPOSA Y MADRE ME MI

FUTURO HIJ@S)

DIANA E. AGUIRRE T.

Porque llegaste a llenar ese huequito de mi vida que me hacía falta, porque decidiste compartir tu vida junto a la mía y vivir cada uno de estos momentos y hacer que cada sueño se haga una realidad a tu lado con esfuerzo, dedicación y AMOR.

A MI(S) HIJ@S)

Aún antes de nacer, ya estabas(n) en mi mente y mi corazón e inicié el esfuerzo para ser un ejemplo para ti (udes).

A MIS PRIMOS, SOBRINOS Y DEMAS FAMILIA

A cada miembro de mi familia que me ha demostrado su apoyo, su cariño y su paciencia y siempre han estado en mi a cada momento.

RESUMEN

ANTECEDENTES: En el fútbol de élite se ha tomado interés por el área de la composición corporal, ya que al ser adecuada es mejor el gesto deportivo. El conocerlo es un aspecto importante a considerar en la aptitud física de los jugadores profesionales de la liga mexicana. **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:** ¿Cuáles son los cambios presentados en la composición corporal en jugadores de primera división de un equipo profesional de la liga mexicana en el 2012? **HIPÓTESIS:** Los cambios en la composición corporal en jugadores de fútbol asociación de un club de primera división registrados en la federación mexicana de fútbol en el año 2012 presentan un aumento hasta del 5% de la masa muscular en todos los jugadores y aumento de masa grasa no mayor al 5% en aproximadamente un 75% de los jugadores respecto del primer torneo al segundo torneo en estudio. **OBJETIVO:** Analizar los cambios en la composición corporal en jugadores de fútbol asociación de un club de primera división registrados en la federación mexicana de fútbol en el año 2012, así como conocer la masa muscular, la masa grasa, la masa ósea y residual en kilogramos y en porcentaje, determinar los cambios de masa grasa y masa muscular por edad, por posición de juego y por tiempo de práctica profesional. **DISEÑO ESTUDIO:** El presente trabajo es un estudio de tipo retrospectivo, longitudinal, observacional y descriptivo de los jugadores de primera división de un equipo profesional de la liga mexicana en el 2012. Teniendo como universo a 32 jugadores de primera división de un equipo profesional de la liga mexicana en el 2012. **RESULTADOS:** El estudio mostró una media de la composición corporal con una masa muscular de 46.7% (+3.0) y 47.8% (+2.0); masa grasa de 12.8% (+3.1) y 11.9% (+2.2) de una temporada a otra, 16.5% (+0.6) y 16.2% (+0.8) de masa ósea respectivamente y un valor constante de 24.1% de masa residual. **CONCLUSIONES:** De manera general existe una variación de aumento de 1.1% (± 1.9) de masa muscular, así como una disminución en 0.9% (± 1.9) de masa grasa de en 70% y 75% de los jugadores. Por edad los tienen mayor cambio son de 30 a 34 años. Por posición los que presentan mayor cambio son los porteros y no es así en los mediocampistas. Considerando el tiempo de práctica profesional los que presentan un mayor cambio son los de 6 a 10 años.

ABSTRACT

BACKGROUND: the elite soccer has taken an interest in the area of body composition, having the adequate it's better for the sporting gesture. The knowlance is an important aspect to consider in the fitness of the professional players in the Mexican league. **PROBLEM:** What are the changes in the body composition presented in players of first division of a professional team of the Mexican League in 2012? **HYPOTHESIS:** the Changes in the body composition in football players 'in an association of first division club registered in the Mexican Football Federation in 2012 show an increase of up to 5% of muscle mass in all players and an increase of fat mass no more than 5% in about 75% of the players from the first tournament to the second tournament study. **OBJECTIVE:** To analyze the changes in the body composition in football players in an association of first division club registered with the Mexican Football Federation in 2012, also to know the muscle mass, fat mass, and bone mass and residual in kilograms and percentages, to determine the changes in fat mass and muscle mass by age, playing position and practice time. **STUDY DESIGN:** This study is a retrospective study, longitudinal, observational and descriptive of first division players of a professional team of the Mexican League in 2012. Taking as universe 32 players of a team in first division of the professional Mexican league in 2012. **RESULTS:** The study showed a mean of the body composition of muscle mass with 46.7% (+3.0) and 47.8% (+2.0), body fat of 12.8% (+3.1) and 11.9% (+2.2) from one season to another 16.5% (+0.6) and 16.2% (+0.8) respectively bone mass and a constant value of 24.1% residual mass. **CONCLUSIONS:** Overall, there is a variation of 1.1% (+1.9) increase in muscle mass and a decrease in fat mass 0.9% (+1.9) in 70% and 75% of the players. By the age, there are more changes they are 30 to 34 years. For those with greater position changes are the gatekeepers and not so in the midfield. Considering the time of practicing which have a higher change are 6 to 10 years

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
MARCO TEÓRICO.....	2
1. COMPOSICIÓN CORPORAL.....	2
1.1. ANTECEDENTES DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL.....	2
1.2. GENERALIDADES SOBRE LA EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL.....	6
1.3. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL..	10
1.4. ANTROPOMETRÍA.....	12
1.5. PROTOCOLOS DE EVALUACIÓN EN ANTROPOMETRÍA.....	14
2. FÚTBOL	16
2.1. HISTORIA DEL FÚTBOL	16
2.2. EL FÚTBOL EN MÉXICO	18
2.3. DEMANDAS FISIOLÓGICAS DEL FUTBOL	21
2.3.1. ACTIVIDADES DEL JUEGO.....	22
2.3.2. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA	24
2.3.3. GASTO CALÓRICO.....	26
2.3.4. PRODUCCIÓN DE AMONÍACO (NH ₃)	27
2.3.5. CONSUMO DE OXÍGENO.....	28
2.3.6. COCIENTE RESPIRATORIO (RQ).....	28
2.3.7. GLUCÓGENO MUSCULAR.....	29
2.3.8. LACTATO SANGUÍNEO	30
2.3.9. FRECUENCIA CARDÍACA	31
3. COMPOSICIÓN CORPORAL EN EL FÚTBOL.....	33
3.1. APLICACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL EN EL FÚTBOL..	33

3.2. COMPOSICIÓN CORPORAL EN FUTBOLISTAS.....	35
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	39
JUSTIFICACIÓN	40
HIPÓTESIS	41
OBJETIVOS	42
GENERAL.....	42
ESPECÍFICOS:.....	42
MÉTODO.....	43
DISEÑO DE ESTUDIO	43
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	43
UNIVERSO DE TRABAJO Y MUESTRA	44
Inclusión.....	44
Exclusión.....	45
Eliminación.....	45
INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN.....	45
DESARROLLO DEL PROYECTO	46
LÍMITE DE TIEMPO Y ESPACIO.	49
IMPLICACIONES ÉTICAS	50
RESULTADOS.....	51
CONCLUSIONES.....	57
RECOMENDACIONES	60
BIBLIOGRAFÍA	61
ANEXOS.	73
ANEXO I. PROFORMA ANTROPOMÉTRICA	73
ANEXO II. HOJA DE RECOPIACIÓN DE DATOS.....	74

INTRODUCCIÓN

El fútbol al ser el deporte más popular del mundo, involucra a personas de todo género, edad y estrato social. El fútbol de élite es el deporte de mayor audiencia en el mundo, y en México se le considera como el evento deportivo de mayor trascendencia en donde se levanta una gran pasión por este.

El fútbol es un deporte que requiere velocidad de reacción, adecuada capacidad cardiorrespiratoria, tolerancia local muscular, potencia muscular, agilidad, coordinación, y además un buen balance corporal, así como la activación total del cuerpo y es considerado un medio importante para su desempeño dentro del mismo deporte, por lo que toda persona inmersa en este se encuentra en búsqueda de nuevas ideas e investigaciones para mejorarlo y hacerlo más competitivo.

De tal manera que la composición corporal es dentro del estudio cineantropométrico de la población que permite de manera inmediata tener una visión global del morfotipo del futbolista sobre el cual se puede actuar modificándolo por medio de una adecuada alimentación y preparación física.

Muchos de estos estudios han tomado interés por el área de la composición corporal, dado que éste al ser adecuado para el gesto deportivo ha llegado a influir en el éxito de cada atleta o equipo.

Por tanto este estudio nos permite conocer la composición corporal y cambios en la masa muscular y masa grasa en aspectos como la edad, la posición de juego, el tiempo de práctica deportiva profesional como un aspecto importante a considerar.

MARCO TEÓRICO

1. COMPOSICIÓN CORPORAL

1.1. ANTECEDENTES DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL

La estética, ha ejercido gran influencia sobre el desarrollo del sujeto, tanto individual como socialmente a lo largo de los tiempos. La tendencia hacia la búsqueda del hombre perfecto en todos los campos, y su no consecución, sigue siendo una búsqueda del día a día. El interés de los seres humanos por su cuerpo data de las inscripciones en las cuevas del periodo Paleolítico donde se representaban figuras humanas con excelente simetría con respecto al eje vertical del cuerpo (1).

Ya en el Antiguo Testamento, en el Talmud Babilonio o en el Midrashim se hacen comentarios relacionados con la forma y proporciones humanas.

Los primeros conceptos de composición corporal (CC) pueden encontrarse con los griegos. Heródoto, historiador griego, describe de manera detallada las características anatómicas superficiales de la población masculina egipcia. Existen para los egipcios proporciones antropométricas determinadas. De igual forma, el binomio incuestionable entre forma física y rendimiento era conocido y aplicado por los compatriotas de Heródoto a través de sus juegos olímpicos (2).

Posteriormente y hasta el siglo V a. C., Empédocles, Sócrates e Hipócrates se preocuparon por la relación físico-bello-eficiencia corporal, argumentando parámetros centrados en un modelo ideal de hombre. Empédocles (490-430 a.C.) divide al hombre en elementos: la parte sólida la compara con la tierra, el líquido con el agua, y el alma con el fuego y el aire (3, 4). Sócrates (470-399 a. C.) escribió: “Es una desgracia que una persona crezca ignorando la actividad física sin saber lo que podría llegar a ser con un cuerpo vigoroso y bien formado” (5). Hipócrates (460-365 a.C.) realiza la primera clasificación biotipológica con una base morfológica relacionándola con distintas patologías (6, 7).

El principio de Arquímedes sobre el fenómeno de flotación constituye un pilar básico en las mediciones densimétricas: “todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje hacia arriba igual al peso del fluido que desaloja”.

Después del imperio romano, y coincidiendo con la custodia de la ciencia por la Iglesia Cristiana, decae el interés en el conocimiento durante un periodo que incluirá prácticamente en su totalidad la Edad Media.

En el renacimiento donde resurge el interés por la ciencia, el saber y la propia estética, pretendiendo establecer un tipo ideal de belleza. Contribuyen a este fin nombres tan importantes como el de Leonardo da Vinci (1452-1519) que describe las proporciones de la figura humana en el Hombre Vitruviano, realizó por otra parte, numerosas descripciones anatómicas (8).

Miguel Ángel Buonarroti (1475-1564), o Leone Battista Alberti (1401-1471) con su definidor para cuantificar características de proporcionalidad, también aportaron novedades importantes a estos conocimientos (7).

Andreas Vesalius (1514-1564), anatomista y fisiólogo, discutió las teorías galénicas. Sus estudios anatómicos se consideran el inicio de lo que llegará a considerarse una ciencia, la Antropometría como una nueva especialización científica(9).

Para estos estudios son de incuestionable relevancia las Leyes de Newton (1642-1727) presentándose como pilares básicos de determinados parámetros y operaciones matemáticas.

Lambert Adolphe Jacques Quetelet (1796-1874), astrónomo y matemático belga, incluye la estadística en el estudio de seres humanos. Aplicó la Teoría de Gauss en modelos estadísticos para el análisis de fenómenos biológicos, como el biotipo, excluyendo la subjetividad del análisis científico.

Beneche en 1878 utilizaba las vísceras de cadáveres para relacionar cuantitativamente peso, estatura y masa de los sujetos. Clasificó a los individuos en dos tipos:

- 1) Individuos delgados, débiles, anémicos, poco resistentes a la fatiga y a las infecciones, a los que les correspondía un tamaño pequeño de las principales vísceras.

2) Individuos de gran masa corporal, fuertes, macizos, con un buen estado nutricional, resistentes a las causas morbígenas y órganos internos voluminosos(10).

De Giovanni en 1891, relaciona las medidas antropométricas con el tamaño del corazón, lecho vascular, volumen muscular y adiposidad, definiendo además el criterio de híper e hipo-evolucionismo. En 1894, Claude Sigaud analiza fundamentalmente la superficie corporal, y clasifica los individuos según los sistemas de la economía humana en cuatro grupos: Respiratorio, Digestivo, Muscular y Cerebral.

En el siglo XX, Jacinto Viola, considerado el más relevante biotipologista italiano, estableció en 1905 las bases de la doctrina científica constitucionalista. Clasificó los individuos en primer término en tres grupos: Normolíneo (normoplácnicos), Brevilíneo (microplácnicos), Longilíneo (macroplácnicos), según el predominio de tronco, vísceras y miembros, pero se hizo necesario un cuarto grupo, que clasificó como mixto (10).

Krestchmer, psiquiatra alemán, clasifica los individuos en: leptosomáticos (longilíneos), atléticos (musculosos) y pícnicos (predominio grasa) y acepta un grupo de displásicos considerados patológicos.

En 1921, Matiegka informó de un modelo antropométrico para estimar la masa muscular corporal total, definiendo la división tetra-compartmental de la composición corporal, aún hoy utilizada en Antropometría (11).

Los estudios modernos de CC nacen de las investigaciones de Moulton en 1923, estudiando componente grasa y acuoso en animales (12).

En 1942, Albert Behnke propone el fraccionamiento del peso corporal en dos compartimentos: masa grasa (MG) y masa magra (masa libre de grasa –MLG-), además de realizar estudios sobre la difusión de nitrógeno (N^2) en el organismo humano. A través de estos trabajos se pudo comprobar que el exceso de peso en numerosas ocasiones se produce a expensas, no de un aumento de grasa, sino del incremento de masa muscular (13).

Sheldon y Stevens, en 1940 psicólogos de la Universidad de Harvard, ofrecen una clasificación a partir del origen embrionario de los diversos tejidos (endomórficos, mesomórficos y ectomórficos), dando el empuje definitivo a las clasificaciones morfológicas tal y como hoy las conocemos (14). De esta manera administraron los

individuos a partir de un estudio fotográfico en tres posiciones (frente, perfil izquierdo y espaldas), y de medidas antropométricas que completaban el método (15).

Brozek y Keys mejoran el trabajo de Behnke. Relacionan la densidad corporal con el porcentaje de grasa según una fórmula que obtuvieron basándose en el principio de Arquímedes. Fraccionan por tanto, la masa corporal total en: MG y MLG (16). Este estudio fue simplificado por Heath y Carter (17), evolucionando estos estudios hasta métodos tetra y penta-compartmentales (18, 19, 20). El *First body Composition Symposium* de la *New York Academy of Science* fue uno de los puntos de inflexión y empuje de este periodo (21).

Mitchell en 1945, Widdowson en 1951 y Forbes en 1956 estudiaron la composición química de seis cadáveres humanos, aportando datos todavía válidos (12).

La propuesta de Matiegka en 1921 fue validada en disección de cadáveres en individuos entre 55 y 94 años llevadas a cabo en Bruselas por Clarys, Martin y Drinkwater entre 1979 y 1980 (22).

Métodos como el potasio 40 (K^{40}), o el análisis de activación de neutrones se perfeccionaron en los años 60 y 70 por investigadores como Forbes y Satnaton Cohn. También en este periodo aparece la Densitometría de rayos X de doble energía (DEXA) y las técnicas de imagen, como la Tomografía Axial Computada (TAC) y la Resonancia Magnética (RM) encontraron su mayor avance en los años 80 (23, 24, 25, 26).

Los estudios de cadáveres en el siglo XX realizados en fetos, niños y adultos no han aportado datos aplicables sobre individuos jóvenes. En 1985, Knight y cols. desarrollaron un estudio en dos cadáveres adultos con la intención de determinar el nitrógeno corporal total, pero ninguna de las nuevas metodologías en vivo han sido verificadas directamente con estudios de cadáveres (27).

Junto con los avances tecnológicos de medición se encuentran descubrimientos importantes paralelos. Una nueva fase está surgiendo, o por lo menos están apareciendo a un ritmo acelerado otros avances, construyendo una transición que transformará el campo de la nutrición.

En primer lugar, los nombrados sistemas de medición, con el paso del tiempo más prácticos y sofisticados, ampliando el espectro de utilización tanto en ubicaciones físicas, como en campos de estudio. En segundo lugar, la investigación ya no sólo se

centra en la cuantificación de los componentes corporales principales. Factores como el metabolismo in vivo, o el análisis de los mecanismos patológicos de enfermedades diversas, están dotando de nuevos intereses al campo de la CC (28).

1.2. GENERALIDADES SOBRE LA EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL

La medición de la composición corporal (CC) aporta información utilizada por médicos, fisiólogos y nutriólogos. Los niveles minerales del hueso y los tejidos blandos y cómo estos cambian durante la salud y la enfermedad, han sido estudiados para comprender procesos como el envejecimiento, alto rendimiento, la obesidad y patologías que cursan con cambios constitucionales como el cáncer o el SIDA entre otros (29).

Se puede definir la CC como el fraccionamiento del peso corporal en compartimentos (30). En general, el análisis de la CC se basa en dos formas de dividir el cuerpo: por un lado, la de sus componentes químicos, que considera que los humanos nos componemos de agua, grasa, proteínas y minerales y, por otro, la de los compartimentos, definidos por el método de obtención empleado, pudiendo no coincidir con la especificidad de las estructuras anatómicas (12). La CC posee una influencia directa sobre distintos parámetros en relación al individuo, como pueden ser la capacidad de esfuerzo para una determinada actividad física o la mayor o menor tendencia a padecer ciertas enfermedades.

El conocimiento de la CC tiene su aplicación en tres ámbitos fundamentalmente: educativo, preventivo y obtención de un rendimiento humano óptimo (31).

A partir de ellos, podemos inferir una serie de utilidades concretas de la medición de la CC, tales como:

- 1.- Conocer los parámetros morfológicos de la población estudiada y compararlos con otras poblaciones.
- 2.- Valorar el crecimiento y desarrollo en la infancia y adolescencia.

3.- Obtener información importante sobre el estado de salud de la población estudiada, así como detectar precozmente algunas enfermedades que inciden sobre los parámetros estudiados.

4.- Seguimiento posterior del colectivo estudiado y de ese modo poder valorar el desarrollo del mismo.

5.- Análisis de las diferentes áreas de la condición física, que permiten mejorar las menos eficientes y prevenir futuras lesiones.

6.- Detectar las posibles anomalías físicas que acontezcan en la infancia y edades juveniles, y que normalmente no se ponen de manifiesto a no ser mediante la realización de pruebas específicas de laboratorio y gabinete.

7.- Aportar nuevos datos en la evaluación y posterior tratamiento de distintas enfermedades. Por ejemplo: la medición del agua corporal total (ACT) para estudios fármaco cinéticos.

8.- Desarrollar una clasificación de las posibles características básicas favorables para la práctica de un determinado deporte. Es decir, detectar las futuras posibles "figuras" del deporte que normalmente pasan desapercibidas al no tener una contrastada muestra de sus capacidades innatas y de su posible desarrollo.

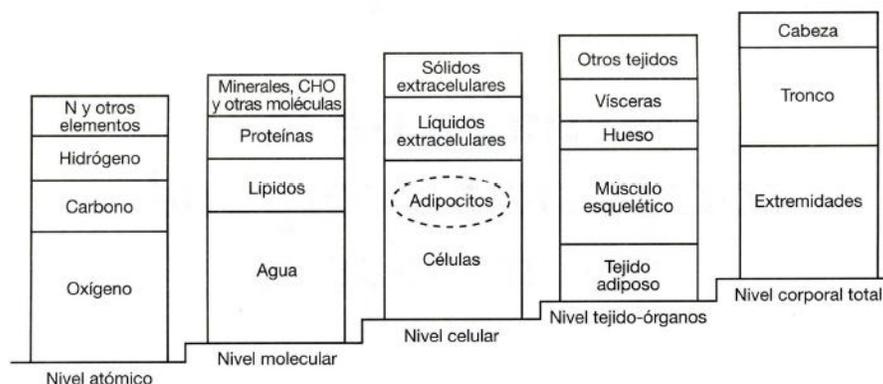
9.- En caso de población infantil, ayudar al niño a adoptar una actitud positiva hacia su cuerpo, así como aumentar el interés de los padres por la condición física de sus hijos.

10.- Orientar al individuo hacia una especialización en la práctica del deporte más idóneo para sus cualidades físicas, mejorando aquellos compartimentos que favorezcan un mayor rendimiento en la práctica de su deporte (32).

El estudio de la Composición Corporal está organizado en tres áreas interconectadas.

La primera incluye las reglas y los modelos de la CC, lo que comprende los componentes mismos, definiciones y asociaciones entre ellos. Existen alrededor de 30 a 40 componentes principales, que incluyen aquellos que representan combinaciones de componentes, en diferentes niveles; cuando los investigadores los combinan de

forma matemática, se denominan modelos, como el modelo de cinco niveles, considerado modelo central en la investigación de la CC (33).



Los cinco niveles de la composición corporal (N=Nitrógeno; CHO=Carbohidratos) (33).

La masa corporal puede estudiarse en cinco niveles distintos e independientes, pero integrados, que empiezan en el nivel atómico y avanzan hacia los niveles molecular, celular, tejido-órganos y corporal total (33, 27).

El primer nivel es el *atómico*, considerado el nivel compuesto por los “ladrillos” de construcción del cuerpo. El 96% de la CC está integrada por: oxígeno, carbono, nitrógeno e hidrógeno.

El segundo es el nivel *molecular*, donde los elementos del nivel atómico se agrupan para formar componentes químicos, que nuevamente agrupados con otras moléculas similares forman agua, lípidos, proteínas o glucógeno.

El tercer nivel corresponde al nivel *celular*, de forma que el nivel anterior se estructura en una máquina metabólica, separada a través de una barrera del medio externo y construyendo sistemas de reproducción y control metabólico. En este nivel, el cuerpo se considera compuesto por células, sólidos extracelulares y líquidos extracelulares (34).

El cuarto nivel, el nivel *tisular*, se forma por la agrupación de células de similar fisiología. Por lo tanto, los diferentes espacios con química, anatomía y función individual determinan que la CC no se encuentre uniformemente distribuida (35). Los tejidos más importantes en la CC son el óseo, el adiposo y el muscular (36).

El quinto nivel es el nivel *corporal*. Este nivel diferencia al hombre de otras especies y confiere al cuerpo un tamaño, forma y proporciones: sus características constitucionales.

Los cambios en los niveles inferiores se manifiestan en el nivel corporal total. En el adulto, donde debe existir un equilibrio dinámico de su composición, aceptando bajo circunstancias normales una mínima variación del peso corporal (10%) en un tiempo determinado (20 años) (34). El estado constante de la CC debe resultar una proporción estable entre los diferentes componentes de cada nivel (36).

La suma de todos los componentes de cada uno de los cinco niveles equivale a la masa corporal.

Algunos de los modelos comunes de cada nivel.

Nivel	Modelo de composición corporal	Número de componentes
Atómico	$BM = H + O + N + C + Na + K + Cl + P + Ca + Mg + S$	11
Molecular	$BM = FM + TBW + TBPro + Mo + Ms + CHO$	6
	$BM = FM + TBW + TBPro + M$	4
	$BM = FM + TBW + \text{sólidos no grasos}$	3
	$BM = FM + Mo + \text{residual}$	3
	$BM = FM + FFM$	2
Celular	$BM = \text{células} + ECF + ECS$	3
	$BM = FM + BCM + ECF + ECS$	4
Tejido-órganos	$BM = AT + SM + \text{hueso} + \text{vísceras} + \text{otros tejidos}$	5
Corporal total	$BM = \text{cabeza} + \text{tronco} + \text{extremidades}$	3

Nota: AT=tejido adiposo; BCM=masa celular corporal; BM=masa corporal; CHO=carbohidratos; ECF=líquido extracelular; ECS=sólidos extracelulares; FFM=masa libre de grasa; FM=masa grasa; M=mineral; Mo=mineral óseo; Ms=mineral de tejidos blandos; SM=músculo esquelético; TBPro=proteína corporal total; TBW=agua corporal total.

Modelos de componentes múltiples representativos en los cinco niveles de CC (37).

La segunda área de la investigación comprende la metodología de la CC. La valoración de la CC puede realizarse de muy diversas formas, utilizando datos y variables sin relación alguna entre ellos, y que además difieren en sus resultados (31).

De la misma manera hay la posibilidad de realizar una observación complementaria de dichas variaciones de composición dentro del binomio salud-enfermedad en aquellas patologías relacionadas con el exceso o el defecto de un

determinado factor o componente (cardiopatías, hipertensión arterial, diabetes mellitus, entre otros) (32).

La tercera área de investigación es la variación de la CC y comprende los cambios relacionados con las condiciones fisiológicas y patológicas. Las áreas investigadas influyen en el crecimiento, desarrollo, envejecimiento, raza, nutrición, efectos hormonales y actividad física, así como algunas enfermedades y medicamentos que influyen en la CC de la persona (32, 28). Por ejemplo, la división bicompartimental (MG y MLG) acepta una relación importante entre el exceso de grasa y el riesgo de aparición de enfermedades cardiovasculares (38).

Entre las tres áreas de investigación de la CC ocurren interacciones, lo que permite formular y descubrir nuevas reglas y leyes de la CC.

El método ideal no se ha desarrollado aún, ya que sus características serían muy exigentes: ser seguro, no invasivo, barato, fácil de realizar, aplicable a individuos de diferentes edades y situaciones clínicas, con resultados exactos y reproducibles (39).

1.3. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL

MÉTODOS DIRECTOS:

Comprenden exclusivamente la disección de cadáveres. Es el método más exacto y fiable, pero muy limitado en su aplicación debido a la escasez de trabajos donde los estudios antropométricos tengan una fiabilidad suficiente. Los más importantes fueron realizados por Behnke, y Wilmore en 1984, Clarys, Drinkwater, Martin y Ross entre 1979 y 1980 en Bélgica (40).

MÉTODOS INDIRECTOS O IN VIVO:

Calculan un parámetro (MG, porcentaje óseo, etc.) a partir de otros (densidad corporal total, diámetros óseos, etc.) según una relación cuantitativa, que se presupone constante entre las variables, establecida previamente (41). Existen tres tipos:

- MÉTODOS QUÍMICOS:

Los primeros estudios fueron realizados por Von Hevesy y Hofer y por Behnke, FeenWelham en 1939. El más importante de estos métodos es la Densimetría; Utiliza el modelo de dos componentes en sus determinaciones, considerado como el *gold standard* o prueba de criterio. Algunos otros son la dilución isotópica, la espectrometría de rayos gamma, la activación de neutrones, la espectrometría fotónica, la excreción de creatinina o 3metilhistidina y la absorciometría con rayos X de doble energía (DEXA) (34) y nos limita en la práctica en vivo.

- MÉTODOS FÍSICOS:

Estos métodos pretenden determinar el Volumen Corporal Total utilizando una cámara presurizada. Según Preuss y Bolin pueden incluirse la pletismografía acústica, el desplazamiento del aire, la dilución de Helio y los gases solubles en grasa (42).

- TÉCNICAS DE EXPLORACIÓN POR LA IMAGEN:

En este grupo se incluyen la radiología convencional, los ultrasonidos, la Tomografía Axial Computada (TAC), la Resonancia Magnética (RM), etc.

MÉTODOS DOBLEMENTE INDIRECTOS:

Se denominan así porque resultan de ecuaciones o normogramas derivados de alguno de los métodos indirectos, como la densitometría o la DEXA (31).

Para que los resultados alcanzados puedan ser acertados, es necesario que la técnica escogida atienda algunos criterios que garanticen que, además de ser usados correctamente por el investigador, sea adecuada para el individuo o grupo que está siendo estudiado. Según Kiss, los criterios principales de selección de las pruebas son: validez, fiabilidad, objetividad y tener protocolos de instrucciones (43).

Entre ellos se incluyen la Antropometría, la Conductividad Eléctrica Corporal Total, la Reactancia a la Luz Sub infrarroja, y la Impedancia Bioeléctrica.

1.4. ANTROPOMETRÍA

La antropometría catalogado como un método doblemente indirecto es utilizada para la investigación del crecimiento (44), la obesidad (45), el estado de salud y la condición física de los atletas de diferentes deportes (46).

En razón al bajo costo operacional y a la relativa simplicidad de las evaluaciones, los métodos antropométricos son aplicables a grandes muestras y pueden proporcionar estimaciones poblacionales y datos para el análisis de cambios seculares (47), si bien su aplicación depende de un entrenamiento adecuado y una calibración determinada de los aparatos que utiliza (48, 49).

La estimación de la composición corporal por medio de fórmulas antropométricas hoy en día tiene una mayor difusión, ya que permiten, en teoría, determinar la cantidad de cada uno de los componentes del cuerpo humano de manera sencilla y económica.

Matiegka en 1921 desarrolló fórmulas para la predicción de los pesos de la piel y tejido celular subcutáneo, la masa muscular esquelética, los huesos y un determinado componente residual que comprendía los diferentes órganos, vísceras y líquidos (cuatro componentes).

Si bien hasta mucho tiempo después sus ideas no fueron tenidas en cuenta por su escasa validación por método directo, su aportación es básica para la comprensión de los métodos que actualmente se manejan.

Entre 1932 y 1935 aparece el fraccionamiento bicompartimental. Brozek y Keys, a través de la medida de pliegues cutáneos, publican las primeras ecuaciones de regresión (16). En 1956, Von Döbeln desarrolló una ecuación para el cálculo del peso óseo, publicada en 1964, que modificó Rocha, dando lugar al modelo de tres componentes (19).

Los errores de algunas ecuaciones residen en que además de ser lineales y específicas, suponen como constantes, datos variables como compresibilidad del pliegue, grosor cutáneo despreciable, patrón fijo de distribución del tejido adiposo, proporción fija de la grasa interna y externa o densidad ósea constante independientemente de sexo, edad y raza.

Todos estos datos no son del todo correctos si nos referimos a una población formada por individuos de características no del todo parecidas, por lo que sólo en poblaciones similares los resultados serían significativos (50). De otra manera, los errores producidos resultan cuantiosos. En poblaciones heterogéneas, se deberán utilizar ecuaciones más generales (31).

Parizkova toma pliegues grasos diferenciando sexos para obtener la densidad corporal (51), pero fueron Durnin y Womersley los primeros en desarrollar ecuaciones de regresión múltiple generalizadas (52), aunque sobre estiman el porcentaje graso (53). Yuhasz en el "*Physical Fitness and Sports Appraisal Laboratory Manual*" de la Universidad de Western Ontario (Canadá, 1977) establece nuevas fórmulas para adultos entre 18-30 años de edad.

En los J.J.O.O. de Montreal (1976) se crea el *Montreal Olympic Games Anthropological Project* (MOGAP), a partir del cual, Carter desarrolló fórmulas para deportistas basadas en los estudios de Yuhasz. Además, apoyándose en la fórmula de Siri, determina el porcentaje graso (54).

Jackson y Pollock (55) y Jackson (56) obtienen mejores resultados con otras fórmulas, aplicables a poblaciones más heterogéneas, que incluso pueden resultar adecuadas para jóvenes atletas, tanto masculinos como femeninos.

Es en 1980 cuando aparecen estudios que tienen en cuenta la propuesta de Matiegka (cuatro componentes): De Rose y Guimaraes (57) y Drinkwater y Ross (58). El primer estudio calcula cada compartimento según una fórmula (Faulkner basado en Yuhasz para el porcentaje graso, Rocha basado en Von Döbeln para la masa ósea, Würch para la masa residual y la masa muscular se deduce de la propuesta básica de Matiegka).

Sin embargo, la fórmula de Yuhasz-Faulkner es específica para hombres jóvenes, por lo que su uso con otras poblaciones tiene una validez discutible.

El segundo estudio (que en una segunda versión añade un 5º componente: la piel) resuelve una única fórmula para todos los compartimentos.

Las determinaciones antropométricas tienen algunas limitaciones, tales como la variabilidad intrínseca de la medición por el investigador, o la distinta distribución de la grasa corporal según el estado fisiológico o patológico (39).

1.5. PROTOCOLOS DE EVALUACIÓN EN ANTROPOMETRÍA

Los protocolos de medición han sido establecidos por diversos autores y cuentan en la actualidad con la uniformidad adecuada, según acuerdo de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría o *International Society of the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK) (59, 60, 61, 62).

Todas las medidas se toman en el lado derecho del sujeto, aunque no sea éste el lado dominante.

El material empleado para las valoraciones consta de elementos de diversa condición, todos ellos de fácil manejo, poco costo y duradero. Este material debe encontrarse dentro de las normas recomendadas por la ISAK.

Las mediciones se realizan a partir de la denominada posición de atención antropométrica o posición estándar erecta. Desde esta posición se sitúan, con el lápiz dermatográfico una serie de puntos antropométricos. Martin definió la mayoría de estos puntos (63) y posteriormente fueron empleados para el Proyecto Antropológico de los Juegos Olímpicos de México 1968, y Montreal 1976 (MOGAP), aprobados y respaldados por la ISAK (7). Una vez localizados los puntos, se toman las medidas que se anotan en la proforma.

En conjunto, estas variables antropométricas pueden ser clasificadas en función del significado matemático (y por extensión científico) que ofrezcan. Así tenemos tres tipos de medidas antropométricas:

a) MEDIDAS LINEALES (L): Con ellas valoramos morfológicamente el sujeto, como lo son: Medidas longitudinales (longitudes y alturas), transversales y anteroposteriores (diámetros grandes, pequeños y de la envergadura), medidas circunferenciales (perímetros) y medidas de pliegues cutáneos (pliegues cutáneos).

b) MEDIDAS DE SUPERFICIE CORPORAL (L2): Expresan superficie corporal y se obtienen mediante fórmulas.

c) MEDIDAS DE MASA (L3): Peso del individuo. Corresponde a la Masa Corporal, y se eleva al cubo. Con ellas se estudia biotipo (somatotipo) y CC.

Si bien todas las medidas antropométricas son importantes, los pliegues cutáneos constituyen una de las más relevantes y controvertidas, por lo que han sido

profundamente investigados. Se consideran el patrón de oro (*gold standard*) entre las medidas antropométricas, estando presentes en la mayoría de estudios sobre CC, bien como técnica de comparación con el método analizado y el de referencia, bien incorporadas a las ecuaciones propuestas (64). La correlación de los resultados obtenidos mediante pliegues con los deducidos a través de densitometría es alta, lo que unido a su coste y accesibilidad justifica su amplio uso en estudios clínicos (65, 66, 67).

La lógica de la medida de los pliegues cutáneos se basa en el hecho de que aproximadamente la mitad del contenido corporal total de grasa está localizado en los depósitos adiposos existentes directamente debajo de la piel. Esa grasa localizada está directamente relacionada con la grasa total (68).

Lohman afirmó que uno de los medios más prácticos para la evaluación de la CC de poblaciones adultas entre 20 y 50 años es el uso de los pliegues cutáneos, porque de 50 a 70% de la grasa corporal está localizada subcutáneamente, y algunos pliegues muestran relación con la adiposidad corporal total (65).

La literatura especializada menciona la existencia de aproximadamente 93 posibles localizaciones anatómicas donde la medida de un pliegue se puede realizar(69). Está claro que la utilización de tantas medidas demoraría el método extremadamente; por ello, la mayor parte de los protocolos, utilizan entre 2 y 9 localizaciones de medida.

Los pliegues cutáneos que aparecen con mayor frecuencia en la literatura que atienden las necesidades de la mayoría de las ecuaciones predictivas de grasa corporal son: tríceps (TR), subescapular (SB), bíceps (BI), axilar media (AM), torácica o pectoral (TX), supra-ilíaca (SI), supra-espinal (SS), muslo (MS) y pierna medial (PM) (70).

2. FÚTBOL

2.1. HISTORIA DEL FÚTBOL

La historia del fútbol asociación, conocido simplemente como fútbol, suele considerarse a partir de 1863, año de fundación de *The Football Association*, aunque sus orígenes, al igual que los demás códigos de fútbol, se pueden remontar varios siglos en el pasado.

Se considera que la actividad más antigua que se asemeje al fútbol o algún otro código del cual se tenga registro o conocimiento data de los siglos III y II a. C. el llamado “ts’uhKúh” (“tsuchu” o “luju”) en la dinastía Han en China. Cinco o seis siglos después como una variante Japonesa llamada “*kemari*”. En el Mediterráneo destacaron dos formas de juego: el “*Harpastum*” en Roma y el “*Episicyros*” en Grecia (71). Durante la Era de los descubrimientos se comenzaron a conocer deportes provenientes del Nuevo Mundo como el “*Pok Ta Pok*” de la cultura maya que tendría 3.000 años de antigüedad (72). En Groenlandia también se jugaba un deporte que se asemejaba al fútbol, mientras que el juego denominado “*Marngrook*” de Oceanía tenía características que lo asemejaban más al fútbol australiano. En lo que hoy es Estados Unidos los aborígenes practicaban otros juegos: el “*Pasuckuakohowog*” y el “*Asqaqtuk*” en Alaska. A finales de la Edad Media y siglos posteriores se desarrollaron en las Islas Británicas y zonas aledañas distintos juegos de equipo, a los cuales se los conocía como códigos de fútbol. En la segunda mitad del siglo XVII cuando se dieron las primeras grandes unificaciones del fútbol (73).

En otras zonas del mundo también se practicaban juegos en los que una pelota era impulsada con los pies. Entre ellas pueden mencionarse las Reducciones Jesuíticas de la zona guaraní. Los primeros códigos británicos se caracterizaban por tener pocas reglas y por su extrema violencia (74). Uno de los más populares fue el fútbol de carnaval. Por dicha razón el fútbol de carnaval fue prohibido en Inglaterra por decreto del rey Eduardo III y permaneció prohibido durante 500 años. El fútbol de carnaval no fue el único código de la época; de hecho existieron otros códigos más organizados,

menos violentos e incluso que se desarrollaron fuera de las Islas Británicas (75). Uno de los juegos más conocidos fue el calcio florentino, originario de la ciudad de Florencia, Italia. Este deporte influyó en varios aspectos al fútbol actual (76).

A mediados del siglo XIX se dieron los primeros pasos para unificar todos los códigos del fútbol en uno. El primero fue en 1848, en la Universidad de Cambridge, donde se hizo una reunión de las escuelas inglesas para reglamentar un nuevo código, el conocido como las Reglas de Cambridge (77).

Entre 1857 y 1878 se utilizó un código del fútbol que también aportaría características al fútbol moderno: el Código o reglas de Sheffield.

El 26 de octubre de 1863 es considerado como el día del nacimiento del fútbol moderno. En la Taberna Freemason's se iniciaron las reuniones para crear el código de fútbol universal y definitivo, el cual recibiría el nombre de "*fútbol asociación*" (*association football*) (78).

Ya con el código de fútbol bien definido, se comenzaron a disputar los primeros encuentros. El 30 de noviembre de 1872, Escocia e Inglaterra disputaron el primer partido oficial entre selecciones nacionales. En 1884 se disputaría la primera edición del *British Home Championship*, que hasta su desaparición sería el torneo de selecciones más antiguo de la historia (79).

La primera competición de liga llegó en la temporada 1888-1889 con la creación de la *Football League*. Con el pasar de los años, el fútbol se expandió rápidamente en las Islas Británicas. A finales de los años 1880 el fútbol comenzó a expandirse rápidamente fuera del Reino Unido (80).

El 21 de mayo de 1904 se creó la FIFA (Federación Internacional de Fútbol Asociación); Las asociaciones fundadoras fueron Bélgica, España, Dinamarca, Francia, Países Bajos, Suecia y Suiza. En 1906 la FIFA propuso la primera competición internacional de selecciones, pero no se desarrolló. Durante los Juegos Olímpicos de 1900, 1904, 1906 (juegos intercalados) el fútbol se presentó al mundo por medio de una serie de encuentros de exhibición (81).

En 1916 se funda la Confederación Sudamericana de Fútbol, que ese mismo año organiza la primera edición del Campeonato Sudamericano de Fútbol (actual Copa América) (82).

La Primera Guerra Mundial hizo retroceder el desarrollo del fútbol, pero las ediciones de 1924 y 1928 de los Juegos Olímpicos revitalizaron el deporte.

La incursión de la FIFA en los Juegos Olímpicos a partir de 1924 motivó la creación de un torneo propio y de mayor nivel cada cuatro años. La FIFA definió que Uruguay fuera sede de la Primera Copa Jules Rimet (perdiendo el nombre años después hasta solo quedar como Copa Mundial), a disputarse en 1930 (83).

En 1946 las *Home Nations*, que se habían desafiliado de la FIFA tras la Primera Guerra Mundial, volvieron al órgano internacional. El 10 de mayo de 1947 se considera una fecha de vital importancia para el resurgimiento de la FIFA y del fútbol mundial, por la realización del encuentro amistoso entre la selección británica y un combinado de futbolistas europeos, el *Resto de Europa XI*, en el denominado *Partido del Siglo* (84).

La segunda mitad del siglo XX sería la época de mayor crecimiento del Fútbol. En África se fundaría la Confederación Africana de Fútbol en 1957; en América del Norte, Central y el Caribe, la CONCACAF en 1961; y por último en Oceanía, la Confederación de Fútbol de Oceanía en 1966.

En 1960 se crea la Eurocopa, que agrupa a las selecciones de la UEFA, la CONCACAF disputaría por primera vez la Copa CONCACAF en 1963.

Debido a la creación de las confederaciones se comenzaron a disputar los primeros campeonatos internacionales a nivel de clubes, siendo la primera de su tipo la Liga de Campeones de la UEFA, a partir de 1955. En 1960 se iniciaría la Copa Libertadores de América, la Copa Intercontinental (Copa Mundial de Clubes de la FIFA) (85).

Con el paso del tiempo el fútbol se ha modificado de manera tan importante que la historia se escribe día a día.

2.2. EL FÚTBOL EN MÉXICO

El fútbol en México al igual que en los orígenes de este deporte no se determina el lugar correcto de su inicio, pero se ha documentado que en el año de 1898 en

Orizaba, Veracruz, se funda un Club Deportivo con ramas en cricket y otros deportes, en la ciudad de Pachuca, Hidalgo se narra el triunfo de 7 goles a 4 de unos trabajadores de la mina "El Rosario" propiedad de Richard Rule, sobre otra formada por operarios de la hacienda de beneficio "San Cayetano" de Real del Monte; por lo que se llega a comentar que ese lugar es "La cuna del fútbol mexicano", pero en 1901 se organiza el equipo de fútbol, en el mismo año surge el México Cricket Club. En 1906 nace el Club Deportivo Guadalajara.

En 1902 se constituyó la "*Liga Mexicana de Football Amateur Association*", con cinco equipos: "*Orizaba Athletic Club*", "*Pachuca Athletic Club*", "*Reforma Athletic Club*", "*México Cricket Club*", "*British Club*". Así, Orizaba es considerado el primer campeón de fútbol que tuvo México.

Durante la etapa considera como Amateur sobresalieron varios torneos regionales: La Liga Amateur del Distrito Federal (Distrito Federal y sus alrededores), la Liga Amateur de Jalisco (Liga de Occidente), era manejada por la Federación Deportiva de Occidente de Aficionados, que se fundó antes que la propia Federación Mexicana de Fútbol; La Liga de Jalisco fue la primera en el país en contar con categorías, existiendo desde el principio una "Segunda Fuerza", que con el paso del tiempo dio pie a formar un nivel inferior al que se denominó "Tercera Fuerza"; poco después se crea una nueva categoría llamada "Intermedia", que se encontraba entre la Primera y la Segunda Fuerza, y que permitía a varios equipos organizados independientemente competir contra los equipos "B" de los grandes clubes de Guadalajara, con el tiempo surgieron la "Cuarta Fuerza" y el resto de las competencias entre "Fuerzas Básicas", desde "Juvenil" hasta "Infantil".

En aquellos años también destacó la Liga Veracruzana o Liga del Sur (fundada en 1915); otra liga regional importante se desarrolló en el estado de Guanajuato, después de que en 1911 se funda en la ciudad de Irapuato el primer club deportivo especializado en fútbol; Al norte de la República se destacaron la Liga Amateur de Nuevo León (fundada en 1922); El 8 de septiembre de 1936 se fundó la Asociación de Fútbol de Nuevo León, el 23 de noviembre de 1936 dicha asociación convoca al primer Campeonato de Primera, Segunda y Tercera Fuerza.

En la región de la Comarca Lagunera, surgió otra liga de gran impulso en la era amateur.

La primera competencia nacional, “*El Campeonato del Centenario*”, ocurrió en 1921, dentro del programa de festejos conmemorativos de la consumación de la Independencia. Participaron los equipos de la capital del país “*El Germania, España, Asturias, América, México, Deportivo Internacional, Amicale Francaise, Luz y Fuerza del Centro y Morelos*; y los foráneos *El Sporting de Veracruz, Iberia de Córdoba, ADO de Orizaba, Atlas y Guadalajara de Jalisco, y Pachuca de Hidalgo*”, siendo el vencedor “*El España*”.

En 1927 fue fundada la “*Federación Mexicana de Football Association*”, que con todo y su anglicismo es el cimiento de la actual Federación Mexicana de Fútbol (FMF), con este surgimiento se inscribió y afilió a la FEMEXFUT en la FIFA.

El domingo 17 de octubre de 1943 diez equipos comenzaron a disputar la primera temporada de la época profesional; estos equipos provenían de tres entidades del país: Distrito Federal (América, España, Asturias, Atlante y Marte), Jalisco (Guadalajara y Atlas) y Veracruz (ADO, Veracruz y Moctezuma) (86).

En la actualidad la Liga MX o Primera División de México es el torneo de fútbol profesional más importante en México, es el primer nivel en la Liga Mexicana de Fútbol (87).

Es una liga que ha tenido un gran crecimiento futbolístico, prueba de ello es que en los años 2002, 2006, 2007 y 2008 la primera división se encuentra clasificada dentro de las 10 mejores ligas del mundo, la 1a de la CONCACAF y posicionada como la tercer liga más fuerte del Continente solo detrás de la Serie A de Brasil y la Primera División de Argentina que ocupan el 4° y 6° lugar respectivamente a nivel mundial según el ranking oficial de la Federación Internacional de Historia y Estadística de Fútbol (88).

2.3. DEMANDAS FISIOLÓGICAS DEL FUTBOL

El fútbol es un deporte acíclico, con intensidad de ejercicio diversa cuyas demandas fisiológicas son multifactoriales (importancia del evento, calidad técnica, táctica, del adversario, estado emocional, etc.), y varían marcadamente durante un partido. Las altas concentraciones de lactato sanguíneo y las elevadas concentraciones de amoníaco (NH_3) durante los períodos de juego, indican que ocurren grandes cambios metabólicos musculares e iónicos.

Las demandas pueden ser muy altas, que ellas llevan a la fatiga, interfiriendo en el rendimiento físico potencial y el rendimiento técnico aún a intensidades submáximas de ejercicio. Las demandas fisiológicas varían con el nivel de competencia, estilo de juego, posición de juego y factores ambientales (89, 90).

El patrón de ejercicio puede describirse como intervalado y acíclico, con esfuerzos máximos superpuestos sobre una base de ejercicios de baja intensidad (trote suave y caminata). Los jugadores realizan tipos diferentes de ejercicios que van desde estar parado hasta una carrera máxima.

Además de tener bien desarrollada la capacidad física con una producción de potencia alta, los jugadores deben ser capaces de trabajar durante largo tiempo (resistencia). Esto distingue al fútbol de deportes en los que el ejercicio continuo se realiza con una intensidad, bien alta o moderada, durante todo el evento.

Por ser un deporte mixto, las actividades predominantes comprometen al metabolismo aeróbico, pero algunos momentos del juego dependen de las fuentes anaeróbicas de energía. Éstos se refieren al oportunismo a la ejecución de los movimientos rápidos y cortos para ganar la pelota y movimientos ágiles para pasar a los oponentes, tales como trabar a un jugador, saltar, acelerar, rematar, cambiar de dirección. También es importante la capacidad de recuperarse entre las series de esfuerzos, para poder estar preparado para esfuerzos máximos posteriores, cuando se presenten las oportunidades.

Existe un cambio de actividad aproximadamente cada 4 segundos, que enfatiza la naturaleza acíclica del deporte. Cada partido implica 1000 a 1200 acciones que

incorporan cambios rápidos y frecuentes de ritmo y dirección así como la ejecución de las habilidades de juego (91).

La intensidad o tasa del esfuerzo tiende a disminuir hacia el final del juego y refleja los procesos fisiológicos asociados a la fatiga muscular. Esa caída del rendimiento también está asociada a una disminución de las reservas de glucógeno dentro de los músculos de las piernas. La característica más evidente del rendimiento de jugadores fatigados fue el menor número de sprints máximos en busca de la pelota. El aumento en el número de goles convertidos hacia el final de los partidos, es otra muestra de fatiga en ese momento. Una buena capacidad aeróbica puede proteger contra un descenso del ritmo de trabajo hacia el final del partido (92).

2.3.1. ACTIVIDADES DEL JUEGO

Muchos análisis de tiempo-movimiento de juegos competitivos se han realizado desde los primeros análisis de actividades en los años sesenta Bangsbo, 1994; Bangsbo, Nørregaard, & Thorsøe, 1991; Krustup, Mohr, Ellingsgaard, & Bangsbo, 2005; Mohr, Krustup, & Bangsbo, 2003; Reilly & Thomas, 1979; El Reilly & Thomas, 1979; Rienzi, Drust, Reilly, Carter, & Martin, 1998; Van Gool, Van Gerven, & Boutmans, 1988. La distancia típica abarcada por un jugador de campo abierto de clase profesional durante un partido es de 10-13km, con jugadores del mediocampo que cubren distancias mayores que otros jugadores del campo. Sin embargo, la mayoría de esta distancia se cubre caminando y corriendo a baja intensidad. En términos de producción de energía, los períodos de ejercicio de alta intensidad son importantes. Así, está claro que la cantidad de ejercicio de alta intensidad separa a jugadores de clase-top de jugadores de un nivel inferior. En un estudio, el análisis de tiempo-movimiento informatizado demostró que jugadores internacionales realizaron un 28% más ($P < 0.05$) de carrera de alta intensidad (2.43 vs. 1.90 km) y un 58% más de sprint (650 vs. 410 m) que jugadores profesionales de un nivel inferior (93). Debe recalarse que las grabaciones de carrera de alta intensidad no incluyen varias actividades demandantes

de energía como las aceleraciones cortas, marcaje, y saltos. El número de marcajes y saltos depende del estilo de juego individual y posición en el equipo, y en el nivel más alto se ha demostrado que varía entre 3 y 27; y entre 1 y 36, respectivamente (93). La mayoría de los estudios han usado análisis de video seguido por un análisis de computadora manual para examinar la potencia individual durante un partido. Se ha determinado que en jugadores de elite la velocidad de sprint en los partidos alcanzaba los valores máximos de alrededor de $32 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, y que los sprints de más de 30 m exigían una recuperación notablemente más larga que los sprint promedio (10-15 m) durante un partido. Lo que después de hacer una actividad de corta duración con alta intensidad, el jugador requiere un recambio de energía limitado al recuperar el sustrato para una nueva acción.

Hay diferencias individuales mayores en las demandas físicas de los jugadores, en parte relacionadas a su posición en el equipo. Varios estudios han comparado las posiciones de juego Bangsbo en 1994 (92), Ekblom en 1986 (94) y Reilly en 1979 (95). En un estudio de jugadores de clase profesional, Mohr y col. en el 2003 (93) encontraron que los defensores centrales cubrieron una distancia global menos y realizaron menos carrera de alta intensidad que los jugadores en las otras posiciones, lo que probablemente se vincula estrechamente a los roles tácticos de los defensas centrales y su capacidad física inferior (92, 93). Los defensas cubrieron una distancia considerable a una alta intensidad y sprint, mientras que ellos realizaron menos cabeceos y marcajes que los jugadores en las otras posiciones de juego. Los delanteros cubrieron una distancia a alta intensidad igual a los delanteros y a los medios, pero realizaron más sprints que los medios y defensas. Es más, Mohr y cols. en el 2003 (93) demostraron que los atacantes tenían una marcada disminución en la distancia de sprint que la de los defensas y medios. Además, el rendimiento de los delanteros en el Yo-Yo test de recuperación intermitente no fue tan mejor como la de los defensas y mediocampistas. Así, parecería ser que el delantero de clase profesional moderno necesita ser capaz de realizar acciones de alta intensidad repetidamente a lo largo de un partido.

Los medios realizaron tantos marcajes y cabeceos como los defensas y delanteros. Ellos cubrieron una distancia total y una distancia a una alta intensidad

similar a los defensas y delanteros, pero realizaron menos sprints. Los estudios previos han demostrado que los medios cubren una distancia mayor durante un partido que los defensas y delanteros (92, 96, 95). Estas diferencias pueden explicarse por el desarrollo de las demandas físicas de los defensas y delanteros, puesto que, en contraste con un estudio, Mohr y cols. observaron que los jugadores en todas las posiciones del equipo experimentaron una disminución significativa en la carrera de alta intensidad hacia el final del partido. Esto indica que casi todos los jugadores de fútbol de élite utilizan su capacidad física durante un partido. Las diferencias individuales no sólo están relacionadas a la posición en el equipo. De este modo, en el estudio por Mohr y cols., dentro de cada posición de juego había una variación significativa en las demandas físicas que dependían del rol táctico y de la capacidad física de los jugadores. Por ejemplo, en el mismo partido, un jugador del mediocampo cubrió una distancia total de 12.3 km, con 3.5 km que se realizaban a una alta intensidad, mientras otro mediocampista cubrió una distancia total de 10.8 km de los cuales 2.0 km fueron en una alta intensidad. Deben tenerse en cuenta las diferencias individuales en el estilo de juego y en el rendimiento físico al planear el entrenamiento y la estrategia nutricional(93).

El arquero recorre aproximadamente 4 km durante el partido, el 10% de los cuales era con el balón en su poder. Mucha de la actividad de nivel inferior del arquero puede ser un mecanismo involuntario para mantener la excitación y la concentración en el partido antes que una imposición directa de las exigencias del juego. Las demandas críticas son de naturaleza anaeróbica, al saltar para atajar la pelota y al tirarse al suelo para pararlo (97).

2.3.2. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

La energía anaeróbica se libera de la degradación del adenosíntrifosfato (ATP), el cual está almacenado en el músculo o se produce por la división del fosfato de creatina (PC) o por la degradación de hidratos de carbono (CHO) a piruvato (glucólisis),

que conduce a la formación de ácido láctico. Una contribución de energía anaeróbica menos importante puede tener lugar por la degradación del adenosíndifosfato (ADP) a adenosínmonofosfato (AMP) y después a inosínmonofosfato (IMP) y NH_3 . La energía aeróbica se produce en compartimentos especiales de la célula muscular (mitocondrias) mediante la utilización de oxígeno, que se extrae de la sangre. Los sustratos para estas reacciones se forman a través de la glucólisis, catabolismo de las grasas y, en menor medida, aminoácidos. El índice de producción de ATP durante el ejercicio así como de utilización de los sustratos está controlado por la intensidad de la actividad. En la mayoría de los casos, los procesos anaeróbicos son muy rápidos de tal forma que los músculos son capaces de mantener altos niveles de ATP durante el ejercicio.

La fuente de CHO para la glucólisis es principalmente el glucógeno almacenado en los músculos activos, pero también puede utilizarse glucosa de la sangre. La glucosa se extrae del intestino y es liberada a sangre desde el hígado, que forma glucosa a partir de la degradación de glucógeno (glucogenólisis) o precursores como el glicerol, el piruvato, el lactato y aminoácidos (gluconeogénesis) (92).

En el fútbol, la temperatura central aumenta relativamente más comparado con la intensidad promedio debido a la naturaleza intermitente del partido. De ahí, se ha observado que a una tasa de trabajo relativa correspondiente al 60% del $\text{VO}_2\text{máx}$, la temperatura central era 0.3°C superior durante el ejercicio intermitente que en el ejercicio continuo. No obstante, las temperaturas centrales de $39\text{-}40^\circ\text{C}$ durante un partido indican que la carga aeróbica promedio durante un partido está alrededor del 70% del $\text{VO}_2\text{máx}$ (94, 93).

Durante un partido, los jugadores de fútbol de élite realizan aproximadamente 150-250 breves acciones intensas indica que la tasa de recambio de energía anaeróbica es alta en ciertos momentos. Aunque no se estudió directamente, el ejercicio intenso durante un partido lleva a una tasa alta de degradación de fosfato de creatina que hasta algún punto es resintetizado en los siguientes períodos de ejercicio de baja intensidad (92). Por otro lado, el fosfato de creatina puede disminuir (es decir, por debajo del 30% de los valores de reposo) durante partes de un partido si se realizan varios turnos intensos con solamente períodos de recuperación cortos. El análisis del fosfato de creatina en biopsias musculares obtenidas después de períodos de ejercicio

intenso durante un partido han provisto valores por sobre el 70% de los de reposo, pero es probable que esto sea debido al retraso en la obtención de la biopsia (93).

2.3.3. GASTO CALÓRICO

La distancia recorrida en un partido representa ligeramente la energía gastada por las demandas de las técnicas del juego, ya que el gasto calórico de un individuo está directamente relacionado con el trabajo mecánico. Éstas incluyen las aceleraciones y desaceleraciones frecuentes, las carreras angulares, los cambios de dirección, los saltos para disputar la posesión de la pelota, eludir las cargas y todos los múltiples aspectos implicados en el juego (89).

El gasto calórico durante el juego ha sido estimado tanto a partir de los perfiles de tasas o intensidades de esfuerzo, como de los valores de la frecuencia cardíaca (FC). Las FC promediadas a lo largo del partido, son luego asociadas a la relación "FC - consumo de O₂", determinado para cada jugador en condiciones de laboratorio.

Debe enfatizarse de que existen diferencias interindividuales en la producción de energía aeróbica y anaeróbica durante un partido, debido a la variedad de factores que influyen la intensidad del ejercicio: motivación, capacidad física y la estrategia táctica(97).

El modelo del gasto se puede alterar cuando se juegan partidos extras a mitad de la semana. También habrá variaciones del gasto de energía diaria en las diferentes fases del período de competencias, y con casos individuales de jugadores, durante los procesos de recuperación de lesiones, que no pueden participar del entrenamiento completo.

Se estima que en el fútbol competitivo de alto nivel supone un gasto calórico estimado de 95.5-143.3 Kcal (4000-6000 kJ) para un jugador de 70 kg. Esto representa un promedio de casi el 70% del VO₂ máx. Los músculos activos no son los únicos órganos que necesitan una fuente constante de energía del torrente sanguíneo: el cerebro está involucrado íntegramente en el juego (tomando continuamente decisiones

y haciendo elecciones tácticas) siendo la glucosa su única fuente de energía. Es probable que reiterados esfuerzos de alta intensidad durante el juego reduzcan considerablemente las reservas de glucógeno en músculo e hígado, lo que manifiesta la necesidad de contar con una adecuada cantidad de CHO antes del partido y poner atención en la reposición de estos niveles luego del mismo. Los ácidos grasos circulantes se elevan al final del partido. El metabolismo de las proteínas no es pronunciado, ya que el aporte energético es menor al 15%, con lo cual el uso de aminoácidos como suplemento energético no está recomendado en jugadores de fútbol(98).

Los movimientos hacia los costados o hacia atrás aumenta el gasto calórico, más de lo que hace la locomoción normal. Ejecutar destrezas tales como "driblear" con la pelota también eleva el gasto energético y el lactato sanguíneo. Esto puede explicarse, hasta cierto punto, por una necesidad mayor de mantener el equilibrio, por una longitud de zancada más corta y por una frecuencia de zancada mayor que las utilizadas en la carrera, lo que disminuye la eficiencia de la carrera. El costo energético adicional de dribling es mayor durante un partido que en el test de laboratorio, ya que el balón a menudo se toca con más frecuencia para protegerlo del oponente, aunque el costo energético extra, influye sólo en pequeña medida en el total del gasto energético (98).

2.3.4. PRODUCCIÓN DE AMONÍACO (NH₃)

La concentración de amoníaco (NH₃) en sangre aumenta durante un partido de fútbol, lo que indica que los músculos producen el mismo, con lo que parece activar las reacciones de la adenilkinasa y la adenosin monofosfato desaminasa. La desaminación de AMP es la fuente primaria de NH₃ durante el fútbol. La baja concentración de glucógeno muscular se asocia con el aumento de NH₃ y producción de IMP durante ejercicio intenso. La concentración de NH₃ es menor en el segundo tiempo, en comparación con el primero, asociado a una bajada de la intensidad del esfuerzo y de las concentraciones de lactato sanguíneo en el segundo tiempo (99).

2.3.5. CONSUMO DE OXÍGENO

En los jugadores profesionales, la tasa de trabajo promedio durante un partido de fútbol, al ser estimado a partir de variables tales como la frecuencia cardíaca, es aproximadamente del 70% de consumo de oxígeno máximo ($VO_{2\text{máx}}$). Esto corresponde a una producción de energía de unos 1 361.4 Kcal (5700 kJ) para una persona que pesa 75 kg con un $VO_{2\text{máx}}$ de 60ml/kg/min. El $VO_{2\text{máx}}$ mejora significativamente en la pretemporada, en la cual se pone énfasis en el entrenamiento aeróbico (89).

2.3.6. COCIENTE RESPIRATORIO (RQ)

Es difícil establecerlo durante un partido de fútbol, pero puede hacerse durante ejercicio intermitente estandarizado simulando el modelo de actividad del fútbol. Mediciones de este tipo resultan en valores RQ de 0.85, 0.87 y 0.91 a tasas de trabajo que corresponde a 55, 71 y 81% del $VO_{2\text{máx}}$, respectivamente. Esta relación entre el valor de RQ y la intensidad relativa de trabajo es comparable a la obtenida durante un ejercicio intermitente de larga duración. Basado en estas determinaciones y en mediciones de FC durante un partido de fútbol, de que el $VO_{2\text{máx}}$ se estima, los valores RQ medios durante un partido pueden calcularse en 0.88. Esto corresponde a una contribución de hidratos de carbono de 60% y grasas de 40%, respectivamente de la oxidación total. Utilizando estos números puede calcularse la oxidación total de hidratos de carbono y grasas en un partido (100).

2.3.7. GLUCÓGENO MUSCULAR

Durante un partido de fútbol la diferencia en volumen de glucógeno representa la utilización neta de glucógeno del músculo, pero no muestra el intercambio de glucógeno total (92).

El glucógeno intramuscular (en ambos tipos de fibras, I y II), la degradación de los Triacilglicéridos, y el consumo en las piernas de glucosa y Ácidos Grasos Libres plasmáticos, es incrementado durante el ejercicio intermitente.

En algunos estudios se encontró que los jugadores con un reducido contenido de glucógeno en sus músculos del muslo al comienzo del partido recorrían 25% menos distancia que los demás. Una diferencia todavía más marcada se observaba para la velocidad de carrera: los jugadores con bajo contenido de glucógeno recorrían el 50% de la distancia total caminando y el 15% a velocidad superior, en comparación con el 27% caminando y el 24% carrera de sprint para los jugadores con grandes niveles iniciales de glucógeno muscular.

La utilización del glucógeno muscular y de la glucosa originada en la sangre por parte de los músculos activos se incrementa con el aumento de la intensidad del ejercicio. Con el incremento de la duración del ejercicio, declina la contribución del glucógeno, mientras que la de la glucosa de la sangre aumenta (96).

Hay una pronunciada utilización de glucógeno en los músculos de las piernas durante un partido. La depleción de glucógeno es un factor potencial de contribución para la fatiga durante un partido de fútbol, y puede limitar la capacidad de los jugadores para mantener el rendimiento de carrera en alta intensidad, especialmente durante los últimos momentos de un partido. Se afirma que con una carga de hidratos de carbono previa al juego presenta una disponibilidad importante de sustrato que da como resultado un mejor rendimiento (101).

2.3.8. LACTATO SANGUÍNEO

La glucólisis en los músculos parece ser activada y el lactato ser formado casi inmediatamente una vez que comenzó el ejercicio. Además se produce un alto índice de lactato continuamente durante el ejercicio intenso (96).

Los menores niveles de lactato observados inmediatamente luego del partido, en comparación con los registrados al final del primer tiempo, reflejan tanto el aumento en el uso proporcional de grasa como combustible por parte de los músculos activos a medida que progresa el juego, así como a la disminución en la intensidad de esfuerzo, como probable ocurrencia de la fatiga (102).

El lactato sanguíneo puede ser utilizado como un método de evaluación de la demanda total de energía durante un partido de fútbol. Los datos procedentes de los partidos recogen una cantidad de lactato sanguíneo de entre 7 y 11 mmol/L después de los mismos. No obstante en algunos análisis se habla de niveles menores, pudiendo deberse a diferencias en los estilos de juego y distintas condiciones climáticas (89).

Las concentraciones promedio de lactato sanguíneo de 2-10 mmol · l⁻¹ han sido observadas durante los partidos de fútbol, con valores individuales por arriba de 12 mmol · l⁻¹ (92, 94). Estos resultados indican que la tasa de producción de lactato muscular es alta durante la competencia, pero el lactato muscular ha sido medido en sólo un único estudio. En un partido amistoso entre equipos no-profesionales, se observó que el lactato muscular subió cuatro veces (alrededor de 15 mmol · kg de peso seco⁻¹) comparado con los valores de reposo después de períodos intensos en ambas mitades, con el valor más alto de 35 mmol · kg de peso seco⁻¹ (103). Tales valores son menos de un tercio de las concentraciones observadas durante el ejercicio exhaustivo intermitente de corta duración (104). Un hallazgo interesante en ese estudio era que el lactato muscular no se correlacionaba con el lactato sanguíneo. Una relación dispersa con un coeficiente de correlación bajo también se ha observado entre el lactato muscular y el lactato sanguíneo cuando los participantes realizaron ejercicio intenso repetido usando el Yo-Yo test de recuperación intermitente (104). Esto está en contraste con el ejercicio continuo donde las concentraciones de lactato sanguíneo son inferiores pero reflejan bien las concentraciones del lactato muscular durante el

ejercicio. Estas diferencias entre el ejercicio intermitente y el ejercicio continuo son probablemente debidas al recambio diferente de la tasa de lactato muscular y del lactato sanguíneo durante los dos tipos de ejercicio, con la tasa de aclaramiento de lactato que es significativamente superior en el músculo que en la sangre (105). Esto significa que durante el ejercicio intermitente en el fútbol, la concentración del lactato sanguíneo puede ser alta aunque la concentración del lactato muscular sea relativamente baja. La relación entre el lactato muscular y el lactato sanguíneo también parece ser influenciado por las actividades de toma de muestras inmediatas (96). Así, la concentración del lactato sanguíneo bastante alta vista a menudo en el fútbol (92) (94) (103) no puede representar una producción de lactato alta en un único efecto durante el partido, sino una respuesta acumulada/balanceada a varias actividades de alta intensidad.

Esto es importante tener en cuenta al interpretar la concentración del lactato sanguíneo como la medida de concentración del lactato muscular. No obstante, en base a varios estudios que usan el ejercicio máximo de corta duración realizado en el laboratorio (106), y el hallazgo de lactato sanguíneo alto y las concentraciones del lactato muscular moderadas durante la competencia, indica que la tasa de glucólisis es alta durante períodos cortos de tiempo durante un partido (92).

2.3.9. FRECUENCIA CARDÍACA

Se han hecho muchos estudios que han registrado de forma continua de la frecuencia cardiaca (FC) durante un partido de fútbol como método de análisis o valoración del perfil fisiológico. Su interés estriba en la utilidad de la frecuencia cardíaca para estimar el consumo de oxígeno, constituyendo un parámetro útil para conocer el grado de intensidad del esfuerzo realizado.

El jugador pasa más de la mitad del tiempo de juego a una intensidad superior al 85% de su FC_{máx}, desde un 45% hasta un 85% del tiempo de juego, dependiendo de

la posición del jugador, el partido analizado e independientemente del nivel técnico de juego (98).

La FC tiene un promedio cercano a los 170 lat/min. Ésta podría permanecer a este nivel hacia el final del juego, a pesar de una caída en la intensidad. Esto podría reflejar el rol del sistema circulatorio en la regulación de la temperatura corporal y como en el transporte de oxígeno a los músculos activos.

La FC se elevará más allá de la normal relación FC - VO_2 , el ritmo de trabajo relativo promedio en un partido de fútbol parece ser aproximadamente el 70% del VO_2 máx., ya que el jugador está de pie o camina durante casi la mitad del partido, sin embargo, los jugadores realizan muchas actividades que requieren de energía que no se detectan mediante el análisis de la distancia recorrida en el partido (92).

Siendo estas las características más significativas dentro del fútbol asociación.

3. COMPOSICIÓN CORPORAL EN EL FÚTBOL

3.1. APLICACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL EN EL FÚTBOL

La aplicación de los métodos antropométricos, tal y como los describe Carter son utilizados por primera vez en deportistas de alto nivel por Knoll en el año 1928, durante los Juegos Olímpicos de Invierno de StMoritz y por Buytendijk en los Juegos Olímpicos de Verano de Ámsterdam del mismo año (107).

Los entrenadores deportivos y los atletas están buscando constantemente mejoras en los métodos, para la valoración del rendimiento y la mejora de la capacidad atlética. En las últimas dos décadas los atletas se han vuelto más potentes y los rendimientos atléticos han mejorado continuamente en conjunto con las mejoras en la prescripción del entrenamiento (108).

La valoración de pliegues cutáneos y la antropometría, han demostrado ser indicadores bastante útiles del grado de entrenamiento (109).

Actualmente existe una gran cantidad de trabajos, que tratan sobre la composición corporal y somatotipo de los futbolistas. Algunos de ellos son los realizados por Arcodia J. en el 2002 (110); Rodríguez B. en el 2004 (111); Garrido Chamorro R. cols. en el 2005 (107); Sáez Madain P. (2005) (112); Malina R (1997) (113); Padilla Pérez J, et al (2004) (109); Mazza O. & Zubeldía G. (114); Ramos N. & Zubeldía G. (2003) (115); Peretti A. (2005) (116).

Baker J & Davies B. en el 2004 investigaron la relación entre la composición corporal y el rendimiento de los deportistas (117).

Ostojic S. en el 2003 y Albuquerque F. et al. En el 2005 estudiaron los cambios que sufren a lo largo de una temporada en donde examinaron los efectos del entrenamiento y la competición en la grasa corporal y el rendimiento en jugadores profesionales de fútbol. Donde las mediciones antropométricas las realizaron al inicio del periodo de preparación general, al comienzo de la temporada, en la mitad de la temporada, final de la temporada y segunda fase de preparación. Dando como resultados de porcentaje de grasa corporal estimados al final de la temporada fue

significativamente menor que los niveles en el inicio del periodo de preparación, a mitad de temporada, segunda fase de preparación (9.6, 11.5, 10.2, 12,6 y 10,9%, respectivamente). Dando como conclusión de que no hubo diferencias significativas en la masa libre de grasa entre las mediciones realizadas durante la temporada (118).

Rodrigues dos Santos J. en 1999 abordó el tema de la antropometría estableciendo comparaciones entre los diferentes niveles competitivos (119); mientras que Toro Salinas A. en el 2001 analizó las características antropométricas de acuerdo a los distintos puestos de juego. En el estudio se concluyó que el desarrollo de una buena capacidad aeróbica de base, sea cual sea el puesto en que se desempeñe el jugador, lo que asegure un nivel de entrenamiento y competencia con mayor intensidad a lo largo del proceso de formación del jugador (120).

En un rendimiento máximo muscular con la finalidad de lograr a lo largo de todo un partido, un potencial físico que afecte con el menor deterioro posible las condiciones físico-tácticas del jugador, y la organización estratégica del equipo; para lo cual la mejora y optimización del sistema glucolítico rápido o anaeróbico láctico, es importantísima para evitar la fatiga y la acumulación excesiva de ácido láctico.

Con los datos que se han recogido en el estudio de Toro Salinas A., permite corroborar los antecedentes que se han publicado acerca que los jugadores con mayor desgaste físico en un equipo de fútbol son los mediocampistas defensivos por los constantes desplazamientos tanto en la parte defensiva como ofensiva, que provoca en un alto porcentaje del partido que el esfuerzo sea a niveles de umbral; y a su vez también, debido a la característica del puesto, producto de las carreras de corta, mediana y larga distancia, los delanteros presentan niveles elevados de lactato, por lo cual, también existe un porcentaje importante del esfuerzo sobre el umbral (UA) que se ve reflejado.

Por otra parte se considera que la estructura física del atleta está afectada por las exigencias de la especialidad, el somatotipo y la composición corporal son parámetros básicos en la valoración deportiva de un atleta (107, 110).

El tamaño del cuerpo, sus proporciones, el físico y la composición corporal son factores importantes en el rendimiento y la aptitud física. En el ámbito del deporte, la antropometría sirve para describir el "status" morfológico de un individuo o de una

muestra, o como base de comparaciones entre la muestra de una población con otras(113).

En el fútbol, el rendimiento puede estar determinado por la técnica, la táctica, las características fisiológicas y psicológicas; pero la variación de la intensidad y duración del entrenamiento traen aparejados cambios no solo en los parámetros metabólicos y fisiológicos, sino también en la composición corporal (21).

3.2. COMPOSICIÓN CORPORAL EN FUTBOLISTAS

La composición corporal es dentro del estudio cineantropométrico de la población de atletas la que se utiliza con mayor frecuencia, ya que permite de manera inmediata tener una visión global del morfotipo del futbolista sobre el cual se puede actuar modificándolo fácilmente por medio de una adecuada alimentación y preparación física(121).

Las demandas fisiológicas y físicas de los futbolistas son específicas de acuerdo al nivel en que se encuentran (122), a pesar de que estas características dependen del estilo de juego del equipo. Sin embargo la determinación de estas características puede ser muy útiles tanto para el equipo como para los individuos con el fin de realizar una comparación y tratar de mejorar los métodos de entrenamiento y selección.

Se han publicado diferentes estudios donde los futbolistas tienen características morfológicas específicas, sin dejar de observar que la mayoría de los artículos se guían más por la masa grasa y pocos determinan la masa muscular, ósea, visceral, etc., de las cuales citamos que en Europa se ha reportado el porcentaje de grasa de futbolistas españoles de élite es de 11.16%, el porcentaje muscular de 52.2%, el porcentaje residual de 24% y porcentaje óseo de 16% (123); Otro estudio menciona un porcentaje graso de 10.42%, porcentaje muscular de 50.04%, porcentaje óseo de 15.44% y un peso residual de 24.01% (121). En italianos porcentaje de grasa es del 11.56% (124). En la primera división inglesa se reportó el 11.2% de grasa y una masa muscular de 47.3% (125); otro estudio en la misma liga se reporta un promedio en porcentaje de

grasa corporal de 14,7% (121), 11.8% de grasa en holandeses (126), para jugadores portugueses de 10,5% y de 11.0% en otro estudio (127); 12.4% de grasa en la selección nacional finlandesa (128), en jugadores croatas un promedio en porcentaje de grasa corporal de 14,9%, en jugadores escoceses del 14,9% (121).

En Asia se reporta un promedio en porcentaje de grasa corporal de 7.3 % en jugadores de Hong Kong (129).

En África un estudio se documentó que presentan un 12.3% de grasa corporal en la selección de Arabia Saudita (128).

En Australia se reportó un promedio en porcentaje de grasa corporal de 10.8% (130).

Tanto en América como en algunos países sudamericanos se observó un porcentaje muscular de 53% (131); y en futbolistas participantes en la Copa América de 1999 la grasa corporal es del 11% (131); en otro estudio se reportan en jugadores brasileños valores promedio de 10,9% de grasa corporal (121); también se reportó en jugadores argentinos un porcentaje de adiposidad de 9.0 % y una masa muscular de 42.52% (132).

En el área de la CONCACAF (Exceptuando a México) se reportó un 9.59% de adiposidad en futbolistas de Estados Unidos pertenecientes a la “*North American Soccer League*” (133); 12.8% de grasa corporal en jugadores de la República Dominicana.

En nuestro país existe un estudio que analizó 248 futbolistas de la primera división (población formada por 198 mexicanos y 50 de Brasil y Argentina) entre 1973 y 2000, cuyos resultados se presentan por décadas (70’s, 80’s y 90’s); la media de éstos en la primera década estudiada es de 15%, 12% en la segunda y 10% en la tercera (134); en otro estudio presentó un promedio de porcentaje de grasa 10.6%, así como un 49.3% de músculo (130). Así como un estudio realizado a jugadores de un equipo profesional de la liga mexicana se encontró una adiposidad de 11.26% y una masa muscular de 43.07% (132).

Las funciones dentro del campo de juego y los esquemas tácticos en el fútbol hacen que se distingan las tareas de los competidores junto a sus requerimientos

morfofuncionales para cubrir determinado espacio, llegándose a diferenciar arqueros, defensores, volantes y delanteros.

El conocimiento de las estructuras corporales por puestos, ya sea en su composición, en su forma y en su proporcionalidad, es un aporte hacia la especificidad deportiva más allá del sistema multivariable que gobierna a la performance del futbolista(132).

Se considera la dinámica por posición del mismo, es de esperar que los perfiles antropológicos y fisiológicos de los futbolistas difieran entre sí, en función de las exigencias fisiológicas y bioenergéticas asociadas a los distintos roles dentro de la cancha (135). Este tipo de información le permite al entrenador maximizar el entrenamiento según los requerimientos del puesto que desempeña cada jugador en el terreno.

En diversos estudios se ha demostrado la importancia de la posición en la cancha y la variantes antropométricas, debido a eso por lo que se menciona que los porteros presentan un 11.10% de grasa corporal, los defensas un 9.84%, los mediocampistas 9.78% y los delanteros un 9.03%; otra referencia menciona a los defensas de la serie "A" en la liga Argentina con un 8.56% de adiposidad, los mediocampistas con 6.81% y los delanteros un 7.93%; en el mismo estudio menciona a los jugadores de la serie "B" a los defensores con un 9.21% de adiposidad, 6.97% en los mediocampistas y en los delanteros un 8.58%; en otro estudio presentó con jugadores de un club profesional Argentino a los arqueros con un 11.75% de grasa corporal; los defensas con un 9.16%, los mediocampistas con 8.42% y los delanteros un 8.08%; así como un 38.04% de músculo; 44.01% los defensas, 31.06% los mediocampistas y los delanteros un 34.47%; en el mismo estudio menciona a los jugadores profesionales de un club profesional mexicano con los porteros en un 13.98% de adiposidad, los defensores con un 10.46%, los mediocampistas con un 8.24% y los delanteros un 10.13% promedio de porcentaje, así como un 42.19% de músculo en los porteros, 43.08% los defensas, 42.82% los mediocampistas y los delanteros un 44.42%(132).

Durante la evaluación de la composición corporal de los futbolistas de élite, el periodo de transición es un eslabón muy importante en el sistema de entrenamiento

ininterrumpido, debido a que los entrenamientos fundamentales adquieren aquí el carácter de descanso activo, sirve para evitar la conversión del efecto acumulativo del entrenamiento en sobre entrenamiento y asegurar la sujeción a un régimen suficientemente prolongado en el que no se plantean exigencias elevadas a las posibilidades funcionales y de adaptación del organismo, en este período se pierde la forma deportiva (69). Por lo que al realizar los estudios de composición para iniciar la etapa de preparación física general se va a determinar la misma antes de ser modificada por el entrenamiento porque en esta etapa va a desarrollar, consolidar o restablecer las bases físicas que garantizan la ejecución de los ejercicios especiales y competitivos, va a fortalecer los músculos y sistemas que la actividad específica no contempla, evitando el retraso del funcionamiento de determinados órganos o sistemas(132).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El fútbol es un deporte que requiere velocidad de reacción, adecuada capacidad cardiorrespiratoria, tolerancia local muscular, potencia muscular, agilidad, coordinación, y además un buen balance corporal. El futbolista debe poseer gran habilidad para el salto, la carrera corta, aceleraciones poderosas, movimientos laterales, cambios de dirección, patear el balón con precisión y resistir aproximadamente los 90 minutos de juego.

En esta disciplina deportiva donde los requisitos de la activación del total del cuerpo es considerado un medio importante para su desempeño dentro del deporte, y por sus características técnicas de fases irregulares en carrera, cambios fortuitos en velocidad y ritmo, le confieren un consumo metabólico alternante.

La variación de la intensidad y duración del entrenamiento traen aparejados cambios no solo en los parámetros metabólicos y fisiológicos, sino también en la composición corporal.

Por la importancia de la composición corporal en el fútbol se considera de interés saber:

¿Cuáles son los cambios presentados en la composición corporal en jugadores de primera división de un equipo profesional de la liga mexicana en el 2012?

JUSTIFICACIÓN

El fútbol al ser el deporte más popular del mundo, involucra a personas de todo género, edad y estrato social. El fútbol de élite es el deporte de mayor audiencia en el mundo, y en México se le considera como el evento deportivo de mayor trascendencia en donde se levanta una gran pasión por este. Día a día va cambiando por la dedicación de los deportistas, los entrenadores, los preparadores físicos, los metodólogos, los nutriólogos, fisiólogos, médicos, directivas de las instituciones, toda persona inmersa e interesada en el fútbol e incluso los aficionados, por lo que cada día aparecen nuevas ideas e investigaciones por mejorar el deporte, y hacerlo más competitivo.

Muchos de estos estudios han tomado interés por el área de la composición corporal, dado que éste al ser más adecuado para el gesto deportivo ha llegado a influir en el éxito de cada atleta o equipo.

Por tanto el conocer la composición corporal es un aspecto importante a considerar de la aptitud física en el fútbol y de profesionales de la liga mexicana.

De esta manera los entrenadores y preparadores físicos locales podrán abordar a nuestros deportistas desde su realidad, diseñando planes de entrenamiento e incluso nutricionales, adecuados y específicos. Siendo viable por contar con los permisos pertinentes y acceso a la información para poder realizar el estudio.

HIPÓTESIS

Los cambios en la composición corporal en jugadores de fútbol asociación de un club de primera división registrados en la federación mexicana de fútbol en el año 2012 presentan un aumento hasta del 5 % de la masa muscular en todos los jugadores y aumento de masa grasa no mayor al 5% en aproximadamente un 75% de los jugadores respecto del primer torneo al segundo torneo en estudio.

OBJETIVOS

GENERAL

Analizar los cambios en la composición corporal en jugadores de fútbol asociación de un club de primera división registrados en la federación mexicana de fútbol en el año 2012.

ESPECÍFICOS:

- Conocer la masa muscular en kilogramos (Kg) y en porcentaje (%).
- Conocer la masa grasa en kilogramos (Kg) y en porcentaje (%).
- Identificar la masa ósea y residual (Kg) y en porcentaje (%).
- Determinar los cambios de masa grasa y masa muscular por edad.
- Determinar los cambios de masa grasa y masa muscular por posición de juego.
- Identificar los cambios de composición corporal por tiempo de práctica profesional.

MÉTODO

DISEÑO DE ESTUDIO

El estudio es de tipo retrospectivo, longitudinal, observacional y descriptivo de los jugadores de primera división de un equipo profesional de la liga mexicana en el 2012.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

De acuerdo a la intervención de las variables la composición corporal es una variable dependiente y la variable independiente puede considerarse como la posición de los jugadores.

VARIABLE	CLASIFICACIÓN DE VARIABLE.	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
Composición corporal.	Cuantitativa continua	Es la determinación de los componentes del cuerpo humano expresada en cuatro componentes: <ul style="list-style-type: none"> • Masa grasa • Masa muscular • Masa Ósea • Masa residual (Visceral) 	Masa grasa	Cantidad de tejido graso en el cuerpo	Kilogramos y porcentaje
			Masa muscular	Cantidad de tejido musculo esquelético en el cuerpo humano	Kilogramos y porcentaje
			Masa ósea	Cantidad de tejido óseo en el cuerpo humano	Kilogramos y porcentaje
			Masa residual	Cantidad de tejido visceral en el cuerpo humano	Kilogramos y porcentaje

VARIABLE	CLASIFICACIÓN DE VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES
POSICIÓN DE JUEGO	Cualitativa nominal ampliada	Asignación técnico táctica dentro de un equipo y que contiene características morfo funcionales específicas, englobándose principalmente en: <ul style="list-style-type: none"> • Portero • Defensa • Medio • Delantero 	Portero	Jugador capacitado para defender la portería
			Defensa	Jugador ubicado cerca de su portería y cuyo objetivo es detener los ataques del equipo rival
			Medio	Jugador ubicado en el medio campo, su función es armar jugadas y recuperar balones
			Delantero	Jugador ubicado cerca de la portería del equipo rival y su objetivo es anotar goles

UNIVERSO DE TRABAJO Y MUESTRA

Para el estudio se utilizó un universo de 32 futbolistas participantes de primera división mexicana de un club profesional en el año 2012.

Considerando los siguiente criterios

Inclusión

- Género masculino.
- Mayor de edad.
- Todo jugador de fútbol asociación de primera división registrado en la Federación Mexicana de Fútbol en el respectivo club profesional en el 2012.

- Contar con la autorización para el uso de la información por parte del Jefe de Servicios del área de Ciencias Aplicadas al Deporte de la institución deportiva.

Exclusión

- Jugador que no acepte participar en el estudio.

Eliminación

- Jugadores que no cuenten con las 2 valoraciones antropométricas.
- Jugadores que no tengan toda la información necesaria en la proforma antropométrica para la obtención de resultados de composición corporal.
- Jugadores que interrumpan su participación de entrenamiento o partidos por lesión o alguna otra causa por más de 12 semanas continuas.

INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Se utilizó:

Cinta antropométrica marca Lufkin® (modelo W606PM), para la medición de perímetros; con una graduación de $\pm 0,5$ mm.

Lipómetro (Plicómetro) marca Harpenden® (modelo HSK-BI) para la medición del grosor de los pliegues cutáneos, con una precisión de $\pm 0,2$ mm y una presión de 10g/mm².

Bascula romana con tallímetro Seca® (modelo 700) (Alemania) para medir el peso y talla, con precisión de $\pm 0,05$ kg. para el peso y de ± 0.5 mm. para la talla.

Antropómetro condilar marca Mitutoyo® (modelo CD-S6"C) con una precisión de $\pm 0,01$ mm.

Computadora con programa de planilla de cálculos: Office, Excel.

Se utilizaron las proformas antropométricas (anexo 1) para recopilación de información, Hoja de recopilación de datos (anexo 2).

DESARROLLO DEL PROYECTO

Se realizaron dos mediciones en pretemporada (principio de preparación general) de las temporadas Clausura y Apertura 2012, citando a los jugadores en el área de nutrición del departamento de Ciencias Aplicadas al Deporte de la institución; en ayuno, con ropa deportiva, con higiene personal previo al entrenamiento.

Cada jugador pasó de manera individual y se realizó la medición antropométrica bajo condiciones estandarizadas a temperatura de 20-24°C, con iluminación y espacio físico adecuado.

Se evaluaron por la técnica antropométrica estandarizada bajo lineamientos de la ISAK.

Para determinar la composición corporal por el modelo de los cuatro componentes se utilizaron las ecuaciones aplicadas en el Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte para dicha población, las cuales son:

La ecuación de Siri (1961), para calcular el porcentaje graso.

$$\% G = [(4.95/D) - 4.50] \times 100$$

Para la determinación de la densidad se usará la fórmula de Lohman (1984):

$$D = 1.0973 - 0.000815 \times (\sum \text{Tríceps, subescapular, abdominal}) + 0.000000084 \times (\sum \text{Tríceps, subescapular, abdominal})^2 - 0.0001392 \times \text{edad (años)}$$

Para la determinación de la masa ósea se usará la fórmula de Rocha (1975):

$$PO = 3,02 (E^2 \times R \times F \times 400)^{0,712}$$

PO = peso óseo en kg; E = estatura en metros; R = diámetro biestiloideo de cúbito y radio expresado en metros; F = diámetro bicondíleo femoral expresado en metros.

Para la determinación de la masa visceral se usará la fórmula de Würch (1974)

$$PR \text{ (peso residual)} = PT \times 0,241 \text{ ó } PT \times 24,1 / 100 \text{ para varones}$$

Para la determinación de la masa muscular según la fórmula de Matiegka:

$$PESO \text{ MUSCULAR} = P. \text{ TOTAL} - (P. \text{GRASO} + P. \text{ OSEO} + P. \text{ RESIDUAL})$$

Todos los jugadores fueron sometidos a las siguientes mediciones morfológicas:

1. Estatura de pie: tomando la máxima distancia desde el suelo hasta el vertex. El vertex se define como el punto más alto de la cabeza cuando ésta se mantiene en el plano de Frankfort. Asegurado el plano de Frankfort, el evaluador se ubica delante del evaluado, indicándole que coloque los pies y las rodillas juntas. Glúteos, talones, parte superior de la espalda y parte posterior de la cabeza deben estar en contacto con el tallímetro. Se le solicita que realice una inspiración profunda, utilizando una escuadra para medir la estatura, sobre la cabeza del evaluado.

2. Masa corporal: el evaluado con la mínima vestimenta posible (ropa interior) se para en el centro de la balanza, con el peso distribuido entre ambos pies (previo a esta medición se le pide el vaciado urinario para que esto no altere el peso).

3. Pliegues cutáneos: se realiza toma de pliegues previo marcaje. Los pliegues que se tomaron son los siguientes:

- Tríceps: es el generado en la porción posterior del brazo, debajo de la marca localizada entre los puntos anatómicos acromial y radial.
- Subescapular: es el generado debajo de los 2cm. a partir del punto anatómico localizado en el ángulo inferior de la escápula.
- Muslo medial: es el generado en la parte media de la cara anterior del muslo en el sentido del eje longitudinal del mismo. El sujeto está sentado con flexión de rodilla de 90° y relajado.

- Supraespinal: es el generado debajo del punto de intersección de las líneas horizontal a partir de la cresta iliaca y oblicua a partir del punto ilioespinal y axilar medial.
- Pectoral: es el generado sobre el músculo pectoral, en la parte media entre la axila y la tetilla.
- Abdominal: es el generado a 5 cm lateral del ombligo (del lado derecho)
- Pantorrilla: es el generado en la porción media de la pierna, debajo de la marca de mayor circunferencia previamente localizada a través de la medición del perímetro correspondiente.
- Las mediciones de todos los pliegues cutáneos son tomados en milímetros.

4. Los perímetros: Se toman los siguientes perímetros:

- Del brazo en contracción: en la mayor circunferencia con el brazo en contracción máxima, con el hombro flexionado a 90° y el codo mantenido en un ángulo de 45°.
- De la pierna: en la mayor circunferencia con el evaluado en posición de parado.

5. Los diámetros: Se utiliza la técnica donde el calibre descansa sobre los dorsos de las manos mientras que los pulgares se apoyan sobre la cara interna de las ramas del calibre, y los dedos índices extendidos descansan sobre los bordes externos de las ramas. Se presiona considerablemente sobre las ramas del calibre para reducir el grosor de algún tejido blando subyacente, los dedos medios están libres para palpar las marcas óseas sobre las cuales se colocan los extremos de las ramas del calibre, orientadas de abajo hacia arriba en un ángulo aproximado de 45° con respecto al plano horizontal.

Se toman los siguientes diámetros:

- Biepicondilar del húmero: representa la distancia entre los epicondilos medial y lateral del humero cuando el brazo es ubicado a 90°, levantado anteriormente hacia el plano horizontal y el antebrazo flexionado en ángulo recto con el brazo.

- Biepicondilar del fémur: representa la distancia entre los epicondilos medial y lateral del fémur, con el sujeto sentado y la rodilla flexionada formando un ángulo de 90° (entre el muslo y la pierna).

Terminando las mediciones los atletas se colocaban su vestimenta y se retiraban del área.

Todas las evaluaciones fueron realizadas por dos Licenciadas en Nutrición del área Ciencias Aplicadas al Deporte de la misma institución certificadas en ISAK nivel 1.

LÍMITE DE TIEMPO Y ESPACIO.

La toma de los datos antropométricos del estudio se realizó en el área de Nutrición de Ciencias Aplicadas al Deporte de un club profesional mexicano.

El estudio se realizó en la pretemporada (preparación general) de la programación de entrenamiento, tomando en consideración las temporadas Clausura (Enero-Mayo) y Apertura (Julio-Diciembre) del torneo mexicano en el año 2012. El primer cohorte fue realizado en Diciembre de 2011 y el segundo en Junio 2012.

IMPLICACIONES ÉTICAS

Las implicaciones éticas de este estudio se refieren a garantizar la confidencialidad de la información, la no utilización de nombres y direcciones de los deportistas bajo estudio, se les explica de forma verbal la metodología del estudio y la utilización del mismo. Se respetó el pudor de los atletas en estudio. Al término del mismo se resguardó la información bajo responsabilidad del investigador. Contando con autorización pertinente por parte del Club para el uso de la información.

RESULTADOS

Se integraron para la investigación un total de 32 jugadores de 18 a 38 años de edad de un equipo de fútbol profesional de primera división, de los cuales 12 presentaron criterios de eliminación para este estudio.

El promedio de edad fue de 25.7 años con una mínima de 18 y una máxima de 38 años de edad, teniendo una desviación estándar de ± 5.8 .

Obteniendo los siguientes resultados:

TABLA 1: COMPOSICIÓN CORPORAL POR KILOGRAMOS Y POR POSICIÓN DE JUEGO EN UN EQUIPO PROFESIONAL DE PRIMERA DIVISIÓN.

POSICIÓN	EDAD (AÑOS)	PRIMERA MEDICIÓN				SEGUNDA MEDICIÓN			
		MASA MUSCULAR	MASA GRASA	MASA ÓSEA	MASA RESIDUAL	MASA MUSCULAR	MASA GRASA	MASA ÓSEA	MASA RESIDUAL
Port.	38	39.8	13.9	14.4	21.6	38.6	14.9	14.4	21.5
Port.	32	37.6	18.2	14.3	22.4	43.4	14.2	14.3	22.8
Port.	20	36.9	11.0	13.2	19.4	38.6	10.5	13.2	19.8
Def.	30	27.5	12.3	11.2	16.2	30.5	9.3	11.2	16.2
Def.	30	35.6	10.1	12.6	18.5	36.8	9.5	12.6	18.7
Def.	28	43.1	8.1	14.0	20.7	45.9	9.8	14.2	22.2
Def.	29	44.0	8.1	13.1	20.7	44.4	10.1	13.1	21.5
Def.	34	28.1	12.3	11.3	16.4	31.5	9.8	11.1	16.7
Def.	20	32.8	5.8	11.2	15.8	32.5	4.8	11.1	15.4
Med.	24	38.8	9.4	12.2	19.2	35.6	8.1	12.2	17.8
Med.	32	32.1	8.2	11.2	16.4	31.5	8.6	11.2	16.3
Med.	23	34.6	9.0	12.1	17.7	36.2	9.1	12.1	18.2
Med.	18	32.1	8.5	11.2	16.4	33.8	7.5	11.2	16.7
Med.	29	37.9	12.1	11.7	19.6	38.4	12.1	11.7	19.7
Med.	27	37.4	11.2	12.9	19.5	38.6	9.5	12.8	19.3
Del.	24	31.0	7.3	10.8	15.6	30.8	7.8	10.8	15.7
Del.	23	32.8	10.6	12.4	17.7	35.4	8.2	12.4	17.8
Del.	18	33.3	9.5	11.4	17.2	34.2	7.9	11.4	17.0
Del.	29	36.2	6.7	12.0	17.4	39.1	7.0	12.0	18.4
Del.	18	31.6	6.8	11.2	15.8	32.9	5.7	11.2	15.8
Min	18	27.5	5.8	10.8	15.6	30.5	4.8	10.8	15.4
Max	38	44	18.2	14.4	22.4	45.9	14.9	14.4	22.8
Media	25.7	34.9	9.6	12.2	18.1	36.2	8.9	12.2	18.2
SD	± 5.8	± 4.4	± 2.9	± 1.1	± 2.1	± 4.5	± 2.5	± 1.1	± 2.3

Referencias: Port.=Portero; Def.=Defensa; Med.=Medio; Del.=Delantero.

Fuente: Directa

Durante el estudio se le dio importancia a los datos de la edad, el tiempo de práctica profesional, la posición de juego junto con la composición corporal determinada en porcentaje como objeto del mismo que se muestra en la tabla 2.

TABLA 2: COMPOSICIÓN CORPORAL EN PORCENTAJE Y POR POSICIÓN DE JUEGO EN UN EQUIPO PROFESIONAL DE PRIMERA DIVISIÓN.

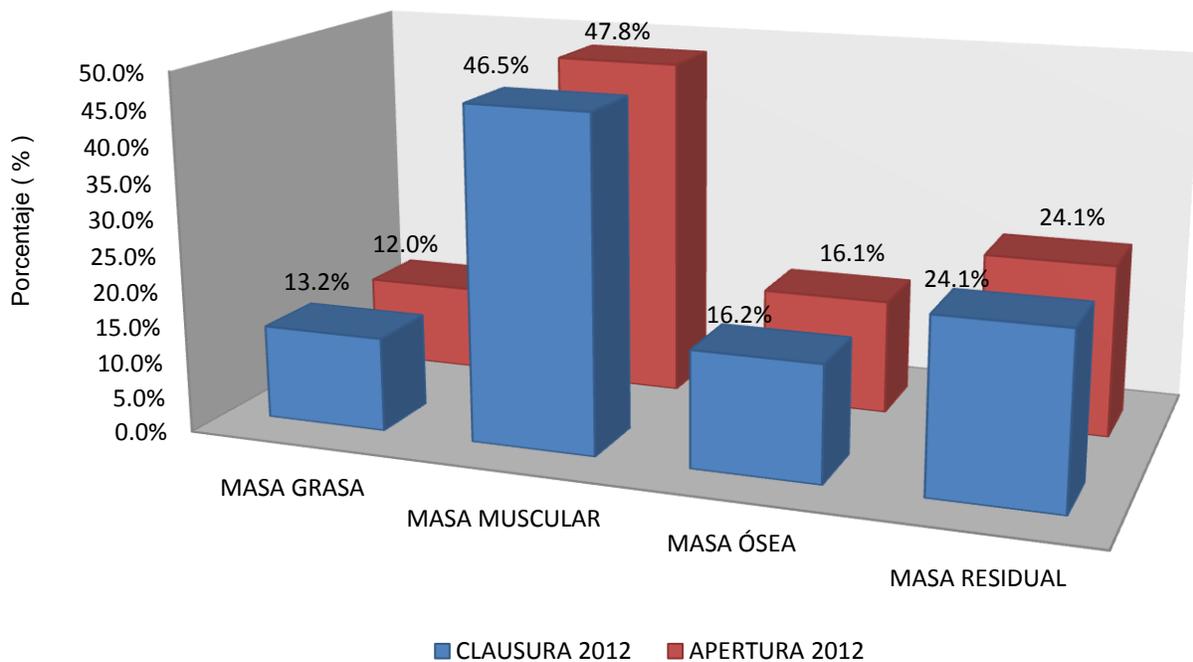
POSICIÓN	EDAD (AÑOS)	PRACTICA PROFESIONAL (AÑOS)	PRIMERA MEDICIÓN				SEGUNDA MEDICIÓN			
			MASA MUSCULAR	MASA GRASA	MASA ÓSEA	MASA RESIDUAL	MASA MUSCULAR	MASA GRASA	MASA ÓSEA	MASA RESIDUAL
Port.	38	19	44.3	15.4	16.0	24.1	43.1	16.6	16.1	24.1
Port.	32	11	40.3	20.2	15.3	24.1	45.7	15.0	15.0	24.1
Port.	20	1	45.7	13.7	16.3	24.1	46.9	12.8	16.0	24.1
Def.	30	9	40.9	18.2	16.7	24.1	45.3	13.9	16.6	24.1
Def.	30	9	46.2	13.1	16.4	24.1	47.3	12.2	16.3	24.1
Def.	28	14	50.1	9.4	16.3	24.1	49.8	10.6	15.4	24.1
Def.	29	11	51.1	9.4	15.2	24.1	49.8	11.3	14.7	24.1
Def.	34	6	41.2	18.0	16.6	24.1	45.5	14.1	16.1	24.1
Def.	20	4	49.9	8.9	17.0	24.1	50.8	7.6	17.4	24.1
Med.	24	6	48.6	11.8	15.3	24.1	48.2	11.0	16.6	24.1
Med.	32	15	47.1	12.1	16.5	24.1	46.5	12.7	16.6	24.1
Med.	23	6	47.0	12.2	16.5	24.1	47.8	12.0	16.0	24.1
Med.	18	1	46.9	12.4	16.4	24.1	48.8	10.8	16.2	24.1
Med.	29	14	46.5	14.9	17.4	24.1	46.7	14.7	14.3	24.1
Med.	27	8	46.1	13.8	15.9	24.1	48.1	11.8	15.9	24.1
Del.	24	7	47.8	11.3	16.6	24.1	47.2	12.0	16.5	24.1
Del.	23	10	44.5	14.4	16.9	24.1	47.8	11.1	16.8	24.1
Del.	18	1	46.5	13.2	16.0	24.1	48.4	11.2	16.2	24.1
Del.	29	10	49.9	9.3	16.5	24.1	51.0	9.2	15.6	24.1
Del.	18	1	48.2	10.4	17.2	24.1	50.0	8.7	17.1	24.1
Min	18	1	40.8	8.9	15.2	24.1	43.1	7.6	14.3	24.1
Max	38	19	51.1	20.2	17.4	24.1	51	16.6	17.4	24.1
Media	25.7	5.9	46.3	12.8	16.3	24.1	47.7	11.8	16.1	24.1
SD	±5.8	±5.1	±3.0	±3.1	±0.6	0	±2.0	±2.2	±0.8	0

Referencias: Port.=Portero; Def.=Defensa; Med.=Medio; Del.=Delantero.

Fuente: Directa

Con base a las mediciones realizadas, se observó una variación en la composición corporal de una temporada a otra, en el torneo de clausura 2012 se obtuvo una media de masa muscular de 46.7% (± 3.0) y 47.8% (± 2.0) en apertura 2012; 12.8% (± 3.1) en la primer medición y 11.9% (± 2.2) en la segunda de masa grasa, 16.5% (± 0.6) y 16.2% (± 0.8) de masa ósea respectivamente con las mediciones mencionadas y un valor constante de 24.1% de masa residual. (Gráfica 1)

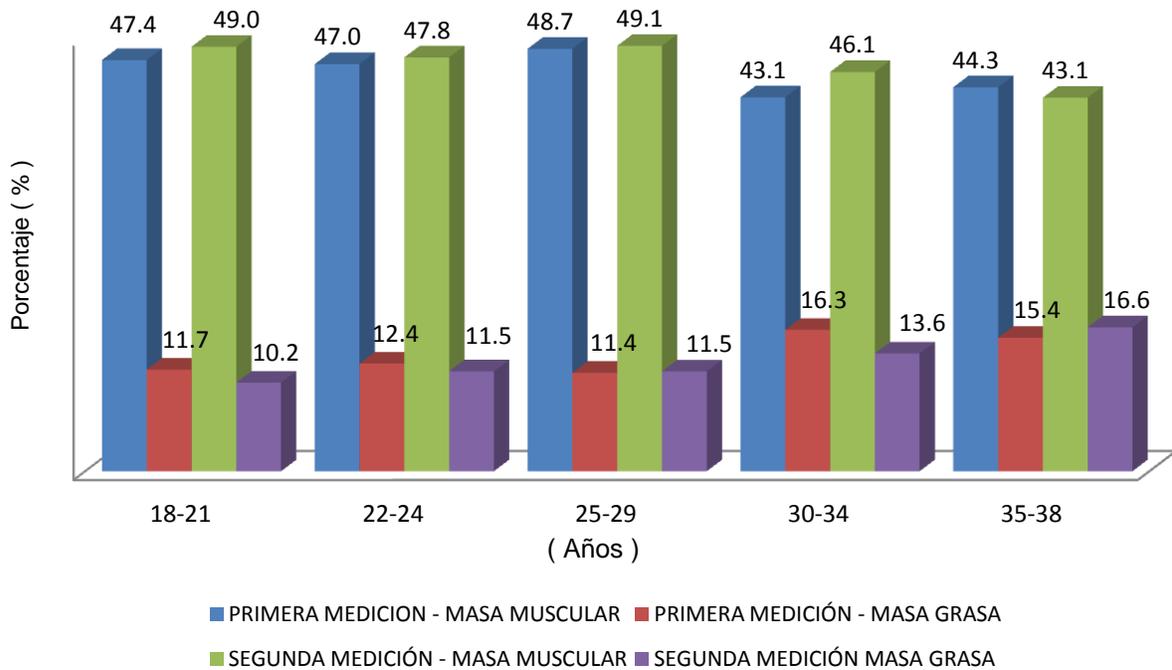
GRÁFICA 1: COMPOSICIÓN CORPORAL EN PORCENTAJE EN UN EQUIPO PROFESIONAL DE PRIMERA DIVISIÓN.



Fuente: Tabla 2

Al analizar datos de la muestra objeto de estudio se encontraron cambio de masa muscular y masa grasa de una temporada a otra según la edad. Se observó que en jugadores de 18 a 21 años presentan una media de 47.4% (± 1.6) y 49.0% (± 1.5) y masa grasa de 11.7% (± 2.0) y 10.2% (± 2.1) respectivamente en las mediciones. En jugadores de 22 a 24 años presento un 47.0% (± 1.8) y 47.8% (± 0.8) de masa muscular y 12.4% (± 1.4) así como 11.5% (± 0.9) de masa grasa. Los cambios en la población con edades de 25 a 29 años fueron de 48.7% (± 2.3) y 49.1% (± 0.3) de masa muscular y de 11.4% (± 2.8) y 11.5% (± 0.2) de masa grasa. Para los jugadores de 30 a 34 años de edad se observó una masa muscular de 43.1% (± 3.2) y 46.1% (± 2.9) y una masa grasa de 16.3% (± 3.5) y 13.6% (± 2.7). En edades de 35 a 38 años se presentó una masa muscular de 44.3% y 43.1%, así como una masa grasa de 15.4% y 16.6% respectivamente. (Gráfica 2).

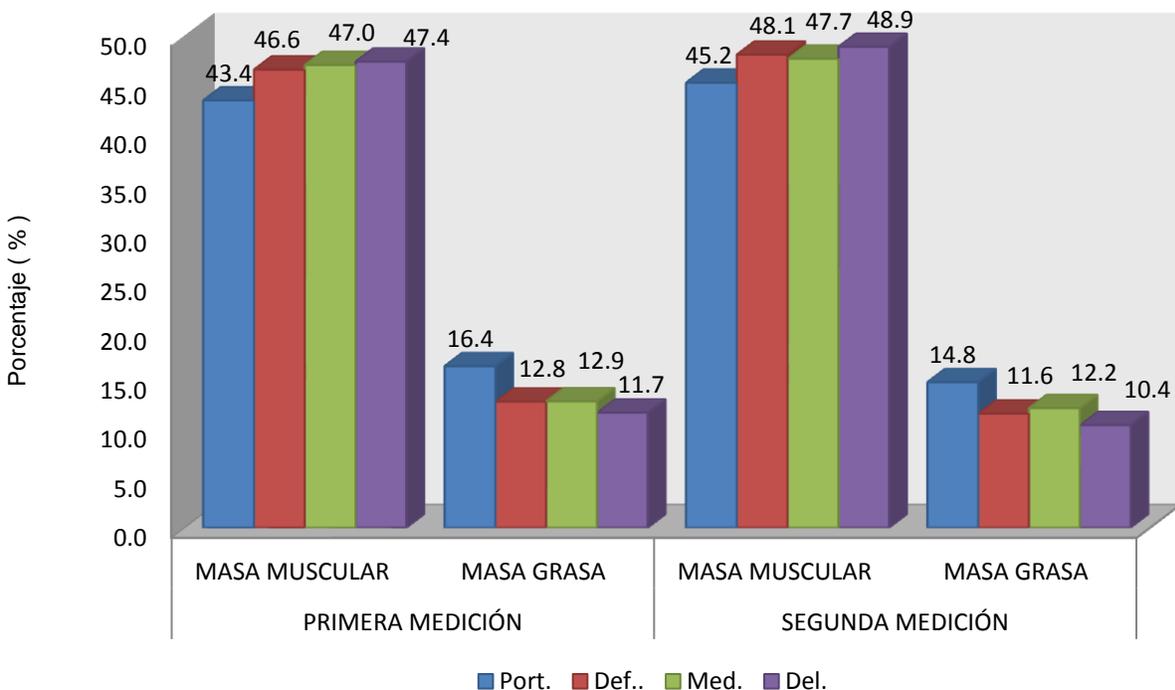
GRÁFICA 2: CAMBIOS DE MASA GRASA Y MASA MUSCULAR POR EDAD EN UN EQUIPO PROFESIONAL DE PRIMERA DIVISIÓN.



Fuente: Tabla 2

Con base a las mediciones realizadas, se observó una variación en la masa muscular y grasa según la posición de juego, en porteros se obtuvo una media en la masa muscular de 43.4% (± 2.8), masa grasa de 16.4% (± 3.4) en la primera medición, y en la segunda una masa muscular de 45.2% (± 1.9) y masa grasa de 14.8% (± 1.9). Para los jugadores de la defensa se encontró una masa muscular de 46.6% (± 4.6) y masa grasa de 12.8% (± 4.4) en la primer temporada; y una media en la masa muscular de 48.1% (± 2.4) y masa grasa de 11.16% (± 2.4) en la segunda temporada. Los medios una masa muscular de 47.0% (± 0.9) y grasa de 12.9% (± 1.2) en clausura 2012 y para apertura 2012 una masa muscular de 47.7% (± 0.9) y grasa de 12.2% (± 1.4). En la población de delanteros se observó una media en la masa muscular de 47.4% (± 2.0) y masa grasa de 11.7% (± 2.1) en la primera medición, en la segunda se obtuvo una masa muscular de 48.9% (± 1.6) y masa grasa de 10.4% (± 1.4) (Gráfica 3).

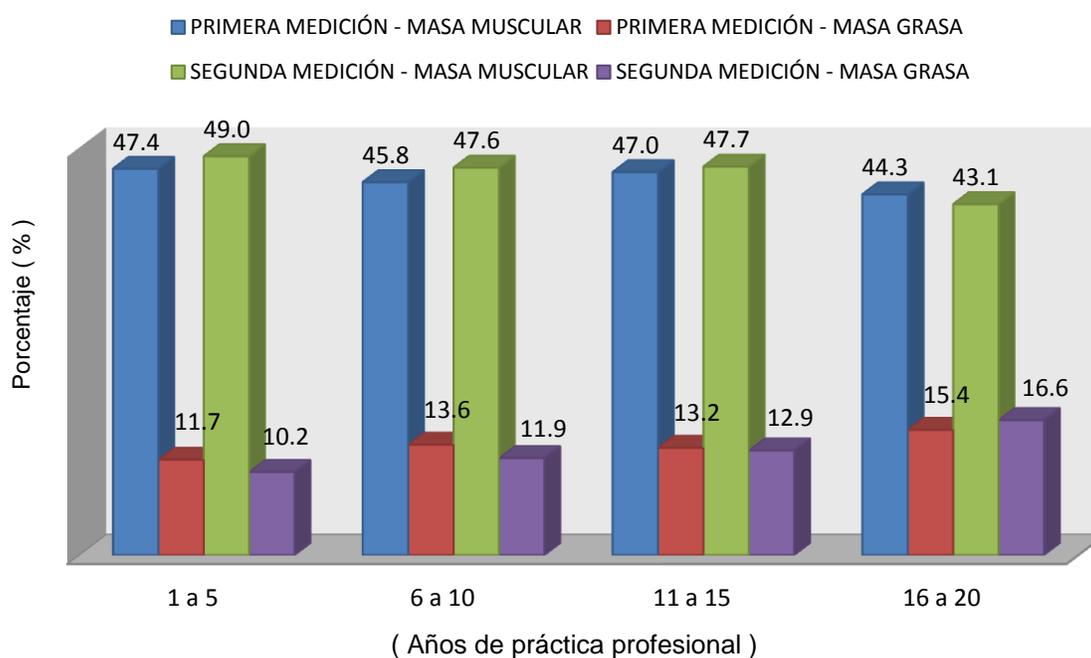
GRÁFICA 3: CAMBIOS DE MASA GRASA Y MASA MUSCULAR EN PORCENTAJE Y POR POSICIÓN DE JUEGO EN UN EQUIPO PROFESIONAL DE PRIMERA DIVISIÓN.



Fuente: Tabla 2

Dentro de los datos obtenidos de la muestra antes mencionada, se encontró que también existe una variación en masa muscular y masa grasa de una temporada a otra de acuerdo con el tiempo de práctica profesional, dichas variaciones se observan que en jugadores con una trayectoria de 1 a 5 años una media en la masa muscular de 47.4% (± 1.6) y masa grasa de 11.7% (± 2.0) en la primer medición, y en la segunda una masa muscular de 49.0% (± 1.5) y masa grasa de 10.2% (± 2.0). En jugadores con experiencia de 6 a 10 años se obtuvo una media en la primera medición en la masa muscular de 45.8% (± 3.1) y masa grasa de 13.6% (± 3.0) y en la segunda medición en la masa muscular de 47.6% (± 1.7) y masa grasa de 11.9% (± 1.5). Los jugadores con una trayectoria de 11 a 15 años reflejaron una media en la masa muscular de 47.0% (± 4.2) y masa grasa de 13.2% (± 4.5) en la primera medición y en la segunda de 47.7% (± 2.0) y 12.9% (± 2.0) respectivamente. Finalmente en la población con trayectoria de 16 a 20 años en la práctica profesional se observó una media en la masa muscular de 43.3% y masa grasa de 15.4% en la primer temporada, así como una media en la masa muscular 43.1% y masa grasa de 16.6%. (Gráfica 4).

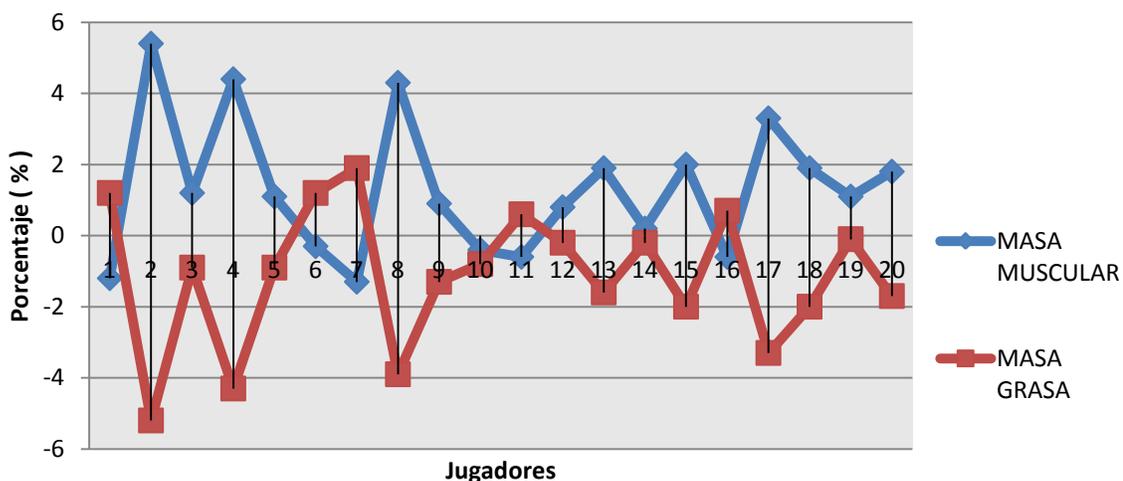
GRÁFICA 4: COMPOSICIÓN CORPORAL EN PORCENTAJE Y POR TIEMPO DE PRÁCTICA PROFESIONAL.



Fuente: Tabla 2

Con las mediciones realizadas, se observó una variación de la masa muscular y a masa grasa en los jugadores presentando que existieron 6 jugadores con una disminución de la masa muscular desde 0.3% hasta un 1.3% y 14 jugadores con un aumento desde 0.2% hasta un 5.4% con un promedio general de aumento en 1.1%; y el comportamiento de la masa grasa en el grupo se comporto con un aumento en 5 jugadores desde 0.1% hasta 1.9% y una disminución en 15 jugadores que van desde 0.2% al 5.2% y un comportamiento grupal con disminución en 0.9%. (Gráfica 5)

GRÁFICA 5: MASA MUSCULAR Y MASA GRASA EN PORCENTAJE EN UN EQUIPO PROFESIONAL DE PRIMERA DIVISIÓN.



Fuente: Tabla 2

CONCLUSIONES

Al realizar el análisis estadístico de los datos obtenidos, se ha podido observar que la composición corporal fue en la masa muscular de 46.7% (± 3.0) y 47.8% (± 2.0) con un aumento de 1.1%, masa grasa de 12.8% (± 3.1) en la primera medición y 11.9% (± 2.2) en la segunda con una disminución de 0.9%, datos de los cuales se encuentran dentro del promedio de los jugadores que se reportan a nivel mundial; 16.5% (± 0.6) y 16.2% (± 0.8) de masa ósea respectivamente con una diferencia de 0.3% y 24.1% de masa residual como valor constante, datos de los cuales se escriben poco en la literatura, debido a que a pesar de que existen cambios debido a la raza, pero dichos valores se encuentran con un valor del cual la variación es mínima o incluso nula.

La composición corporal en kilogramos se observó un promedio en masa muscular de 34.9Kg (± 4.4) y 36.2Kg (± 4.5); masa grasa de 9.6Kg (± 2.9) en la primera medición y 8.9Kg (± 2.5) en la segunda; 12.2Kg (± 1.1) de masa ósea y un valor de 18.1Kg (± 2.1) y 18.2Kg (± 2.3) de masa residual respectivamente.

Los cambios de masa grasa y masa muscular de una temporada a otra según la edad demostraron que el mayor cambio en el grupo de edad fue en el de 30 a 34 años con un incremento de masa muscular de 3.0% y disminución de masa grasa de igual proporción y los que presentaron menor cambio fue el grupo de edad de 25 a 29 con un aumento de 0.4% de masa muscular y una disminución de 0.1% de masa grasa y en edades de 35 a 38 años un balance negativo para lo esperado con una disminución de masa muscular de 1.2% y aumento de masa grasa de 1.2%; datos que tienen que ver con la madurez física en los juveniles y a su vez, la experiencia con los de mayor edad como son los de 30 y más años se observan los cambios ya demostrados, al igual que se demuestra la presencia de la experiencia ante la masa muscular y grasa de los jugadores de más de 35 años, de los que existen pocos datos en la literatura.

La variación en la masa muscular y masa grasa según la posición de juego, en porteros presentaron un aumento del 1.8% y una disminución de 1.6% respectivamente;

Para los defensas se encontró diferencia en la masa muscular de 1.6% y masa grasa de 1.2%. Los mediocampistas arrojaron una diferencia en la ganancia de masa muscular en un 0.7% y una disminución de masa grasa en la misma proporción. En los delanteros se observó una diferencia en la masa muscular con una ganancia de 1.5% y una disminución de masa grasa de 1.3%. Encontrando mayor cambio en los porteros y menor cambio en los medios. La información que se encuentra en este estudio coincide con la información encontrada en la literatura.

La variación en masa muscular y masa grasa de una temporada a otra de acuerdo con el tiempo de práctica profesional se observan en jugadores con una trayectoria de 1 a 5 años un aumento en la masa muscular de 1.6% y una disminución de masa grasa de 1.5%. En jugadores con experiencia de 6 a 10 años se obtuvo una diferencia de masa muscular de 1.8% y una disminución de 1.7% de masa grasa. Los jugadores con una trayectoria de 11 a 15 años reflejaron una diferencia en el aumento de masa muscular en 0.7% y disminución en masa grasa de 0.3%. Finalmente en la población con trayectoria de 16 a 20 años en la práctica profesional se observó una diferencia de la masa muscular con una disminución de 1.2% y un aumento de masa grasa de 1.2%. Por lo que podemos observar un mayor cambio en los que presentan de 6 a 10 años de práctica profesional, no siendo así en los de mayor tiempo presentando un balance negativo a lo esperado; por lo que se demuestra que el pico de práctica profesional presenta más cambios de los 6 a 10 años o podría ser que es cuando se encuentran en la cúspide de su profesionalismo, a su vez de los que presentan más de 15 años de práctica profesional en donde hacen valer la experiencia profesional.

Considerando todos los datos mostrados se puede concluir que se cumple de forma parcial la hipótesis de cambios de composición corporal en dos temporadas, de las cuales no se presentó un aumento del 5% de masa muscular en 100% de los jugadores ya que en el estudio se presentó un aumento de 1.1% (± 1.9) en el 70% de los jugadores y un aumento del 5% de masa grasa en el 75% de los jugadores, de los cuales presentaron una disminución del 0.9% (± 1.9) en el 75% de los mismos, por lo que si se cumplió la hipótesis para la masa grasa, pero no así para la masa muscular.

RECOMENDACIONES

La composición corporal es una herramienta que al usarla de forma adecuada y complementarla con pruebas funcionales será de utilidad para una mejor selección de jugadores.

Este tipo de trabajo nos proporciona gran información de las características morfológicas de nuestros deportistas mexicanos y pueden ser de utilidad en el momento de ser comparados con otras poblaciones.

En este estudio no se considero la raza como variable de estudio, considerándola para futuros trabajos de investigación.

Se requieren de trabajos de composición corporal que sean de seguimiento para poder comparar el comportamiento de nuestros deportistas; esperando este fuese un referendo para futuros proyectos.

También puede complementarse con test de rendimiento deportivo para sustentar que la composición corporal es importante pero no determinante, ya que las características técnico tácticas juegan un papel vital en este deporte.

BIBLIOGRAFÍA

1. Martín, J.J. *Historia del arte*. Madrid : Gredos, 1978. Tomo I.
2. Barrow, H.M. y McGee, R. *A practical approach to measurement in physical education*. Philadelphia : Lea & Fediger, 1979. ISBN.
3. Fraile, O.P.G. *Historia de la Filosofía Grecia y Roma*. Madrid : Biblioteca de autores cristianos., 1976.
4. Schultz, S.G. *William Harvey and the Circulation of the Blood: The Birth of a Scientific Revolution and Modern Physiology*. s.l. : News in Physiology Science, 2002. págs. 175-180. Vol. 17. 5.
5. Touraglou, Y. *The political and social character of contest in Antiquity*. *Ministre of Culture*. Atenas : Merkorius. Ministre of culture, 1988.
6. Souza, R.R. y Oliveira, A.C.J. *Availação biométrica em Educação Física*. Sao Paulo : Ministerio de Educação e Ciencias, 1982.
7. Ross, W.D., Rose, E.H.D. y Ward, R. *Antropometría aplicada a la medicina del deporte*. *The Olympic Book of Sports Medicine*. London : Blackwell Scientific Publications., 1988.
8. Richard, R. *Inventing Leonardo: The anatomy of a legend*. London : Papermac and MacMillan General Books, 1993.
9. De Rose, E.H., Pigatto, E. y De Rose, R.C.F. *Cineantropometría, Educação Física e Treinamento Desportivo*. Río de Janeiro : Ministerio de Educação e Cultura. Fundação de Assistencia ao Estudante., 1984.
10. Velho, N.M., Loureiro, M.B.S., Peres, L.S. y Neto, C.S.P. *Antropometría: Uma revisão histórica do periodo antigo ao contemporaneo*. *Comunicação, Movimento e Midia na Educação Física*. S. Carvalho. Santa María : Centro de Educação Física e Desportos, 1993. págs. 29-39. UFSM.
11. Matiegka, J. *The testing of physical efficiency*. s.l. : American Journal of Physical Anthropology, 1921. págs. 223-230. Vol. 4.
12. Ruiz, P.J. *Técnicas densitométricas y de conductividad eléctrica para el análisis de la composición corporal*. s.l. : Esp, 1994. págs. 7-25. Vol. 14 (6).

13. Katch, F.I. y McArdle, W.D. *Parte II: Composição Corporal e controle de peso. Avaliação de la Composição Corporal. Nutrição, controle de peso e exercício.* Río de Janeiro : MEDSI, 1990. págs. 127-150.
14. Sheldon, A.W. y Stevens, S.S. *Varietes of Human Phisique.* New York : Harpers Brothers., 1940.
15. Sheldon, A.W., Dupertuis, C.W. y McDermott, E. *Atlas of men.* New York : Harpers Brothers., 1954.
16. Brozek, J. y Keys, A. *The evaluation of leanness-fatness in man; norms and interrelationships.* London : British Journal of Nutrition, 1951. págs. 194-206. Vol. 5(2).
17. Heath, B.H. y Carter, J.E.L. *A modified somatotype method.* s.l. : American Journal of Physical Anthropology, 1967. págs. 57-74. Vol. 27 (1).
18. Dobëln, W.V. *Determination of body constitutiens.* Upsala : Occurrence, causes and prevention of overnutrition, 1964.
19. Rocha, M.S.L. *Peso ósseo do brasileiro de ambos os sexos de 17 a 25 años.* s.l. : Archivos de Anatomía e Antropología, 1975. págs. 445-451. Vol. 1.
20. Kerr, D.A. *An anthropometric method for fractionation of skin, adipose, muscle, bone and residual tissue masses in males and females age 6 to 77 years.* s.l. : Simon Fraser University, 1988.
21. Brozek, J., Grande, F., Anderson, J.T. y Keys, A. *Densitometric analysis of body composition: Revisions of some quantitative assumptions.* New York : Annals of the New York Academy of Science, 1963. págs. 113-140. Vol. 26 (110).
22. Clarys, J.P., Martin, A.D. y Drinkwater, D.T. *Gross tissue weights in the human body by cadaver dissection.* s.l. : Human Biology, 1984. págs. 459-473. Vol. 56 (3).
23. Mazess, R.B., Cameron, J.R. y Sorenson, J.A. *Determining body composition by radiation absorption spectrometry.* s.l. : Nature, 1970. págs. 771-772. Vol. 228 (5273).
24. Hounsfield, G.N. *Computerized transverse axial scanning (tomography). 1. Description of system.* London : British Journal of Radiology, 1973. págs. 1016-1022. Vol. 46 (552).
25. Tokunaga, K., Matsuzawa, Y., Ishikawa, K. y Tarui, S. *A novel technique for the determination of body fat by computed tomography.* s.l. : International Journal of Obesity, 1983. págs. 437-445. Vol. 7 (5).

26. Foster, M.A., Hutchison, J.M.S., Mallard, J.R. y Fuller, M. *Nuclear magnetic resonance pulse sequence and discrimination of high- and low-fat tissues*. s.l. : Magnetic Resonance Imaging, 1984. págs. 187-192. Vol. 2 (3).
27. Ellis, J.K. *Human body composition: In vivo methods*. s.l. : Physiological Reviews, 2000. págs. 649-680. Vol. 80 (2).
28. Shen, H., St-Onge, M.P., Wang, Z. y Heymsfield, S.B. *Estudio de la composición corporal: generalidades*. México : McGraw-Hill Interamericana, 2005. págs. 3-16.
29. Laskey, M.A. *Dual-energy X-ray absorptiometry and body composition*. s.l. : Nutrition, 1996. págs. 45-51. Vol. 12 (1).
30. Berral, F.J., Escribano, A., Berral, C.J., Delgado, C., Lancho, J.L. y De Rose, E. *Comparative corporal composition study on the Faulkner an Kerr methods in athletes*. Australia : Perth, 1991.
31. Porta, L., González de Suso, J.M., Galiano, D., Tejedó, A. y Prat, J.A. *Valoración de la composición corporal. Análisis crítico y metodológico*. s.l. : Car News, 1995. págs. 4-13. Vol. 1 (7).
32. Alburquerque, F. *Composición corporal. Un estudio comparativo en población joven*. Salamanca : Universidad de Salamanca, 2000.
33. Wang, W., Pierson, R.N.J. y Heymsfield, S.B. *The five-level model: a new approach to organizing bodycomposition research*. London : American Journal of Clinical Nutritionx, 1992. págs. 19-28. Vol. 56 (1).
34. Aguado, H. y Gómez-Pellico, L. *Body composition: evaluation methods*. s.l. : European Journal of Anatomy, 2005. págs. 117-124. Vol. 9 (2).
35. Ortiz, A. *Medio interno*. Madrid : Ruan S.A., 1986.
36. Terán, E. *Composición y constitución del cuerpo: síndrome constitucional*. s.l. : Anales de Medicina Interna, 1999. págs. 199-203. Vol. 16 (4).
37. Heymsfield, S.B., Lohman, T.G., Wang, Z. y Going, S.B. *Human Body Composition*. s.l. : Champaign, Human Kinetics, 2005.
38. Senti, M., Bosch, M., Aubo, C., Elosus, R., Masia, R. y Marrugat, J. *Relationship of abdominal adiposity and dyslipemic status in women with a common mutation in the lipoprotein lipase gene*. s.l. : Atherosclerosis, 2000. págs. 135-141. Vol. 150 (1).

39. León Sanz, M., Valero, M.A. y Moreno, J.M. *Métodos de análisis de la composición corporal*. s.l. : Alimentación, Nutrición y Salud, 1996. págs. 33-43. Vol. 3(2).
40. Drinkwater, D.T., Martin, A.D., Ross, W.D. y Clarys, J.P. *Validation by cadaver dissection of Matiegka's equations for the anthropometric estimation of anatomical body composition in adult humans*. s.l. : J. A. P. Day. Champaign, Human Kinetics, 1984. págs. 221-227.
41. Fernandes, R. *Composição Corporal: Teoria e prática da avaliação*. Barueri (SP). s.l. : Manole, 2001.
42. Preuss, L.E. y Bolin, F.P. *Biophysical methods for estimating in vivo body composition: the determination of the adipose compartment*. s.l. : Henry Ford Hospital Journal, 1988. págs. 92-102. Vol. 36(2).
43. Kiss, M.A.P.D.M. *Avaliação em educação física: aspectos biológicos e educacionais*. Sao Paulo : Manole, 1987.
44. Forriol, F. y Pascual, J.A. *Desarrollo de cuatro índices ponderales con la edad*. s.l. : Acta Pediatrica, 1990. págs. 499-505. Vol. 48.
45. Víttores, L., López, P. y Jimeno, A. *Los indicadores somatométricos como medida de salud de una población en edad escolar*. s.l. : Pediatría rural, 1993. págs. 22-32. Vol. 23.
46. González, M.E., Amaro, J.R. y Gómez, R. *Repercusión de los errores en el entrenamiento sobre la composición corporal y el somatotipo de un grupo de jóvenes que practican natación*. Habana : Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas, 1998. págs. 200-207. Vol. 17(3).
47. Roche, A.F., Heymsfield, S.B. y Lohman, T.G. *Human body composition*. s.l. : Champaign, 1996.
48. Carlyon, R.G., Bryant, R.W., Gore, C.J. y Walker, R.E. *Apparatus for precision calibration of skinfold calipers*. s.l. : American Journal of Human Biology, 1998. págs. 689-697. Vol. 10(6).
49. Hewitt, G., Withers, R.T. y Broods, A.G. *Improved rig for dynamically calibrating skinfold clipers: comparison between Harpenden and Slim Guide instruments*. s.l. : American Journal of Human Biology, 2002. págs. 721-727. Vol. 14(6).

50. Martin, A.D. *An anatomical basic for assessing human body composition: evidence from 25 cadavers*. Canadá : Simon Fraser University, 1984.
51. Parizkova, J. *Total body fat and skinfold thickness in children*. s.l. : Clinical and Experimental, 1961. págs. 794-807. Vol. 10.
52. Durnin, J.V. y Womersley, J. *Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years*. s.l. : British Journal of Nutrition, 1974. págs. 77-97. Vol. 32(1).
53. Sinning, W.E., Dolny, D.G., Little, K.D., Cunningham, L., Racaniello, A., Siconolfi, S.F. y Sholes, J.L. *Validity of "generalized" equations for body composition analysis in male athletes*. s.l. : Medicine of Science, Sport and Exercise, 1985. págs. 124-130. Vol. 17(1).
54. Carter, J.E.L. *Body composition of Montreal Olympic Athletes. Physical Structure of Olympic Athletes*. s.l. : B. Karger, 1982. págs. 107-116.
55. Jackson, A.S. y Pollock, M.L. *Generalized equations for predicting body density of men*. s.l. : British Journal of Nutrition, 1978. págs. 497-504. Vol. 40(3).
56. Jackson, A.S., Pollock, M.L. y Ward, A. *Generalized equations for predicting body density*. s.l. : Medicine of Science, Sport and Exercise, 1980. págs. 175-182. Vol. 12(3).
57. De Rose, E. y Guimaraes, A.C. *A model for optimization of somatotype in young athletes. Kinanthropometry II. M. B. Ostin, G. Buenen and J. Simons*. Baltimore : University Park Press., 1980.
58. Drinkwater, D.T. y Ross, W.D. *The anthropometric fractionation of body mass. Kinanthropometry III. G. Beunen M. B. Ostin and J. Simons*. Baltimore : University Park Press, 1980. págs. 177-189.
59. Lohman, T.G. *Anthropometry and body composition. Anthropometric Standarization Reference Manual. T. G. Lohman, A. F. Roche and R. Martorell*. s.l. : Champaign, IL, Human Kinetics, 1988. págs. 125-129.
60. Hall, J.G., Froster-Iskenius, U.G. y Allamon, J.E. *Handbook of normal physical measurement*. Oxford : Oxford Medical Publication., 1989.
61. Esparza, F. *Manual de Cineantropometría FEMEDE*. Madrid : FEMEDE., 1993.
62. Berral, F.J. *Cineantropometría. Parte II*. s.l. : Formación continua. Medicina del Ejercicio, 1996. págs. 19-29. Vol. 11(2).

63. Martin, R. *Lehrbuch der Anthropologie*. . s.l. : Stuttgart, Gustav Fischer., 1928.
64. Martín, V., Gómez, B., Antoranz, M.J., S., F., Gómez, A. y De Oya, M. (2001). *Validación del monitor de medición de la grasa corporal por impedancia bioeléctrica OMRON BF 300*. s.l. : Atención Primaria, 2001. págs. 174-181. Vol. 28.
65. Lohman, T.G. *Skinfolds and body density and their relation to body fatness: a review*. s.l. : Human Biology, 1981. págs. 181-225. Vol. 53(2).
66. Deurenberg, P., Vanderkooy, K., Leenen, R., Weststrate, J. y Seidell, J. *Sex and age specific prediction formulas for estimating body composition from bioelectrical impedance-a cross-validation study*. s.l. : International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders, 1991. págs. 17-25. Vol. 15(1).
67. Lean, M.E.J., Han, T.S. y Deurenberg, P. *Predicting body composition by densitometry from simple anthropometric measurements*. s.l. : American Journal of Clinical Nutrition, 1996. págs. 4-14. Vol. 63(1).
68. McArdle, W.D., Katch, F.I. y Katch, V.L. *Fisiologia do exercício - energia, nutrição e desempenho humano*. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan., 1998.
69. Guedes, D.P. y Souza, D.B. *Aspectos cineantropométricos no treinamento de futebolistas. Futebol: bases científicas do treinamento físico. Bases Científicas do Treinamento Físico. A. R. Viana*. Rios de Janeiro : Sprint., 1987.
70. Edwards, D.A.W., Hammond, W.H., Healy, M.J.R., Tanner, J.M. y Whitehouse, R.H. *Design and accuracy of calipers for measuring subcutaneous tissue thickness*. s.l. : British Journal of Nutrition, 1955. págs. 133-143. Vol. 9(3).
71. FIFA. Los orígenes. *Sitio oficial de la FIFA*. [En línea] 2012. [Citado el: 10 de Septiembre de 2012.] [http:// es. fifa. com/ classicfootball/ history/ game/ historygame1. html](http://es.fifa.com/classicfootball/history/game/historygame1.html).
72. Mundial, BBC. BBC Mundo. *"Fútbol" maya de gira en Alemania*. [En línea] 2006. [Citado el: 10 de Septiembre de 2012.] [http:// news. bbc. co. uk/ hi/ spanish/ misc/ newsid_4934000/ 4934718. stm](http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/misc/newsid_4934000/4934718.stm). BBC Mundo..
73. Hakluyt, Richard. The North-West Passage. [En línea] University of Adelaide Library Electronic Texts Collection. Capitulo 8., 1586. [Citado el: 12 de Septiembre de 2012.] [http:// etext. library. adelaide. edu. au/ h/ hakluyt/ northwest/ chapter8. html](http://etext.library.adelaide.edu.au/h/hakluyt/northwest/chapter8.html).

74. ExpertFootball. History of The FA. *Sitio oficial de la FA*. [En línea] [Citado el: 10 de Septiembre de 2012.] <http://www.thefa.com/TheFA/WhoWeAre/HistoryOfTheFA>.
75. Velarde Hurtado, Alfredo. Futbol: Las primeras reglas. [En línea] Federación Peruana de futbol, 2006. [Citado el: 11 de Septiembre de 2012.] http://www.fpf.com.pe/doc.pe/doc/PRIMERAS_REGLAS.pdf.
76. Football, Expert. Sitio Oficial de la FA. *Calcio (Florenzia)*. [En línea] [Citado el: 11 de Septiembre de 2012.] http://expertfootball.com/es/historia_calcio.php.
77. BBC. Sitio Oficial de la BBC. [En línea] 2006. [Citado el: 11 de Septiembre de 2012.] http://www.bbc.co.uk/cambridgeshire/content/articles/2006/06/09/cambridge_football_rules_parkers_piece_feature.shtml.
78. Statisticians, The Association of Football. The Football Association and the FA Rules. [En línea] The Association of Football Statisticians. [Citado el: 11 de Septiembre de 2012.] <http://www.11v11.co.uk/index.php?pageID=464>.
79. Morrison, Macario Reyes y Neil. RSSSF. *British Home Championship 1884-1889*. [En línea] [Citado el: 11 de Septiembre de 2012.] <http://www.rsssf.com/tables/bhc1884-99.html#1884>.
80. Reyes Padilla, Macario. RSSSF. *England FA Challenge Cup 1871-72*. [En línea] [Citado el: 11 de Septiembre de 2012.] <http://www.rsssf.com/tablese/engcup1872.html>.
81. FIFA. Sitio Oficial de la FIFA. [En línea] [Citado el: 10 de Septiembre de 2012.] <http://es.FIFA.com/classicfootball/history/game/historygame1.html>.
82. copaamerica.com. Sitio Oficial de la Copa America. *El torneo de selecciones más antiguo del mundo*. [En línea] [Citado el: 12 de Septiembre de 2012.] <http://www.copaamerica.com/default.asp?pag=historia>.
83. Mayorga, A. Mundosoccer.com. *Los 12 escándalos más famosos de las Copas del Mundo*. [En línea] [Citado el: 12 de Septiembre de 2012.] <http://www.mundosoccer.com/despvar.asp?mon=reportajes.html&gr=reportajes&url=/secciones/reportajes/itaesp34.html>.
84. FIFA. Sitio oficial de la FIFA. *Historia del Juego*. [En línea] [Citado el: 12 de Septiembre de 2012.] <http://es.fifa.com/classicfootball/history/game/historygame1.html>.

85. —. Sitio oficial de la FIFA. *FIFA World Cup TV Coverage 2002*. [En línea] 2002. [Citado el: 12 de Septiembre de 2012.] <http://www.fifa.com/en/marketing/newmedia/index/0,3509,10,00.html>.
86. Wolfsson, Isaac. *Historia Estadística del Fútbol Profesional en México*. México : s.n., 1996.
87. FEMEXFUT. Sitio oficial FEMEXFUT. *Se Presentó de Forma Oficial la LIGA MX y ASCENSO MX*. [En línea] [Citado el: 12 de Septiembre de 2012.] http://www.femexfut.org.mx/portaltv2.aspx/WEB_DetalleNoticia.aspx?pnIDNtca=39056.
88. IFFHS. Sitio Oficial IFFHS. *Ligas Más Poderosas del Mundo del Siglo XXI*. [En línea] [Citado el: 12 de Septiembre de 2012.] <http://www.iffhs.de/?b883e8c00bddad5384f02785fdcdc3bfcdc0aec70aeed200>.
89. Reilly, T. *Perfil fisiológico del jugador*. En *Fútbol (Ekblom, B.)*. Barcelona : Paidotribo, 1994. págs. 89-104.
90. Averhoff RR., León M. *Bioquímica de los ejercicios físicos*. Habana : Pueblo y Educación, 1981. pág. 125.
91. Reilly, T. *Características de la actividad física del futbolista*. Barcelona : Paidotribo, 2005. págs. 41-52.
92. Bangsbo, J. *Demandas de energía en el fútbol competitivo*. s.l. : Journal of Sport Sciences, 1994. págs. 5-12. Vol. 12.
93. Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. *Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue*. s.l. : Journal of Sports and Sciences, 2003. págs. 519-528. Vol. 21.
94. B, Ekblom. *Applied physiology of soccer*. s.l. : Sports Med., 1986. págs. 50-60. Vol. 3.
95. T., Reilly. *What Research Tells the Coach about Soccer*. A. A. H. P. E.R.D., Washington. Washington : Sportspieforschung: Diagnose Prognose. Verlag Ingrid Czwalina, Hamburg, 1979.
96. Bangsbo. J., L. Norregaard, F. Thorso. *Activity profile of professional soccer*. s.l. : Can J. Sports Sci., 1991. págs. 110-116. Vol. 16.

97. Reilly T., A. Stirling. *Flexibility, warm-up and injuries in mature games players. In: W. Duquet and J. A. P. Day (eds.)*. London : Kinanthropometry IV. E. and F. N. Spon, 1993. págs. 3-11.
98. Scaglioni Solano, P., Aragón Vargas, L., Salazar Rojas, W.,. *Intensidad de juego y gasto energético de futbolistas costarricenses de 1ª División*. San José : Fútbol e Investigación. Universidad de Costa Rica., 2000.
99. Drust, b., Reilly, T., Rienzi, E. *Análisis de la prestación física y de la performance en futbolistas sudamericanos de elite. En Futbolista Sudamericano de Elite (Mazza, J., Rienzi, E. Eds.)*. Rosario : Biosystem Servicio Educativo, 2002. págs. 89-101.
100. Bangsbo. J., F. Lindquist. *Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players*. s.l. : Int. J. Sports Med., 1992. págs. 125-132. Vol. 13.
101. Hargreaves, M. *Los requerimientos de carbohidratos y lípidos en el fútbol*. s.l. : Journal of Sports Sciences, 1994. págs. 13-16. Vol. 12.
102. Van Gool D., D.Van Gerven, J.Boutmans. *The physiological load imposed on soccer players during real match-play. In: T.Reilly, A. Lees, K.Davids and W.Murphy (eds.)*. London : Science and Football. E. and FN. Spon., 1988. págs. 51-59.
103. Krstrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjær, M. and Bangsbo, J. *Muscle and blood metabolites during a soccer game: Implications for sprint performance,*. s.l. : Medicine and Science in Sports and Exercise, 2006. págs. 1–10. Vol. 38(6).
104. Krstrup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J. and Steensberg, A. et al. *The Yo-Yo intermittent recovery test: Physiological response, reliability and validity*. s.l. : Medicine and Science in Sports and Exercise, 2003. págs. 695–705. Vol. 35.
105. Bangsbo, J., Gibala, M., Krstrup, P., González-Alonso, J. and Saltin, B. *Enhanced pyruvate dehydrogenase activity does not affect muscle O2 uptake at onset of intense exercise in humans*. s.l. : American Journal of Physiology, 2002. págs. 273–280. Vol. 282.

106. Gaitanos, G. C., Williams, C., Boobis, L. H. and Brooke, S. *Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise*. s.l. : Journal of Applied Physiology, 1993. págs. 712–719. Vol. 75(2).
107. Garrido Chamorro R., González Lorenzo M., García Vercher M., & Expósito I. *Correlación entre los componentes del somatotipo y la composición corporal según formulas antropométricas. Estudio realizado con 3092 deportistas de alto nivel*. Buenos Aires : efdeportes, 2005. Vol. 10(84).
108. Baker J., & Bruce D. *Influence of Body Mass on Resistive Force Selection during High Intensity Cycle Ergometry: Interrelationships Between Laboratory and Field Measures of Performance*. s.l. : Journal of Exercise Physiology, 2004. págs. 44-51. Vol. 7(5).
109. Padilla Pérez J., Taylor A., Yuhasz M., & Velázquez Hernández M. *Características antropométricas de atletas mexicanos*. Ciudad de México : Revista Médica del Hospital General de México, 2004. págs. 11-21. Vol. 67(1).
110. J., Arcodia. *Un estudio cineantropométrico inédito. La composición corporal y el somatotipo de la Selección mayor de Fútbol de Haití*. Buenos Aires : efdeportes, 2002. Vol. 8(50).
111. A., Rodríguez. *Composición Corporal y Deporte*. s.l. : rendeportin. Universidad Central de Venezuela, 2004.
112. P., Sáez Madain. *El Rol de la Distribución del Tejido Adiposo en la Elección de las Zonas Anatómicas Contempladas para la Medición de los Pliegues Cutáneos*. s.l. : Sobreentrenamiento, 2005.
113. R., Malina. *Antropometría, fuerza y aptitud motora. Proceedings V Simposio Internacional Actualización en Ciencias Aplicadas al Deporte*. s.l. : Biosystem, 1997. págs. 87-100. Vol. 1.
114. Mazza O., & Zubeldía G. *Masa Muscular y su Relación con las Capacidades Funcionales en Futbolistas de 16-17 años pertenecientes a Racing Club*. s.l. : Grupo Sobre Entrenamiento, 2005.
115. Ramos N., & Zubeldía G. *Masa Muscular y Masa Grasa, y su relación con la Potencia Aeróbica y Anaeróbica en Futbolistas de 18 a 20 años de Edad (Parte II)*. s.l. : Sobreentrenamiento, 2003.

116. A., Peretti. *Perfil Antropométrico y Nutricional del Futbolista Boliviano*. s.l. : futbolrendimiento, 2005.
117. Baker J., & Bruce D. *Influence of Body Mass on Resistive Force Selection during High Intensity Cycle Ergometry: Interrelationships Between Laboratory and Field Measures of Performance*. s.l. : Journal of Exercise Physiology, 2004. págs. 44-51. Vol. 7(5).
118. S., Ostojic. *Seasonal Alterations in Body Composition and Sprint Performance of Elite Soccer Players*. s.l. : Journal of Exercise Physiology., 2003. págs. 11-14. Vol. 6(3).
119. A., Rodríguez. *Composición Corporal y Deporte*. s.l. : rendeportin. Universidad Central de Venezuela., 2004.
120. A., Toro Salinas. *Análisis Fisiológico del Esfuerzo Físico según el Puesto del Jugador de Fútbol*. s.l. : Sobreentrenamiento, 2001.
121. Herrero de Lucas M.D., Cabañas A., López M. *Morfotipo del futbolista profesional de la Comunidad Autónoma de Madrid. Composición Corporal*. s.l. : Biomecánica, 2004. págs. 72-77. Vol. 12(1).
122. HM., Ellestad. *Pruebas de esfuerzo*. s.l. : Consulta, 1988.
123. Casajús JA, Aragonés MT. *Estudio cineantropométrico del futbolista profesional español*. s.l. : Arch Med Deporte, 1997. págs. 177-184. Vol. 14(59).
124. Gualdi-Russo E, Gruppioni G, Guerresi P, Belcastro MG, Marchesini V. *Skinfolds and body composition of sports participants*. s.l. : J Sports Med Phys Fitness, 1992. págs. 303-313. Vol. 32(3).
125. Strudwick A, Reilly T, Doran D. *Anthropometric and fitness profiles of elite players in two football codes*. s.l. : J Sports Med Phys Fitness, 2002. págs. 239-242. Vol. 42(2).
126. JA., Vos. *Physiological comparison between Dutch soccer players and other teamsport men*. s.l. : Vechiet, 1980. págs. 695-701.
127. Puga N, Ramos J, Agostinho J, Lomba I, Costa O, Falcão F. *Physical profile of a portuguese first división profesional football team*. s.l. : J Sports Sci, 1991. págs. 150-151. Vol. 9.
128. Al-Hazzaa HM, Almuzaini KS, Al-Refae SA, Sulaiman MA. *Aerobic and anaerobic power characteristics of Saudi elite soccer players*. s.l. : J Sports Med Phys Fitness, 2001. págs. 54-61. Vol. 41.

129. Chin MK, Lo YS, Li CT, So CH. *Physiological profiles of Hong Kong elite soccer players*. s.l. : Br J Sports Med Dec, 1992. págs. 252-256. Vol. 26.
130. Rodríguez C., Echegoyen S. *Características antropométricas y fisiológicas de jugadores de fútbol de la selección ecuatoriana*. s.l. : Arch. de Medicina del Deporte, 2005. págs. 33-37. Vol. 22(105).
131. Rienzi, E., Drust, B., Reilly, T., Carter, J.E. & Martin, A. *Investigation of anthropometric and work rate profiles of elite South American international soccer players*. s.l. : J Sports Med Phys Fit., 2000. págs. 162-168. Vol. 40(2).
132. Gris, G. M. *“Componentes del somatotipo y ecuaciones antropométricas”*. s.l. : Apunts, Medicina de l'Esport., 2001. págs. 5-16. Vol. 36(137).
133. Raven P, Gettman L, Pollock M, Cooper K. A. *Physiological evaluation of professional soccer players*. s.l. : Brit J Sports Med, 1976. págs. 209-216. Vol. 10(4).
134. Díaz FJ, Montano JG, Melchor MT, García MR, Guerrero JH, Rivera AE, Tovar JA, Moreno MF. *Changes of physical and functional characteristics in soccer players*. s.l. : Rev Invest Clin, 2003. págs. 528-534. Vol. 55(5).
135. Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon, F., Bachl, N. & Pigozzi, F. *Performance characteristics according to playing position in elite soccer*. s.l. : Int J Sports Med., 2007. págs. 222-227. Vol. 28.
136. R., Hakluyt. *Voyages in Search of The North-West Passa* University of Adelaide Library Electronic Texts Collection. Capitulo 8. Inglaterra : Texts Collection, 1986. 8.
137. ExpertFootball.com. www.expertfoofball.com/es/historia_america.php. www.expertfoofball.com/es/historia_america.php. [En línea] 10 de Septiembre de 2012. [Citado el: 10 de Septiembre de 2012.] http://www.expertfoofball.com/es/historia_america.php. ISBN.
138. *Técnicas densitométricas y de conductividad eléctrica para el análisis de la composición corporal*. Ruiz, P.J. (6): 7-25., s.l. : Nutrición Clínica (ed. Esp.), 1994, Vol. 14.

ANEXOS.

ANEXO I. PROFORMA ANTROPOMÉTRICA

NOMBRE:		Sujeto N°
Fecha:		Medidor
Fecha de Nacimiento:		Sex M=1; F=2 Anotador
Deporte		Posición:
Etapas de Entrenamiento		

Básicas																
Peso	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>															
Talla	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>															
Diámetros																
Humeral	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>															
Femoral	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>															
Muñeca	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>															
*Bimaleolar	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>															
Circunferencias																
Brazo Relajado	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>															
Brazo Flexionado	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>															
*Antebrazo	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>															
Cintura	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>															
Cadera Máximo	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>															
Muslo Medio	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>															
Pantorrilla Máximo	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>															
Pliegues																
Tríceps	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>															
Subescapular	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>															
Bíceps	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>															
Pectoral	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>															
Axilar	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>															
Cresta Iliaca	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>															
Supraespinal	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>															
Abdominal	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>															
Muslo Medial	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>															
Pantorrilla	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>															

