

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
COORDINACION DE INVESTIGACION Y ESTUDIOS AVANZADOS
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS AVANZADOS
COORDINACION DE LA ESPECIALIDAD EN MEDICINA DE LA ACTIVIDAD
FISICA Y EL DEPORTE
DEPARTAMENTO DE EVALUACION PROFESIONAL



“SOMATOTIPO Y SU RELACION CON LA POTENCIA ANAEROBICA
RELATIVA REALIZADA SOBRE PLATAFORMA ANAEROBICA, EN
JUGADORES DE FUTBOL AMERICANO, POTROS SALVAJES UAEM,
CATEGORIA MAYOR; TEMPORADA 2012, EN EL CEMAFyD”.

CENTRO DE MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FISICA 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. VICTOR MANUEL CAMACHO ORTIZ

DIRECTOR DE TESIS:
ESP. EN M. D. HECTOR MANUEL TLATOA RAMIREZ

REVISORES DE TESIS:
ESP. EN M. D. SALVADOR LOPEZ RODRIGUEZ
ESP. EN M. D. GUSTAVO SALAZAR CARMONA
ESP. EN M. D. JOSE ANTONIO AGUILAR BECERRIL
ESP. EN M. D. MARIA LIZZETH MARQUEZ LOPEZ

TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO, 2013

TITULO

SOMATOTIPO Y SU RELACION CON LA POTENCIA ANAEROBICA
RELATIVA REALIZADA SOBRE PLATAFORMA ANAEROBICA, EN
JUGADORES DE FUTBOL AMERICANO, POTROS SALVAJES UAEM,
CATEGORIA MAYOR; TEMPORADA 2012, EN EL CEMAFyD.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Ma. Luisa Ortiz y Victor M. Camacho, que me brindaron la posibilidad de empezar esta carrera extraordinaria. Mis hermanas que siempre han estado a mi lado.

A mi esposa Karla Amero, por su apoyo incondicional en todo momento e ir creciendo juntos profesional y personalmente; a toda su familia por su apoyo.

Aquellos maestros que me marcaron un camino en lo profesional a través del conocimiento durante mi especialidad y principalmente al Dr. Hector Manuel Tlatoa, al Dr. Salvador Lopez, al Dr. Gustavo Salazar y al Dr. Hernan Luna que me encaminaron en este trabajo final.

A los jugadores de Futbol Americano Categoría Mayor de los Potros Salvajes de la UAEM y Coachs.

INDICE

PORTADA	1
TITULO	2
INTRODUCCION	7
1. MARCO TEORICO	9
1.1. FUTBOL AMERICANO	9
1.1.1. QUE ES EL FUTBOL AMERICANO	9
1.1.2. FUTBOL AMERICANO EN MEXICO	13
1.1.3. HISTORIA DE LOS POTROS SALVAJES DE LA UAEM	17
1. 2. CINEANTROPOMETRIA Y SOMATOTIPO	20
1.2.1. CINEANTROPOMETRIA	20
1.2.2. SOMATOTIPO	21
1.2.3. APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS SOMATOTÍPICAS EN LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE.	39
1.2.4. CARACTERÍSTICAS DEL SOMATOTIPO DEL DEPORTISTA.	40
1.2.5. SOMATOTIPO Y LA EVALUACION DEL DEPORTISTA	40
1.3. ANTECEDENTES. ESTUDIOS RELACIONADOS CON EL SOMATOTIPO Y EL FUTBOL AMERICANO	42
1.3.1. EVALUACION MORFOLOGICA DE LOS JUGADORES DE FUTBOL AMERICANO	43
1.3.2. PERFILES MORFOLOGICOS EN JUGADORES DE FUTBOL AMERICANO DEL PRIMER AÑO EN LA NCAA DIVISION I	45
1.4. EVALUACION MORFOFUNCIONAL DEL DEPORTISTA	46
1.4.1. ¿QUE MIDEN LAS PRUEBAS?	46
1.4.2. MEDICION DE LA POTENCIA Y LA FUERZA MUSCULARES	46
1.4.3. EVALUACIÓN DE LA POTENCIA Y LA FUERZA	49
1.4.4. METODOS PARA MEDIR LA POTENCIA Y LA FUERZA	56

1.5. EVALUACION DE LA POTENCIA Y CAPACIDAD ANAEROBICAS	58
1.5.1. CONSIDERACIONES BÁSICAS APLICADAS AL RENDIMIENTO ANAERÓBICO	58
1.5.2. PRUEBAS DE POTENCIA Y CAPACIDAD ANAEROBICAS	61
1.5.3. TEST DE BOSCO	63
1.6. SISTEMAS ENERGETICOS EN EL FUTBOL AMERICANO	72
1.6.1. INTERACCION DE LOS DIFERENTES SISTEMAS ENERGETICOS DURANTE LA PRACTICA DEL FUTBOL AMERICANO	76
1.6.2. FUNCIÓN MUSCULAR	77
1.6.3. POTENCIA, FUERZA Y RESISTENCIA MUSCULAR EN EL FUTBOL AMERICANO	79
1.6.4. ADAPTACIONES MUSCULARES AL ENTRENAMIENTO	82
1.6.5. TRANSICIÓN AERÓBICA-ANAERÓBICA	83
1.6.6. POTENCIA ANAEROBICA EN EL FUTBOL AMERICANO	86
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	89
3. JUSTIFICACIONES	90
4. HIPOTESIS	91
5. OBJETIVO	92
5.1. OBJETIVO GENERAL	92
5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	92
6. MATERIAL Y METODO	93
6.1. DISEÑO DE ESTUDIO	93
6.2. UNIVERSO DE TRABAJO Y MUESTRA	93
6.3. CRITERIOS DE INCLUSION	94
6.4. CRITERIOS DE EXCLUSION	94
6.5. CRITERIOS DE ELIMINACION	94
6.6. DESARROLLO DEL PROYECTO	95
6.7. DISEÑO DE ANALISIS	97

7. IMPLICACIONES ETICAS	98
8. RESULTADOS	99
9. CONCLUSIONES	112
10. DISCUSIÓN	113
11. SUGERENCIAS	117
12. BIBLIOGRAFIA	118
13. ANEXOS	123

INTRODUCCION

La investigación en antropología física sobre deportistas en México es sumamente escasa y se ha limitado a dos áreas específicas: la que se refiere a estudios en niños y adolescentes con el fin de determinar modificaciones en el crecimiento, desarrollo y maduración, en relación con las cargas de trabajo a las que se les somete dentro de un programa de actividad física, y la que abarca grupos de alta competencia; amateur y profesional, ya que a estos se les puede cuantificar, analizar y valorar la respuesta física, resultado de una gran cantidad de estímulos ambientales, físicos y psicológicos, lo que permite ver en el cuerpo los efectos de la practica de los diversos deportes (1).

La antropometría básica puede aportar información importante con respecto a las dimensiones corporales de los jugadores de elite (2). La determinación de la forma del físico a partir de variables antropométricas también es una parte importante en la evaluación integral de un atleta y constituye en si mismo un elemento que puede ser empleado para la detección y selección, para la ubicación del deportista en una disciplina o en una posición específica. Las ventajas que proporciona una adecuada morfología son evidentes (3). Las variables morfológicas pueden ser utilizadas para determinar la composición corporal y el somatotipo. Heath y Carter en 1967, definieron el somatotipo como la “conformación morfológica presente”. El somatotipo permite observar la forma del físico expresada en tres componentes que identifican el cuerpo humano en 3 dimensiones: endomorfia, mesomorfia y ectomorfia. Para el análisis del somatotipo (4), determinaron el uso de la distancia actitudinal somatotipica SAD y SAM. Las diferentes disciplinas deportivas exigen diferentes tipos de somatotipo, sin embargo, cada deportista puede tener cualidades y destrezas exclusivas, de manera que el somatotipo, el entrenamiento y la técnica por si solos no

pueden describir al deportista en su totalidad pero en conjunto brindan una mayor información acerca de el rendimiento en general (5).

Otro aspecto importante es analizar las diferencias que existen por posición de juego. Es obvio que en el fútbol existen diferencias marcadas de acuerdo a la función que uno cumpla dentro del campo de juego, con raras excepciones a la regla. Por lo tanto, estos conceptos demuestran que en ciertas posiciones del campo de juego es necesario contar con dicho tamaño corporal, debido a los altos niveles de potencia que debe generarse en dicha posición de juego para apoderarse del balón. La masa muscular refleja, la potencia muscular necesaria para la aceleración, velocidad de carrera, salto, etc. Esto también es observado en otros deportes de elite (6).

1. MARCO TEORICO

1.1. FUTBOL AMERICANO

1.1.1. QUE ES EL FUTBOL AMERICANO

El fútbol americano es un deporte de conjunto conocido por mezclar complejas estrategias y un juego físico muy intenso. Nació hace más de 100 años en los Estados Unidos. Es uno de los deportes de impacto más competitivos del mundo donde el jugador requiere de una gran disciplina, entrenamiento físico y preparación mental. La mayor manifestación competitiva y mediática de este deporte se da en la National Football League (NFL), la liga de fútbol americano profesional de Estados Unidos.

La historia del fútbol americano puede ser rastreada hasta las versiones más primitivas del rugby y del fútbol, ya que ambos deportes tienen su origen en algunas variedades de fútbol jugadas en el Reino Unido a mediados del siglo XIX, en las cuales una pelota es pateada hacia una portería. Al igual que en el fútbol, el fútbol americano tiene 22 jugadores en el campo de juego (7).

La popularidad del fútbol universitario creció hasta convertirse en la versión dominante de este deporte en la primera mitad del siglo XX. Los tazones (*bowls*), una tradición del fútbol practicado en los colegios universitarios, atrajeron una audiencia nacional en los Estados Unidos para los equipos colegiales. Reforzado por feroces rivalidades, el fútbol colegial aún mantiene un atractivo general muy notable dentro de Estados Unidos (8).

Objetivo general del juego

El fútbol americano es jugado por dos equipos, de forma que 11 jugadores ofensivos de uno de los equipos juegan contra 11 defensivos del otro equipo. El equipo atacante intenta llevar el balón bien mediante la

carrera o mediante el pase, hacia la zona de anotación rival y así anotar puntos. La defensa tiene que evitar que esto ocurra y tratar de impedir el avance del equipo rival hacia la anotación.

El juego consiste en que la escuadra ofensiva logre un touchdown (con valor de 6 puntos) como objetivo principal o un field goal (con valor de 3 puntos) en su defecto. Para hacerlo deben avanzar al menos diez yardas (9,144 metros) en un máximo de cuatro oportunidades o downs. Así, por cada diez yardas recorridas como mínimo, se tiene derecho a otras cuatro oportunidades para buscar el mismo objetivo de diez yardas, y así sucesivamente hasta llevar o acercar el ovoide a la zona final del campo del equipo rival y lograr la anotación (9).

Tiempo de juego

Un encuentro se divide en cuatro cuartos de 15 minutos cada uno, con un descanso de la misma duración al término de los dos primeros. Entre el primer y el segundo cuartos, y entre el tercero y el cuarto, se hace una pequeña pausa para que los equipos cambien de campo pero no se modifica la continuidad del juego. Al inicio del nuevo periodo el equipo que se encontraba atacando conserva su posición en el terreno de juego pero del lado opuesto del campo. Al término de la primera mitad el juego se detiene y al reanudarse después del descanso iniciará con una nueva patada de inicio.

El reloj corre en cuenta regresiva y se detiene bajo distintas circunstancias pero básicamente seguirá consumiéndose si el balón permanece dentro del campo después de cada jugada válida. Los equipos tienen un tiempo permitido de 40 segundos entre jugada y jugada para poner en juego el balón nuevamente. Cuando se tiene ventaja en el marcador y posesión del balón en los últimos minutos del juego se utilizan estos segundos como una estrategia para consumir tiempo (9).

Cuando faltan dos minutos para que terminen el cuarto periodo el reloj se detiene en una pausa obligatoria conocida como la pausa de los dos minutos. El partido termina cuando se consume el último segundo del cuarto periodo. Si el reloj llega a cero pero todavía hay una jugada en desarrollo esta jugada continúa y es válida hasta que termine (9).

Terreno de juego

Conocido como "Emparrillado", el campo de juego debe tener una longitud de 120 yardas, con dos zonas de anotación, a ambos lados, de 10 yardas, y un ancho de 53 yardas. Ambos extremos del terreno son conocidos como end zones. Al final de cada end zone se encuentran las porterías o goalpost, que son los postes por los que se pueden anotar puntos haciendo pasar la pelota entre ellos mediante una patada. Cada yarda está marcada con precisión sobre el terreno de juego en los laterales y también mediante dos líneas discontinuas, que pasan más o menos por el centro del campo, llamadas Hashmarks. Además, cada 5 yardas se marca con una línea continua y cada 10 yardas se dibujan los números sobre el campo. La línea que divide el terreno de juego en dos mitades iguales queda marcada con el número 50 y el resto de las yardas se numeran en orden decreciente hacia cada extremo del terreno hasta las respectivas end zones. La red zone es una zona imaginaria del campo que abarca las últimas 20 yardas anteriores a la end zone. Se dice que un equipo atacante se encuentra en la red zone rival cuando solo esas últimas 20 yardas lo separan de la anotación.

La superficie donde se juega puede ser de pasto natural o de césped sintético (turf), utilizado en muchos estadios cubiertos (10).

Posiciones de los jugadores ofensivos

- *Quarterback* (QB), llamado también "mariscal de campo" en el ámbito hispanoamericano: es el jugador sobre el campo que recibe directamente las instrucciones del entrenador sobre la jugada que se

va a realizar. Es una de las posiciones más complicadas y técnicas de un equipo y es un jugador fundamental para el desarrollo del juego, ya que debe leer la táctica que utiliza la defensa rival y saber decidir con rapidez la opción más conveniente, además de tener un brazo fuerte y buena puntería para lanzar el balón al lugar adecuado para que el receptor pueda atraparlo y avanzar con él.

- *Offensive tackle* (OT); *Guard* (G); *Center* (C): estos 5 jugadores conforman la línea ofensiva. Se destacan por su envergadura y peso (algunos pesan más de 150 kilos) y sus siluetas no son nada atléticas, sin embargo son ágiles y fuertes. El objetivo de estos hombres es simplemente formar una barrera para que ningún hombre de la defensa les sobrepase y llegue hasta el QB o el portador del balón.
- *Running back* (RB): se colocan habitualmente detrás del *quarterback*, en lo que se llama *backfield*. Todos los corredores se llaman genéricamente *running backs*, pero los hay de varios tipos:
 - El *halfback* (HB) o *Tailback* (TB) es el corredor que recibe la mayoría de los balones y que lleva todo el peso del juego de carrera. Físicamente tienden a ser jugadores de corta estatura pero muy rápidos y ágiles.
 - El *fullback* (FB) es un corredor que se ubica muy cerca de la línea de golpeo o justo detrás del *quarterback*. Físicamente son más pesados y grandes que los *halfbacks*, y normalmente solo corren con el balón en jugadas de poco yardaje debido a su gran fuerza y potencia.
- *Wide receiver* (WR): son los encargados de recibir los pases del *quarterback*. Son jugadores que se alinean en las bandas y al iniciar la jugada inician la carrera hacia el campo rival esperando en el camino recibir un pase. Físicamente suelen ser altos y muy rápidos, no necesariamente los más fuertes.
- *Tight end* (TE): es un jugador versátil porque puede actuar como un bloqueador más o como un receptor de emergencia, generalmente en

jugadas de improvisación. El *tight end* o ala cerrada en México, se sitúa siempre junto a la línea ofensiva junto a uno de los tackles, normalmente en el lado fuerte del QB. El *tight end* suele quedarse cerca del área de influencia del QB para apoyarlo ya sea bloqueando a los rivales o recibiendo un pase corto, razón por la cual se le considera una válvula de seguridad (10).

Posiciones de los jugadores defensivos

- Defensive end (DE) y Defensive tackle (DT): conforman la línea defensiva, formada por dos de cada tipo. La función de estos hombres es la de sobrepasar a la línea ofensiva y llegar hasta el portador del balón.
- Linebackers (LB): en las jugadas de carrera deben tapar los huecos por los que puedan pasar los running backs y derribarlos además de estar atentos a los receptores en las jugadas de pase.
- Cornerbacks (CB): son los hombres más veloces de la línea secundaria. Se encargan de marcar a los wide receivers personalmente o a las zonas de mayor peligro de pase profundo.
- Safeties (S): los últimos hombres de la defensa. Su trabajo consiste en parar al atacante que haya logrado superar a todos sus compañeros y evitar así el touchdown rival (10).

1.1.2. FUTBOL AMERICANO EN MEXICO

El fútbol americano es extremadamente popular en Estados Unidos. Desde los años 90 su nivel de popularidad sobrepasa al del béisbol, logrando con ello la clasificación como el deporte más popular de esa nación. La liga profesional, la National Football League (NFL), formada por 32 equipos es muy popular. El Super Bowl es la final de la temporada donde los campeones de las dos conferencias (AFC y NFC) de la liga se disputan el Trofeo Vince Lombardi.

El fútbol americano a nivel universitario es también muy popular. Muchos colegios y universidades participan de la NCAA, primera división del fútbol americano universitario, la cual llena una y otra vez enormes estadios. Los partidos universitarios son retransmitidos por televisión. Otras universidades compiten en el NAIA. Además de estas ligas y equipos, existe también la Copa Mundial de Fútbol Americano (11).

En la génesis del campo del deporte universitario en México se observa, como en muchas otras naciones, que el deporte llegó vía burguesía citadina como parte de la ola modernizadora proveniente de Europa y los Estados Unidos, acompañada por la ideología de la constitución de estilos de vida privilegiados, modernos y civilizados. En este ambiente llegó la práctica del fútbol americano entre los sectores urbanos medios y altos que la introducen a las instituciones educativas y *clubes* atléticos movidos por el interés de adoptar las modernas prácticas deportivas difundidas por el mundo y por el deseo de dejar atrás ese pasado del México rural e indígena (12).

La popularidad del fútbol americano se extendió entre los jóvenes de la UNAM y del IPN, cuyas instituciones absorbieron gran parte de los gastos al grado en que entre ambas dominaron el campo desde 1933 y hasta 1970, El dominio del campo entre ambas instituciones educativas marcó también la formación de las rivalidades deportivas tradicionales de la época (Pumas-Poli) y de una forma simbólica de identificación institucional. El objeto en juego de la época lo constituyó el orgullo institucional y no la pugna por los recursos. Bajo esta óptica, las agrupaciones deportivas fungieron como redes cuya interrelación creó un entramado de significados. Uno de los ejemplos clásicos en la Ciudad de México es el de los Pumas de la Universidad Nacional Autónoma de México cuya mascota, colores e himno, se convirtieron en los emblemas de todos los deportes de la institución y en uno de los signos que la caracterizan en la sociedad: el puma. Otra situación

se vivió en el norte de la república donde el ITESM y la UANL, protagonizaron la pugna entre sistema público y privado, en el que una de las instituciones se movía en un mercado de consumidores de servicios educativos y cuyas necesidades de obtención de recursos difirieron del financiamiento público, por lo tanto en aquella entidad, además del orgullo institucional, se observó la pugna por los consumidores de los servicios educativos; además de la pugna por ellos manifiesta entre “ricos y pobres”.

La imagen del éxito deportivo institucional no es el factor único determinante de la elección entre instituciones de educación superior. Las condiciones sociales, económicas y políticas, experimentadas en México durante las tres últimas décadas del siglo XX fueron determinantes para explicar la migración de algunos sectores de la sociedad, de las universidades públicas hacia las privadas, debido al deterioro de la imagen de las universidades públicas originadas por la expansión de la matrícula, las huelgas y paros laborales y estudiantiles y la creciente violencia en los estadios de fútbol americano. Junto a la expansión de la oferta privada de educación superior, la limitación de oportunidades laborales, las constantes críticas desde la iniciativa privada y desde el gobierno hacia el modelo del estado benefactor y la ineficiencia y corrupción de los funcionarios públicos, que en conjunto contribuyeron a provocar la migración de los sectores urbanos medios y altos hacia las universidades privadas; los mismos sectores de los cuales se había nutrido históricamente el deporte del fútbol americano en su categoría de liga mayor (12).

La historia deportiva de los catorce años más recientes de la liga de fútbol americano coincidió con el proceso de crecimiento y mayor expansión de la educación superior privada. Al comparar el proceso de transformación de la liga con los años de mayor crecimiento de las universidades privadas (1990-2003), se observa una alta correspondencia a partir de la década de 1990 y lo que va de la primera del 2000, entre los campeonatos obtenidos

por parte de los equipos representativos de escuelas privadas, el número de sus equipos que ascendieron a la liga y el crecimiento porcentual de la matrícula en estas instituciones. El incremento de la matrícula de 17 por ciento en 1990 a 33 por ciento en el 2002, coincide con los 15 campeonatos que se han obtenido de 1993 a 2007, por los equipos representativos de las universidades privadas. Sin embargo, la relación establecida no responde a razones de cantidades. Es decir que la matrícula de la educación superior privada haya incrementado del 17 al 33 por ciento en doce años y los equipos de fútbol americano ganaran los campeonatos, no significa nada, sino se establece una relación cualitativa, en la cual se destaque la estrategia específica emprendida por algunas universidades para seleccionar talento deportivo con fines de incrementar el capital deportivo e inclinar la balanza a favor de la institución representada con la finalidad de incrementar el prestigio de ésta en un espacio social, reducido quizá, pero con un amplio valor simbólico en el deporte estudiantil de nuestro país.

Los factores incidentes en la transformación del campo van más allá del plano competitivo y se relacionan con la complejidad de la transformación experimentada por la sociedad mexicana, además de las acciones específicas que las universidades privadas emprendieron en el espacio del deporte universitario. Para las instituciones privadas, el campo de la educación superior constituye un mercado de consumidores de servicios educativos en el que se compite por alumnos y sus estrategias para obtener recursos difieren de las estrategias de las instituciones públicas, cuya fuente de financiamiento es en gran medida el del presupuesto federal. Es por ello que un deporte como el fútbol americano se convirtió en un foro adecuado para la expansión de la presencia de la educación superior privada, porque precisamente a este campo concurre la población objetivo, estratos medios urbanos, a la que se dirige el mensaje de esa oferta educativa y porque en él ya se presentaba la competencia y comparación interinstitucional (12).

El fútbol americano en México es el quinto deporte más popular del país y el cuarto en la zona metropolitana de la Ciudad de México. En el país existe un gran interés por la NFL de Estados Unidos a nivel profesional. En el país, el partido entre los equipos de las dos universidades públicas más grandes del país, los Pumas de la Universidad Nacional Autónoma de México y los Burros Blancos del Instituto Politécnico Nacional es considerado el clásico nacional y se ha disputado desde hace más de 70 años convirtiéndolo en el partido clásico más antiguo a nivel nacional de cualquier deporte. La ciudad de Monterrey, desde 1945, cuenta a su vez con su clásico entre los Borregos Salvajes del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey y los Auténticos Tigres de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

En México, existe la Liga Mayor de la ONEFA, un campeonato universitario fundado en 1930, y que desde entonces hasta la actualidad, representa la competencia más importante de Fútbol Americano en Latinoamérica. También existe la Conferencia Premier CONADEIP, otra competencia universitaria fundada en 2010. A pesar de que no existe liga profesional, el fútbol americano es el quinto deporte más popular de ese país (12).

1.1.3. HISTORIA DE LOS POTROS SALVAJES DE LA UAEM

El primer partido que los Potros jugaron fue frente a Chapingo, aunque el equipo universitario se formó poco tiempo atrás, en el año de 1958, el cuartel de policía se encontraba frente al edificio de rectoría de la recién estrenada Universidad Autónoma del Estado de México, los universitarios habían tenido diversos roces con miembros de la Policía Estatal produciéndose un fuerte enfrentamiento en las fiestas patrias de ese año, varios jóvenes fueron arrestados, lo que provocó una manifestación pacífica pero contundente frente al Palacio del Gobierno Estatal, el Gobernador Gustavo Baz, se vio obligado a intervenir y encontró una solución eficaz,

ofreció a los universitarios realizar distintas actividades deportivas de forma organizada, los jóvenes aceptaron practicar el fútbol americano (13).

Fue así como se encargó al entonces Director de Policía, Teniente Manuel Calero que condujera los primeros entrenamientos en el antiguo campo de aviación en el mismo sitio en el que se siguen realizando hoy, la convocatoria para formar el equipo de fútbol americano tuvo un éxito rotundo en la Universidad, la última semana de septiembre se presentaron a las prácticas más de 200 estudiantes, de este modo, fue tomando carta de naturalización un deporte con características tan especiales, comenzó entonces la aventura del fútbol americano en Toluca. Los entrenamientos eran duros en un campo lleno de piedras con pocos ovoides, escasa utilería y un entrenador que no encontraba el tiempo que necesitaba el equipo, a los pocos meses, el propio Gobernador Baz, contrató a un entrenador profesional de tiempo completo, se buscó al entonces asistente del entrenador del equipo de la UNAM, quien con los años se convertiría en el líder, maestro y leyenda del equipo de los Potros Salvajes de la UAEM, Alberto Córdova Ladrón de Guevara, conocido como “El Chivo”. Alberto Córdova, tomó posesión como coach del equipo en febrero de 1959, con él se logró adquirir la primera utilería que, aunque usada, era ya una utilería en toda regla, se iniciaron así entrenamientos en forma y con conocimiento total del juego, el nombre del equipo lo acordaron el Chivo Córdova y el Teniente de Caballería Manuel Calero, el entrenador propuso el nombre de Mustangs y el Teniente Calero pidió que el nombre fuera en español y sugirió como mascota un potrillo color oro de su propiedad, uno de los hermanos Salas que jugaban en el equipo propuso el calificativo de “Salvajes” para que los dos equipos de fútbol americano del Estado de México fueran “Salvajes”, el de Toluca y el de Chapingo, así nació el nombre de los Potros Salvajes de la Universidad Autónoma del Estado de México (13).

El Potro que usa el equipo como emblema nació en 1962 de manos de un jugador del equipo juvenil Crispín Cuenca, quien había dibujado en los costados de su casco dorado un boceto a tinta del potrillo relinchando con la cril insuta, al coach Córdova le gustó y a partir de ese momento decoraron los cascos del resto del equipo con el dibujo, es el mismo que hoy continúan luciendo con orgullo todas las categorías de los Potros.

El entrenador Alberto Córdova era consiente tal y como repetía una y otra vez, de que el fútbol americano es un deporte de fuerza bruta que no juegan los brutos, por eso pedía disciplina, constancia y esfuerzo y transmitía un sentido de ética deportiva que podía transferirse a la vida, en la cancha, en los entrenamientos y en los juegos, los muchachos entendían el valor de la práctica deportiva, con el Chivo aprendían que nadie debe ser felicitado simplemente por cumplir con su trabajo, sino por su esfuerzo físico y mental, aprendían la frase de las 3 r's, respeto hacia ti mismo, respeto hacia los demás y responsabilidad por tus actos, 50 años más tarde aún resuenan las palabras en el campo de los Potros.

Fue el propio Chivo quien impartió las clases de medicina deportiva a los jóvenes pasantes de medicina que lo solicitaron, a lo largo de los años el Chivo Córdova formó una buena cantidad de jugadores y entrenadores que también hicieron historia dentro de Potros, quienes a su vez, formaron a las generaciones siguientes, aún se recuerda entrenadores como Rogelio González, Luciano Nava, Leonardo Lino y el recientemente desaparecido Fernando Méndez "El Cachito".

Actualmente, la organización de Potros cuenta con categorías preinfantiles, infantiles, juvenil, intermedia, mayor y máster, además del fútbol americano femenino con el llamado tocho bandera (13).

1.2. CINEANTROPOMETRIA Y SOMATOTIPO

1.2.1. CINEANTROPOMETRIA

Se define la cineantropometría como el estudio de la forma, composición y proporción humana, utilizando medidas del cuerpo; su objetivo es comprender el movimiento humano en relación con el ejercicio, desarrollo, rendimiento y nutrición. H. Ross (1972), la definió como una especialidad científica que aplica métodos para la medición del tamaño, la forma, las proporciones, la composición, la maduración y la función grasa en la estructura corporal. Es considerada una disciplina básica para la solución de los problemas relacionados con el crecimiento, el desarrollo, el ejercicio, la nutrición y la performance, que constituye un eslabón cuantitativo entre estructura y función, o una interface entre anatomía y fisiología o performance.

Describe la estructura morfológica del individuo en su desarrollo longitudinal y las modificaciones provocadas por el entrenamiento. Todos los protocolos de investigación en cineantropometría contemplan en mayor o menor número de medidas y con un mayor o menor grado de complejidad, el registro de mediciones antropométricas que, posteriormente, con la aplicación de diferentes ecuaciones junto con programas de cálculo informatizado, determinan parcial o totalmente algunas de las variables morfológicas de la estructura humana.

Con la utilización de medidas antropométricas y recordando la definición de cineantropometría, una de las características que podemos estudiar de los individuos es la forma del cuerpo humano o SOMÁTICO, también llamado por otras escuelas BIOTIPO (14).

1.2.2. SOMATOTIPO

El somatotipo brinda un método de evaluar el físico en tres dimensiones, referidas como endomorfismo (relacionado con la adiposidad), mesomorfismo (desarrollo osteo-muscular) y ectomorfismo (o linealidad relativa). La evolución de los estudios del somatotipo ha llevado a considerar que la forma del cuerpo es un fenotipo, que se refleja en la forma que exhibe el deportista en el momento en el cual se obtienen las mediciones.

La morfología humana o fenotipo está determinada por la combinación de la descripción genética de la persona, su genotipo; las condiciones ambientales a las cuales están sujetos; y a la interrelación entre estos elementos. Es decir, la calidad de la carga genética y su interacción con los estímulos ambientales. Estos estímulos pueden ser el entrenamiento físico, la alimentación, el trabajo, el clima, los hábitos etc.... (15)

HISTORIA Y ESCUELAS

En la década de los años 50, Sheldon creó el término somatotipo y las técnicas fundamentales para su análisis. En su primera publicación "Variación Del Físico Humano" expone la teoría de los tres componentes primarios del cuerpo humano, presentes en todos los individuos, en mayor o menor grado. El somatotipo según el autor, expresaría la cuantificación de estos componentes primarios a los que el denominó: endodermo, mesodermo y ectodermo.

El creía que el somatotipo dependería esencialmente de la carga genética, que los padres cederían a su embrión y que esta composición no se modificaría durante toda su existencia, salvo en el caso de que el sujeto padeciera patologías o alteraciones nutricionales que la alteraran. Las teorías de Sheldon fueron duramente criticadas y debieron ser modificadas, de estas

modificaciones surgen técnicas complementarias que matizan y perfeccionan la idea básica de los tres componentes.

El concepto que triunfa en la actualidad es el elaborado por Heat-Carter. Éste describe la configuración morfológica actual, considerando que dicha composición no se vincula y encorseta estrictamente por la carga genética del embrión y puede ser modificada por el crecimiento y por el entrenamiento (16).

Para situarse en una posición histórica correcta deberemos remontarnos a la antigua Grecia, donde los filósofos como Hipócrates y médicos como Galeno que son los verdaderos precursores de la Cineantropometría.

Hipócrates en el 400 A.C se situaría como el primer investigador. Presentó la primera clasificación biotipológica, estableciendo una diferencia entre dos tipos distintos de seres humanos: El ser humano atlético y el psíquico; los cuales se relacionan con los cuatro elementos fundamentales: Aire, Tierra, Fuego y Agua.

Al respecto, señalaba que el equilibrio de estos cuatro elementos básicos es lo ideal para mantenerse dentro de tal clasificación, permitiendo establecer una relación entre el éxito o performance y los fundamentos cineantropométricos.

En la antigua Grecia ya filosofaban sobre la forma humana y su relación con las variables de su entorno. Los griegos además fueron los primeros en clasificar a los humanos en función de su morfología en dos subgrupos.

1. Los tísicos o delgados. En los cuales predominaría el eje longitudinal sobre el transversal y a los que les suponían tendencias a la introversión.

2. Los apopléticos o musculosos con predominio del eje transversal.

Estas clasificaciones aunque rudimentarias intentaban explicar las características físicas y mentales, en función del aspecto físico y la composición corporal de los humanos.

Leonardo da Vinci. Este autor busca la belleza ideal, en base a la composición y proporción corporal. Realizando medidas corporales para adaptarse a un canon estético. (Este concepto estético es actualmente una de las grandes demandas de la antropometría no deportiva en el siglo XXI).

Vesalius (1543), estudió la relación entre las estructuras humanas y sus funciones, las cuales explican el trabajo muscular en términos físicos, más concretamente referido a la mecánica osteo-muscular (16).

Dentro de la historia antropométrica, nos lleva desde el renacimiento hasta finales del siglo XVIII, donde encontramos el alumbramiento de las primeras definiciones científico-biológicas en el estudio de la forma de cuerpo humano, apareciendo cuatro ESCUELAS BIOTIPOLOGICAS. Valorando la composición corporal desde ámbitos somáticos, psíquicos y somatopsíquicos. Estas escuelas son:

1. Escuela francesa
2. Escuela italiana
3. Escuela alemana
4. Escuela americana

Escuela Francesa

Se basa sobre todo en aspectos anatómicos. Esta escuela fue fundada en Lyon y tiene como figuras clave a Noel Halle, Claude Sigaud (1862-1921) y L. MacAuliffe (1876-1937). Si nos fijamos en la figura de Halle,

dicho autor describía al inicio del siglo XIX distintos subgrupos humanos, que denominaba temperamentos. Según sus teorías existían tres temperamentos fundamentales.

1. Vascular.
2. Muscular.
3. Nervioso.

Estos temperamentos básicos estaban relacionados por temperamentos parciales, que se determinaban por el predominio de determinadas zonas corporales: la cefálica, la torácica y la abdominal.

Esta escuela tuvo otra figura destacada a principios del siglo XX en Sigaud, este autor buscaba la relación entre esta corriente y el ambiente externo. Al realizar estas relaciones definía tres tipos humanos:

1. Atmosférico.
2. Alimenticio.
3. Ambiente Social.

MacAuliffe, quizás sea la figura más destacada de esta escuela, el cual amplía y desarrolla una concepción constitucional basada en los sistemas anatómicos, que se encuentran en relación continua con el ambiente externo:

1. Respiratorio.
2. Muscular.
3. Digestivo.
4. Cerebral.

Escuela Italiana

Esta escuela fundamenta su método en la antropometría ya que realizaba medidas de distintos parámetros corporales y los interpretaba mediante métodos estadísticos (16).

Fue fundada en Papua por A. Di Giovanni (1838-1916), quien se puede considerar como la primera persona en aplicar la antropometría en el año 1904. Este autor usaba la antropometría para evaluar objetivamente los errores en la constitución corporal individual. Su figura más representativa es Viola de Bologna (1870-1943). Este autor en 1933 clasificó a los humanos en tres grupos:

1. Longilíneos o longitipo.
2. Normolíneos o normotipo.
3. Brebilíneos o braquitipo.
- 4.

Para ello comparaba la estatura del individuo con la altura del tronco y las extremidades, así el sujeto longilíneo se caracterizaba por un mayor desarrollo de las extremidades, conllevando un predominio de la vida de relación con un buen desarrollo del sistema nervioso y muscular. Y el sujeto brebilíneo desarrolla el tronco en relación a los miembros, con una mayor vida vegetativa.

Su seguidor más importante fue Nicola Pende. Éste autor realizó algunas definiciones importantes como la de Biotipología y el biotipo. La biotipología representa la clasificación de los tipos humanos o biotipos y la concepción de biotipo "obedece ante todo a las leyes de herencia biológica y de evolución cronológica ascendente, que marcan la constitución somática-psíquica" (16).

Pero además recibe continuamente las influencias del medio, que actúan sobre las tendencias y disposiciones genéticas. Este autor defendía el biotipo como una característica individual de cada ser humano. Sería la resultante de componentes genéticos y ambientales. Pende clasificó a los individuos en:

1. Longilíneos asténicos.
2. Longilíneos esténicos.

3. Brebilíneos asténicos.
4. Brebilíneos esténicos.

Esta escuela fue la que más influyó en las enseñanzas biométricas que se realizaron en Brasil hasta los años 70.

Escuela Alemana

Creada a partir de las ideas de Ernst Kretschmer (1888-1964). Su enfoque constitucionalista es sólo desde el punto de vista de las correlaciones entre hábito corpóreo y carácter psíquico; empleando siempre un método empírico no estadístico. Y sólo en algunos casos empleaba la antropometría (16).

Este autor en la década de los años 30, consideraba que el biotipo se relacionaba sólo con hábitos y caracteres de la esfera psíquica. Estudiaba enfermos mentales y buscaba la correlación entre las patologías y la composición corporal. Rara vez se usaba la antropometría pues prefería un método de observación bastante empírico. Esta escuela clasifica a los humanos en:

1. Asténicos oleptosomaticos.
2. Atléticos.
3. Pícnicos.
4. Displásicos (Considerados patológicos).

Escuela Americana

Fundada por Sheldon (1899-1977), también psiquiatra como su colega Kretschmer, por quien fue claramente influenciado. Sheldon se formó en Estados Unidos estudiando medicina y psiquiatría entre los años 20 y 30.

A diferencia de Kretschmer intentó usar métodos menos empíricos, para ello fue pionero en el uso de nuevas tecnologías y empezó a usar la fotografía, valorando a los individuos por medio de tres fotografías en tres planos diferentes (esta técnica fue denominada somatoscopia). De esas fotografías tomaba diecisiete medidas, sobre los negativos de las fotos. Con esta técnica realizó un estudio fotográfico de cuatro mil estudiantes.

También creó una técnica de clasificación de los individuos a partir de la expresión numérica de tres cifras, que representaban sus componentes de grasa, músculo y linealidad. Denominando a este método como "FOTOSCÓPICO DE SHELDON". Sheldon es también el padre del concepto de somatotipo, para describir la cuantificación de los tres componentes que determinan la estructura morfológica y aclara que esa estructura se adquiere por herencia. Sheldon para realizar su clasificación biotípica, tomaba como referencia las capas embrionarias de donde se derivan los tejidos (16).

MÉTODO DE SHELDON

Clasificación de las tipologías humanas. Variaciones del método sheldon.

Los elementos que derivan de cada capa embrionaria son los siguientes:

Del endodermo derivan: El tubo digestivo, el aparato respiratorio, la vejiga urinaria, la uretra en su mayor parte, la próstata, la trompa auditiva y la cavidad timpánica.

Del mesodermo derivan: El esqueleto axial, el techo de la faringe, el sistema urogenital, el corazón, el pericardio y la musculatura tanto lisa como estriada, salvo el músculo del iris.

Del ectodermo derivan: El neuroectodermo (Sistema Nervioso Central), la piel y las faneras (17).

Las características principales de cada uno de estos factores son expresados por esta escuela de la siguiente manera:

Endomorfo: Es el primer componente. El término se origina del endoderma, que en el embrión origina el tubo digestivo y sus sistemas auxiliares (masa visceral). Indica predominio del sistema vegetativo y tendencia a la obesidad. Los endomorfos se caracterizan por un bajo peso específico, razón por la cual flotan fácilmente en el agua. Su masa es flácida y sus formas redondeadas.

Mesomorfo: Caracteriza el segundo componente. Se refiere al predominio en la economía orgánica de los tejidos que derivan de la capa mesodérmica embrionaria: huesos, músculos y tejido conjuntivo. Por presentar mayor masa músculoesquelética poseen un peso específico mayor que los endomorfos.

Ectomorfo: Se refiere al tercer componente. Presentando un predominio de formas lineales y frágiles, así como una mayor superficie en relación a la masa corporal. Los tejidos que predominan son los derivados de la capa ectodérmica. Corresponde a los tipos longuilíneos y asténicos de las otras escuelas descritas anteriormente y poseen un alto índice ponderal (relación entre estatura y raíz cúbica del peso) (17).

Las medidas necesarias para el cálculo son las siguientes:

1. Estatura.
2. Peso.
3. Circunferencia del brazo contraído.
4. Circunferencia de la pierna.
5. Diámetro óseo bi-epicondiliano.
6. Diámetro óseo bi-condiliano.
7. Pliegue subescapular.
8. Pliegue tricipital.
9. Pliegue supraespinal.
10. Pliegue de la pierna.

Las cifras de cada componente tenían valores entre 1 y 7 y la suma de los tres estaba entre 9 y 12. Ejemplo: (ENDOMORFIA 3 – MESOMORFIA 5 – ECTOMORFIA 2) → Suma = 10.

Sheldon utilizó el triángulo de Franz Reuleaux (1829-1905) para representar gráficamente el Somatotipo (Ver Figura 1).

Hooton no limitó la suma a un valor entre 9 y 12, y Cureton coloca el componente ectomorfo a la izquierda y en endomorfo a la derecha, al contrario de cómo lo hacían el resto de los autores y de cómo se hace en la actualidad.

Parnell elabora una carta de derivación M4 para adultos y otra para niños (17).

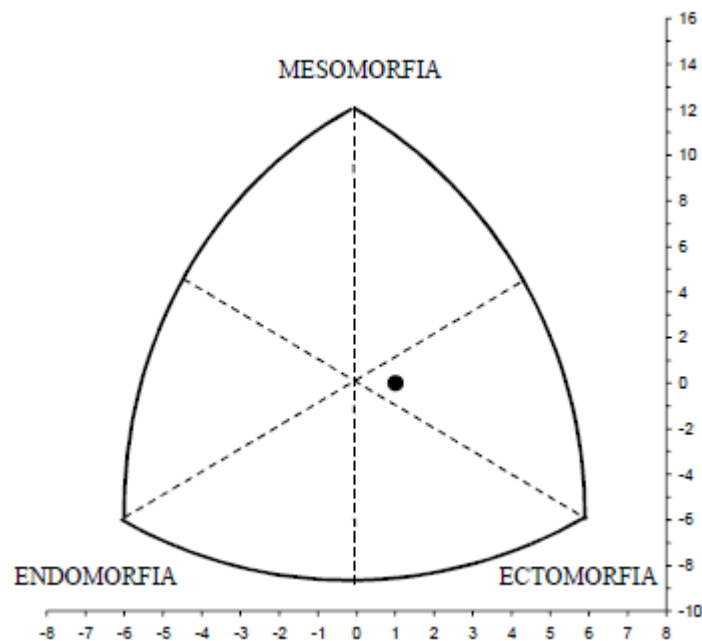


Figura 1: Triángulo de Franz Reuleaux, con una representación de un somatotipo (1,0) y la situación habitual de la endomorfia, mesomorfia y ectomorfia.

MÉTODO DE HOOLTON

No limita la suma de los tres componentes en el rango de 9 a 12. Realiza sus estudios principalmente en jóvenes de la marina de los EEUU.

MÉTODO DE CURETON

Analiza principalmente a jóvenes estudiantes y a atletas. Es el único autor que coloca en el triángulo de Reuleaux: en el lado izquierdo ectomorfia y endomorfia en el lado derecho.

MÉTODO DE PARNELL

Parnell se formó en Oxford y Londres. Parnell elaboró lo que el denominó "la carta de derivación M4" (M4 derivación chart). También elaboró otra carta M4, basada en medidas antropométricas para niños de 7 a 11 años. Parnell además observó que las técnicas utilizadas por él, son complicadas y difícilmente aplicables a gran escala (17).

EL SOMATOTIPO DE HEATH-CARTER.

El formato de somatotipo que se conoce más en la actualidad fue una modificación que Barbara Heath (1948-1953) hizo del método fotoscópico de Sheldon. En 1964, con J.E.L. Carter, crea el método Heath-Carter (Carter y Heath, 1990).

Este método es el más utilizado desde entonces, y se puede encontrar de manera muy sencilla datos de referencia en los distintos deportes en muchos libros y revistas. Como ejemplo están los numerosos estudios en distintos Juegos Olímpicos (18).

El somatotipo es, en realidad, una "descripción numérica de la configuración morfológica de un individuo en el momento de ser estudiado". Carter, de manera contraria a lo que Sheldon pensaba, sí entendía que la

tipología del individuo podía estar influida por factores exógenos como la edad y el sexo, el crecimiento, la actividad física, la alimentación, factores ambientales, el medio socio-cultural (y la raza) (18).

Metodología del cálculo del somatotipo.

♦ ENDOMORFIA: Para ello, necesitamos el PI. Tríceps, el PI. Subescapular, el PI. Suprailiaco en mm. El resultado, es, de nuevo un número entre 1 y 14.

Una vez obtenidas las medidas se introducen en la fórmula:

$$\text{ENDOMORFIA} = 0,7182 + 0,1451 x - 0,00068 x^2 + 0,0000014 x^3$$

, donde, $x = \Sigma$ (pliegue del tríceps, subescapular y suprailiaco en mm)

En la práctica, se suele utilizar el valor de “x” corregido para la estatura con la siguiente fórmula:

$$\text{X CORREGIDO} = X * \frac{170,18}{\text{Estatura}}$$

♦ MESOMORFIA: Para el cálculo de la mesomorfia, se precisa tomar el D. Biepicondileo del húmero (cm), el D. Bicondíleo del fémur (cm), el P. Brazo contraído (cm), el P. Pierna (cm), la Estatura (cm), el PI. Tríceps (cm), el PI. Pierna (cm). El resultado es un número del 1 al 14 y se obtiene de la fórmula

$$\text{MESOMORFIA} = 0,858U + 0,601 F + 0,188B + 0,161P - 0,131H + 4,5$$

, donde:

- U = Diámetro biepicondileo de Húmero (cm)
- F = Diámetro bicondíleo del Fémur (cm)
- B = Perímetro corregido del brazo (cm) = P. Brazo – Pliegue Tríceps (cm)
- P = Perímetro corregido de la pierna (cm) = P. Pierna – Pliegue Pierna (cm)

- H = Estatura (cm)

♦ ECTOMORFIA: Únicamente se precisa la talla y el peso. Su valor es un número comprendido entre 0,5 y 9. Para el cálculo de la ectomorfia se debe calcular el índice ponderal con la siguiente fórmula:

$$\text{INDICE PONDERAL} = \frac{\text{Estatura}}{\sqrt[3]{\text{Peso}}}$$

, donde la estatura expresa en centímetros y el peso en kilos.

En función del resultado del índice ponderal se establece la ectomorfia con los siguientes criterios:

Si I.P > 40,75	ECTOMORFIA = (IP * 0,732) - 28,58
Si I.P < 40,75 y > 38,28	ECTOMORFIA = (IP * 0,463) - 17,63
Si I.P < ó = 38,28	ECTOMORFIA = 0,1

Una vez establecidos los distintos componentes se deben de pasar a una somatocarta. Para ello, los tres componentes deben convertirse en sólo dos (x e y). De esta manera se pueden representar en un solo plano. Dicha conversión se realiza por medio de las siguientes fórmulas:

$$X = \text{ECTOMORFIA} - \text{ENDOMORFIA}$$

$$Y = (2 * \text{MESOMORFIA}) - (\text{ECTOMORFIA} + \text{ENDOMORFIA})$$

La peculiaridad de la somatocarta es que los ejes no son proporcionales. La unidad de eje vertical (Y) es mayor que la del eje horizontal (X). La relación entre ellos es “Y = X/√3” (18).

Se realizara la obtención de las coordenadas “X” e “Y” por medio de la suma vectorial de los tres componentes del somatotipo. De esta forma, se

comprenderá mejor la procedencia de las fórmulas para obtener las coordenadas “X” e “Y” del somatotipo, y el concepto de que las coordenadas resultantes sean el resultado de sumar independientemente las proyecciones sobre los ejes “X” e “Y” de los tres componentes del somatotipo.

Para realizar la suma vectorial de los componentes se debe trazar un vector que represente a cada uno de los componentes en su eje correspondiente y, posteriormente, realizar la suma vectorial (18).

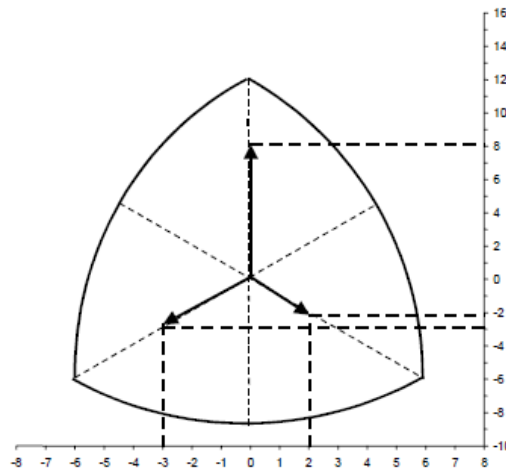


Figura 2.- Vectores de los tres componentes.

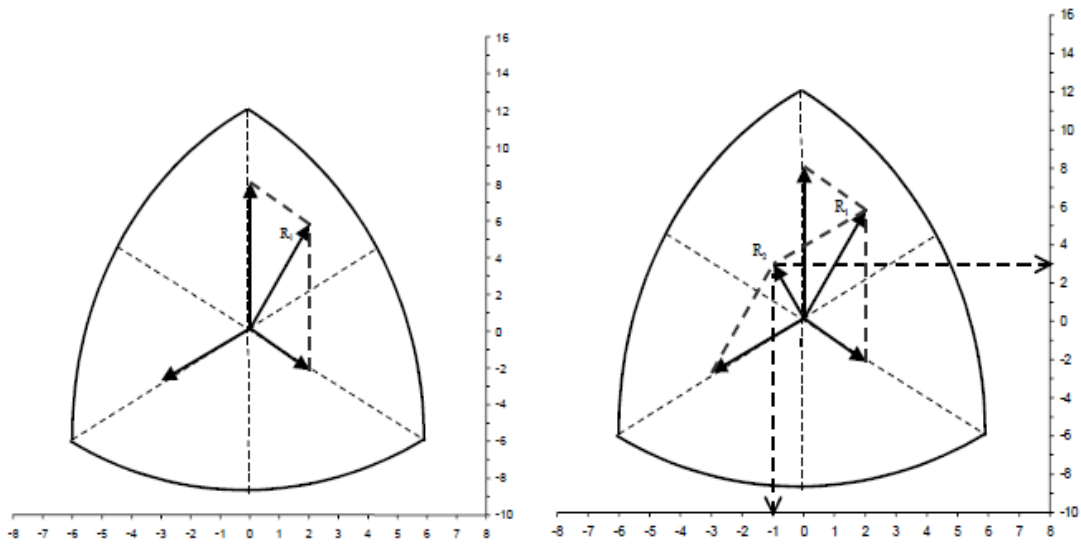
Ejemplo correspondiente a un somatotipo (3, 4, 2), que tiene como coordenadas (1, 3):

1º.- Se dibujan los vectores de cada uno de las componentes con el origen en el origen de coordenadas (0,0). Para ello, se proyecta el valor de cada componente sobre el eje “X” ó el eje “Y” (o ambos) (ejes dibujados con líneas discontinuas en la somatocarta (Ver Figura 2).

Hay que tener en cuenta que los ejes están “deformados” para representar una imagen tridimensional en sólo dos dimensiones. Por lo tanto, se deberá multiplicar por dos el valor real del componente “Mesomorfia” antes de representar el vector. En el ejemplo, la mesomorfia es “4” y se

representa como un vector con origen en (0,0) y extremo en (0,8). Los otros componentes no se multiplican por dos. En el ejemplo, la endomorfia, que tiene un valor de “3”, se representa como un vector de origen en (0,0) y extremo en (-3,-3), y la ectomorfia, con un valor de “2”, es un vector de origen también en (0,0) y de extremo (-2,2).

2º.- Siguiendo las reglas de suma de vectores por paralelogramos, se suman dos de los tres vectores. En el ejemplo, se han sumado la ectomorfia y la mesomorfia para obtener el vector resultante “R1” (Ver Figura 3).



Figuras 3 y 4.- Suma vectorial de las tres componentes.

3º.- Posteriormente, se suma el vector resultante con el componente que queda. En el ejemplo, se suman con la misma técnica del paralelogramo el vector “R1” con el vector que representa la endomorfia (18).

El resultado es el vector “R2” que, como se puede ver tiene origen en (0,0) y extremo en (1,3). El extremo corresponde exactamente con las coordenadas “X” e “Y” del somatotipo (3, 4, 2). (Ver Figura 4).

A partir de los valores de cada uno de los componentes del somatotipo, el sujeto se puede clasificar como (Ver figura 5):

- A) Mesomorfo balanceado. La mesomorfia es la dominante y la endomorfia y la ectomorfia son iguales, sin diferenciarse en más de 0,5.
- B) Endomorfo balanceado. La endomorfia es dominante y la mesomorfia y ectomorfia son iguales, sin diferenciarse en más de 0,5.
- C) Ectomorfo balanceados. La ectomorfia es dominante y la mesomorfia y endomorfia son iguales, sin diferenciarse en más de 0,5.
- D) Mesomorfo-Endomorfo. La endomorfia y la mesomorfia son iguales, o no se diferencian más de 0,5, y la ectomorfia es menor.
- E) Mesomorfo-Ectomorfo. La ectomorfia y la mesomorfia son iguales, o no se diferencian más de 0,5, y la endomorfia es menor.
- F) Endomorfo-Ectomorfo. La endomorfia y la ectomorfia son iguales, o no se diferencian más de 0,5, y la mesomorfia es menor.

Las otras seis posiciones (de la “G” a la “L”) se nombran con el prefijo del componente más cercano y, como sufijo, el nombre el componente más alejado (18).

- G) Endo-Mesomorfo.
- H) Meso-Endomorfo.
- I) Meso-Ectomorfo.
- J) Ecto-Mesomorfo.
- K) Ecto-Endomorfo
- L) .Endo-Ectomorfo.

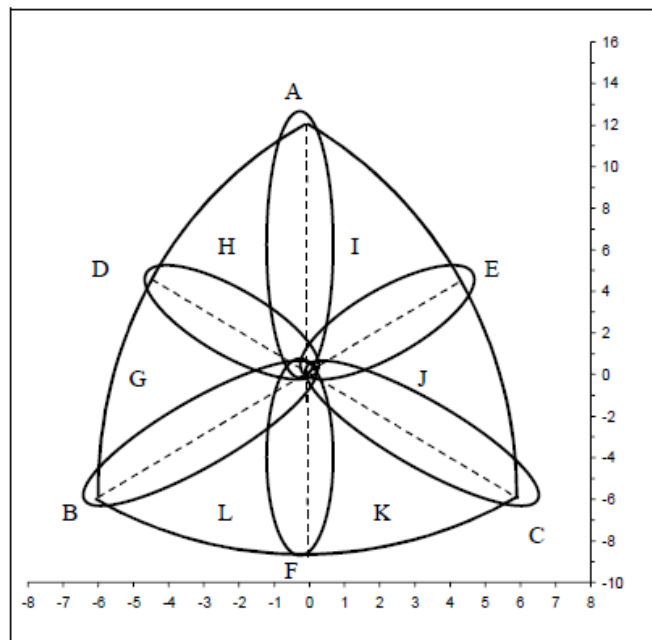


Figura 5: Clasificación del sujeto en función de la localización en la somatocarta.

Análisis individual del somatotipo.

El somatotipo de un individuo no sirve de nada si no se compara consigo mismo en distintas etapas de su vida, o con el de otro sujeto o grupo de sujetos que practiquen o no su deporte (18).

A) distancia de dispersión del somatotipo.

Se compara el Somatotipo Individual con un Somatotipo de referencia:

$$SDD = \sqrt{3(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2}$$

, donde X1 e Y1 son las coordenadas del somatotipo del sujeto estudiado y X2 e Y2 son las coordenadas del somatotipo de referencia.

La “ $\sqrt{3}$ ” corresponde a la relación entre las unidades “X” e “Y” en la somatocarta.

Hay que considerar que existen diferencias significativas entre ambos somatotipos si el valor de SDD \geq que 2.

Ejemplo en el que se compara un gimnasta (“AB”) con el somatotipo medio de la selección de Gimnasia Artística Masculina (GAM).

Somatotipo del sujeto “AB”. → ENDO = 1,4; MESO = 7,7; ECTO = 1,1

Somatotipo de la Selección de GAM → ENDO = 1,7; MESO = 6,1; ECTO = 2,0

1º. Se calculan las coordenadas X e Y.

$$X1 = 1,1 - 1,4 = - 0,3.$$

$$Y1 = 2 * 7,7 - (1,1 + 1,4) = 12,9$$

$$X2 = 2,0 - 1,7 = 0,3$$

$$Y2 = 2 * 6,1 - (2,0 + 1,7) = 8,5$$

2º. Se calcula el SDD.

$$\begin{aligned} SDD &= \sqrt{3(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2} \\ &= \sqrt{3((-0,3) - (0,3))^2 + ((12,9) - (8,5))^2} \\ &= \sqrt{4,4^2} = 4,4 \end{aligned}$$

Como el SDD es > 2 , se entenderá que existen diferencias significativas entre el sujeto "AB" y la media de la selección española de GAM.

3º. Aplicación de la estrategia de "de rose y güimaraes".

El que exista una diferencia no determina en que se diferencia realmente el sujeto del resto del grupo, ni tampoco, que tipo de actuación debemos tener con el sujeto para que su tipología se adapte a la de la media del grupo. Para ello se utiliza la estrategia de de Rose y Güimaraes (Figura 6) (18).

B) Distancia morfogenética del somatotipo ó somatotype attitudinal distance (SAD).

Este método de análisis toma por separado los componentes en lugar de las coordenadas "X" e "Y" de la somatocarta.

$$SAD = \sqrt{(I_A - I_B)^2 + (II_A - II_B)^2 + (III_A - III_B)^2}$$

, donde IA, IIA y IIIA son, respectivamente, la endomorfia, mesomorfía y ectomorfia del Sujeto estudiado; y IB, IIB y IIIB son, por su parte, la endomorfia, mesomorfía y ectomorfia del somatotipo de referencia (18).

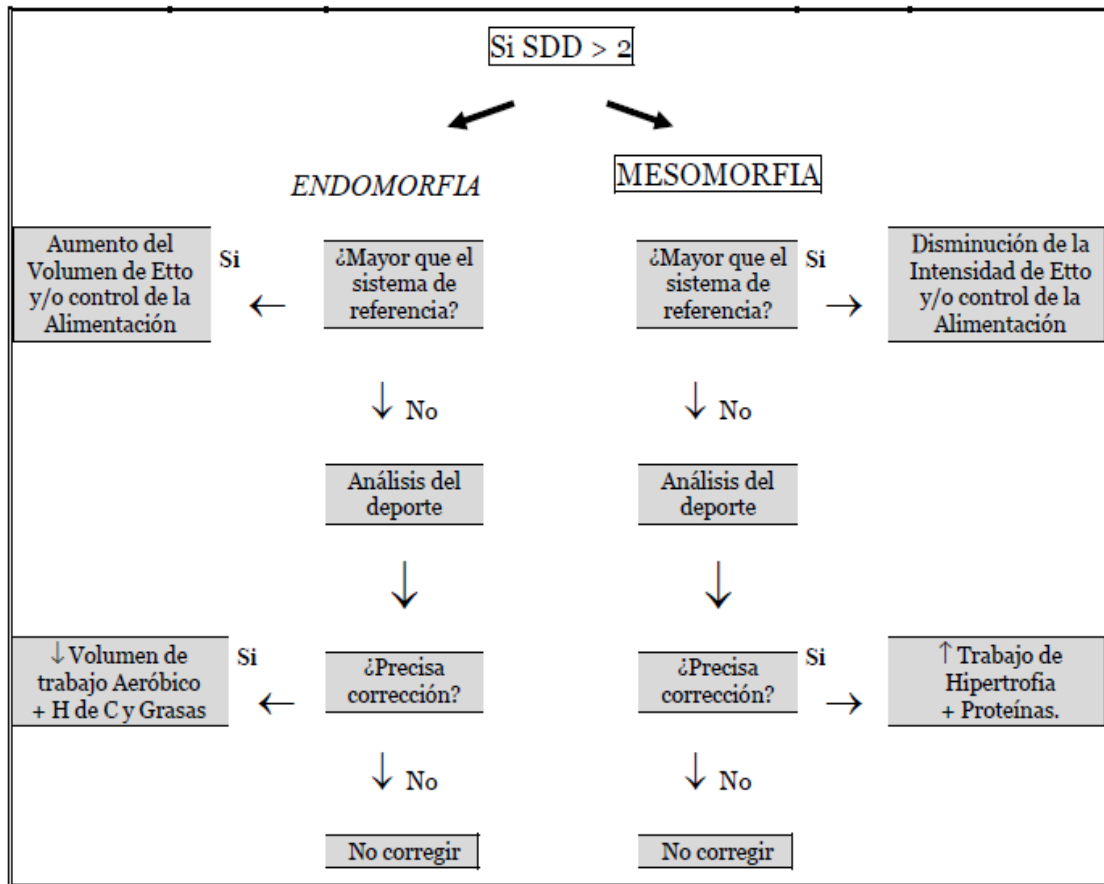


Figura 6: Estrategia de de Rose y Güimaraes

Ejemplo de “AB” comparado con el somatotipo de la Selección de GAM.

Somatotipo del sujeto “AB”. → ENDO = 1,4; MESO = 7,7; ECTO = 1,1

Somatotipo de la Selección de GAM → ENDO = 1,7; MESO = 6,1; ECTO = 2,0

$$\begin{aligned}
 SAD &= \sqrt{(I_A - I_B)^2 + (II_A - II_B)^2 + (III_A - III_B)^2} \\
 &= \sqrt{((1,4 - 1,7)^2 + (7,7 - 6,1)^2 + (1,1 - 2,0)^2)} \\
 &= \sqrt{0,09 + 2,56 + 0,81} = 1,86
 \end{aligned}$$

En este caso, el número sólo nos da idea de la magnitud de la diferencia, pero no existe un valor límite que indique que una diferencia es significativa (18).

1.2.3. APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS SOMATOTÍPICAS EN LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE.

El somatotipo se puede aplicar a diferentes áreas como son:

- La Salud: En dietas, efecto de ayudas ergogénicas, trastornos alimentarios.
- La Antropología.
- Las Ciencias de la Actividad Física con el fin de:
 - . Comparar a un deportista con su equipo o un patrón de referencia.
 - . Comparar un deportista con la población normal.
 - . Comparar un deportista con sí mismo en las distintas fases de la temporada.
 - . Comparar somatotipos de poblaciones deportivas diferentes.
 - . Detección de talentos.

A través del somatotipo se puede hacer un seguimiento del desarrollo. Tendremos en cuenta que:

- Los mayores cambios se producen entre los 6 y los 12 años.
- Los cambios se moderan en la adolescencia, aunque se siguen produciendo.
- Los cambios que se producen en la edad adulta suelen tener origen medio-ambiental.
- La Endomorfia aumenta con la edad.
- Los niños tienen una menor Endomorfia y una mayor Mesomorfia y Ectomorfia que las niñas.
- Existe un dimorfismo sexual.

- Los niños ectomorfos maduran más tardíamente.
- Los niños mesomorfos maduran antes.
- Las niñas endomorfas maduran antes (y las ectomorfas más tarde) (19).

1.2.4. CARACTERÍSTICAS DEL SOMATOTIPO DEL DEPORTISTA.

Respecto al somatotipo del deportista se puede generalizar que:

- La Mesomorfia en deportistas es mayor que la Mesomorfia en sedentarios.
- La Endomorfia en deportistas es menor que la Endomorfia en Sedentarios.
- A mayor nivel deportivo, mayor es la homogeneidad de los grupos.
- Existen somatotipos típicos para la práctica de cada deporte.
- El elevado rendimiento motor en niños está relacionado con una elevada Mesomorfia y una moderada Endomorfia.
- Los deportistas con un elevado volumen de trabajo aeróbico tienen un gran componente Ectomórfico.
- Los deportistas de deportes de contacto tienen un gran componente Mesomórfico.
- La homogeneidad del somatotipo es mayor en deportes individuales (excepto en tenis y ciclismo).
- Un incremento de la intensidad del entrenamiento se corresponde con un aumento de la Mesomorfia (19).

1.2.5. SOMATOTIPO Y LA EVALUACION DEL DEPORTISTA

Los estudios del somatotipo han tenido alrededor una gran aceptación en todo el mundo, debido a que su uso no es exclusivo de los antropólogos y preparadores físicos, sino también a que su aplicación es altamente interesante para médicos, nutricionistas, fisiólogos, artistas e incluso arquitectos. Ya que las deducciones de este método son aplicables a todos los ámbitos del saber, que se ocupan por la forma del cuerpo humano (14).

En el deporte el somatotipo permite conocer el estado físico de una población deportiva, comparar los deportistas de diferentes especialidades y sexos para un mismo deporte y señalar la tendencia del deporte adecuado para cada individuo, determinando el sentido de su desarrollo. La correlación entre las características físicas y el deporte practicado han definido perfiles físicos diferentes entre los practicantes de deportes diferentes. Las actividades deportivas establecen una estrecha relación entre la estructura física del atleta y las exigencias de la especialidad en la obtención del éxito competitivo. Los integrantes de un deporte tendrán menos variabilidad en sus somatotipos cuanto mayor sea su nivel competitivo. Otra de las grandes ventajas del somatotipo de Heath-Carter es la facilidad de uso en laboratorios médico-deportivos con recursos limitados, por ejemplo de ecuaciones derivadas de la planilla de evaluación del somatotipo, con lo que se reduce el tiempo necesario para el cálculo (14).

1.3. ANTECEDENTES. ESTUDIOS RELACIONADOS CON EL SOMATOTIPO Y EL FUTBOL AMERICANO

Los jugadores de fútbol americano, en general, tienen un perfil morfológico único. Esto es debido a la naturaleza del deporte, que se compone en gran parte de sesiones breves de muy intensos, poderosos movimientos corporales, a menudo contra las fuerzas de resistencia elevadas. Para que un jugador pueda tener éxito en el terreno de juego, debe ser capaz de someterse a estas sesiones muy exergónicas sin sucumbir al agotamiento de la energía y poderosas fuerzas que se oponen, lo que podría ocasionar lesiones o fatiga rápida. Los atletas de éxito en este deporte tienden a ser muy musculoso, un tipo de cuerpo que es propicio para el desarrollo de la fuerza explosiva. En efecto, los programas modernos de fuerza y acondicionamiento se han diseñado para facilitar el desarrollo de este tipo de cuerpo de los atletas en los programas de fútbol competitivos en todos los niveles (20).

La investigación en antropología física sobre deportistas en México es sumamente escasa y se ha limitado a dos áreas específicas: la que se refiere a estudios en niños y adolescentes con el fin de determinar modificaciones en el crecimiento, desarrollo y maduración, en relación con las cargas de trabajo a las que se les somete dentro de un programa de actividad física, y la que abarca grupos de alta competencia; amateur y profesional, ya que a estos se les puede cuantificar, analizar y valorar la respuesta física, resultado de una gran cantidad de estímulos ambientales, físicos y psicológicos, lo que permite ver en el cuerpo los efectos de la práctica de los diversos deportes.

En nuestro país el jugador de futbol americano no ha sido estudiado en ninguna de sus categorías y mucho menos en lo que toca a las particularidades morfológicas de cada posición, por lo que apenas se tiene un vago conocimiento antropométrico sobre las características corporales de

los que practican este tipo de actividad, pues la selección hecha hasta hoy la realizan los entrenadores de acuerdo con su experiencia, mediante un seguimiento de los deportistas desde categorías inferiores y tomando en consideración las facultades naturales, la habilidad, destreza, experiencia y constitución física para ubicarlos en determinada posición (21).

1.3.1. EVALUACION MORFOLOGICA DE LOS JUGADORES DE FUTBOL AMERICANO

En 1987 se inició un proyecto a solicitud del director del Departamento de Actividades Deportivas de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. La muestra inicial se compuso por 2 equipos; el primero en la categoría de liga intermedia y el segundo en la categoría de liga mayor. Ambas muestras fueron estudiadas por separado y, a su vez, divididas de acuerdo con las posiciones que ocupan en el campo.

Edad en años y meses	Edad de inicio	Años de practicar el futbol americano	Hrs de entrenamiento a la semana
24.03	15.05	8.06	12.03
2.08	3.08	3.07	2.46
Mínimo: 18.02	Mínimo: 8.01	Mínimo: 2	Mínimo: 10
Máximo: 30.06	Máximo: 22.04	Máximo: 16	Máximo: 18

Para la valoración de la composición corporal se utilizaron las medidas siguientes: peso, talla, perímetro del brazo, perímetro de la pantorrilla, pliegue tricaptal, pliegue subescapular, pliegue supriliaco, pliegue de la pantorrilla, diámetro epicondilar del humero y diámetro bicondilar del fémur. Con base en las medidas anteriores se calculó el área muscular y el área grasa del brazo y se emplearon las formulas reportadas por Gurney y Jelliffe. Esas mismas formulas fueron aplicadas para la obtención del área muscular y área

grasa de la pierna, así como las formulas del perímetro muscular del brazo; para la determinación de la masa muscular se utilizó la formula reportada por los mismos autores (21).

La densidad corporal se evaluó a través de las fórmulas de Pascale y el porcentaje de grasa fue obtenido por las formulas reportadas por Brozek y Henschel. Los resultados obtenidos de los dos equipos fueron comparados con parámetros de una serie de hombres adultos jóvenes de la ciudad de México, estudiada por Sandoval en 1985, se trata de un grupo perteneciente al estrato social medio alto. Cabe señalar que los valores de la composición corporal no están en el trabajo de Sandoval por lo que en este estudio se analizaron solo dentro de cada una de las ligas.

Dentro de los resultados del estudio se encontró que el perímetro torácico en ambas categorías presento el mismo comportamiento que las medidas con respecto a la serie de referencia, y se destacan dos posiciones, los centros y tacles ofensivos de liga mayor e intermedia por sus altas dimensiones, en tanto que los flanqueadores se comportan igual que la diferencia. La longitud de brazo como del antebrazo se ubicaron por debajo de los valores de referencia a excepción de los centros, tacles, guardias ofensivos y flanqueadores de liga mayor. La última medida que se analizó en este trabajo es la del tren inferior la cual en términos generales quedó por encima de los datos de referencia; la muestra de liga mayor, en particular los half back y full back fueron considerablemente menores lo que repercutió en la talla (21).

1.3.2. PERFILES MORFOLOGICOS EN JUGADORES DE FUTBOL AMERICANO DEL PRIMER AÑO EN LA NCAA DIVISION I

En 2008, en el Departamento de Kinesiología de Texas A & M University, College Station, se realizó un estudio sobre los Perfiles morfológicos en jugadores de futbol americano del primer año en la NCAA División I; donde se compilaron el perfil morfológico de 65 reclutas de primer año y de transferencia (edad = $18,4 \pm 1,2$ años) desde un National Collegiate Athletic Association (NCAA) programa de la División I de fútbol. Las variables medidas fueron altura (HT), la masa corporal (BM) y el porcentaje de grasa corporal (BF) (método hidrostático). Índice de masa corporal (IMC) se calculó utilizando HT y las variables de peso. Los individuos fueron agrupados por la posición del jugador para el análisis estadístico descriptivo. Los medios para todos los 65 jugadores fueron los siguientes: HT = 189 ± 7 cm, BM = $106,5 \pm 4,8$ kg, BF = $15 \pm 7\%$, y el IMC = $29,8 \pm 4,7$. Los datos de estos atletas universitarios se compararon con los datos recientemente publicados de los jugadores profesionales. En comparación, el promedio de HT, BM, BF, y el IMC de los atletas profesionales de fútbol fueron 188 ± 4 cm, $107 \pm 4,8$ kg, $14 \pm 5\%$, y $30,1 \pm 1,9$, respectivamente. Mientras que los IMC promedio de los atletas universitarios en este estudio se clasifican como sobrepeso u obesidad, los datos altos se encuentran dentro de un rango aceptable para el estado de salud. Estos datos proporcionan importantes indicadores de las características morfológicas y riesgos para la salud en los reclutas nuevos de fútbol en una universidad de División I. Los datos presentados también proporcionan una base histórica para: (a) evaluar tanto el acondicionamiento de los atletas de primer año entrantes, (b) determinar el desarrollo físico de los atletas a medida que progresan a través del programa de capacitación, y (c) trazar los cambios morfológicos que ocurrir en el fútbol colegial a través del tiempo que pueden contribuir a mayores riesgos de salud a los atletas (20).

1.4. EVALUACION MORFOFUNCIONAL DEL DEPORTISTA

1.4.1. ¿QUE MIDEN LAS PRUEBAS?

El interés principal del deporte de alto rendimiento, es el rendimiento final. Sin embargo, esta respuesta final depende de una serie de factores, cada uno de los cuales puede contribuir al rendimiento en un grado variable. Las pruebas facilitan la medición de factores específicos fundamentales que, se da por supuesto, son importantes en lo que a este rendimiento se refiere. Estos factores una vez medidos, pueden ser evaluados para desarrollar estrategias de entrenamiento apropiadas, que ayuden a superar cualquier tipo de desventaja.

La respuesta de la maquina humana puede ser definida en cantidades físicas como trabajo, potencia y fuerza. La respuesta que se mide depende fundamentalmente de los músculos que participan en la actividad. Sin embargo, ya que los músculos ejercen presión sobre las articulaciones y están implicados diferentes sistemas de palancas y ángulos de articulación, también hay que tener en cuenta los factores mecánicos. Si se quiere hacer extrapolaciones al potencial físico de un musculo o grupo muscular en concreto, hay que identificar y controlar los factores mecánicos (22).

1.4.2. MEDICION DE LA POTENCIA Y LA FUERZA MUSCULAR

La categoría de pruebas generalmente conocida como pruebas de fuerza se centra en la medición de la capacidad máxima de un musculo o grupo muscular para generar fuerza. Estas pruebas intentan medir una variedad de comportamientos musculares que va desde la capacidad para generar fuerza a altas velocidades a la capacidad para generar fuerza de forma isométrica pasando por la determinación de la potencia máxima. Es esencial reconocer que cada uno de estos comportamientos plantea unos

retos específicos a los procesos neurales o centrales y que, por lo tanto, el rendimiento observado en cada uno de ellos viene determinado por diferentes factores (23).

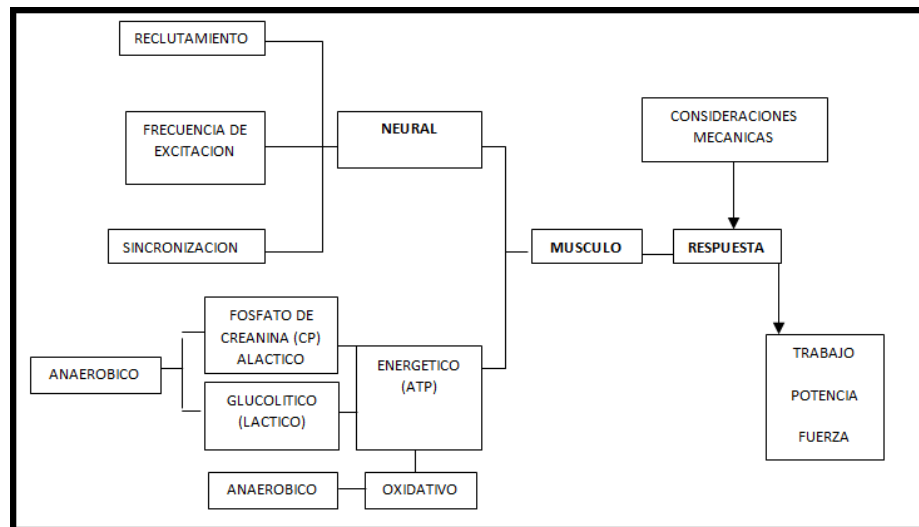
Por ejemplo, en el nivel periférico, la fuerza isométrica máxima que puede generar una persona está fuertemente influida por el área de la sección transversal del musculo, que a su vez, viene determinada por el número y tamaño de las fibras musculares. La generación de la fuerza isométrica máxima de un musculo debe tener lugar en unas condiciones de activación máxima en las que la excitación del musculo sea suficiente para garantizar una interacción de cruce máxima en todas las miofibrillas, fibras musculares y músculos.

Por otra parte, las pruebas que hacen hincapié en la generación de una velocidad máxima a niveles de énfasis en aumentar el numero de interacciones de actina y miosina, sino en el ritmo depende de la capacidad muscular tanto para traducir el impulso de excitación de alta frecuencia a través de los distintos procesos de excitación con un tiempo mínimo y para asociar y disociar la actina y la miosina a medida que van rotando repetidamente a través de los sucesivos ciclos de cruce. Uno de los principales determinantes de este tipo de comportamiento es el ritmo al que se puede hidrolizar ATP y liberar energía por consiguiente, la enzima implicada en la hidrólisis de ATP en el emplazamiento contráctil, miosina ATPasa, es un determinante primordial del rendimiento.

Desde el punto de vista de los músculos, el rendimiento en actividades que implican variación de los grados de velocidad y fuerza depende de la combinación del área de la sección transversal del musculo y del ritmo al que puedan tener lugar la hidrólisis del ATP y la liberación de energía. La importancia particular de cada uno de estos factores depende de la fuerza y la velocidad característica de la actividad. Por regla general, puesto que las

pruebas en estas aéreas suelen ser breves, las necesidades de ATP son mínimas y se les puede hacer frente con las reservas musculares locales.

Para que los músculos expresen su potencial de fuerza y potencia deben recibir una orden central apropiada. Una orden voluntaria emitida a través de los centros supra espinales debe aprovechar la contribución de todas las fibras por medio del reclutamiento, de la optimización de la frecuencia de excitación de cada una de las unidades motoras y de la sincronización de los patrones de excitación de las diferentes unidades motoras (23).



Puesto que los protocolos para las pruebas de esta área están aún por estandarizar por medio de la definición de las posiciones del cuerpo y la extremidad para que el rendimiento de un musculo o grupo muscular determinado pueda aislarse y de la definición del ángulo de medición y de la fuerza o velocidad, es necesario un programa neural nuevo (no aprendido). Esta afirmación tiene dos implicaciones importantes. En primer lugar, el patrón específico de coordinación neural debe ser aprendido debidamente o la tarea no reflejara las capacidades del musculo. En segundo lugar, los rigurosos procedimientos de estandarización que son necesarios para la medición objetiva en esta área garantizan la evaluación de un comportamiento muy específico de la función neuromuscular. Para que este tipo de pruebas sean aplicables al rendimiento deportivo, tendrán que reflejar

de la mejor forma posible el modo de empleo del musculo o grupos musculares (23).

1.4.3. EVALUACIÓN DE LA POTENCIA Y LA FUERZA

La aplicabilidad e importancia relativa de la fuerza y la potencia a la hora de practicar un deporte varían enormemente de unas actividades a otras. En deportes como el levantamiento de pesas y actividades como el lanzamiento, el salto y los sprints en pista, la fuerza y la potencia son factores dominantes (una vez se ha adquirido la técnica). En deportes que se basan en la destreza (por ejemplo, tiro con pistola) y en modalidades de resistencia (por ejemplo maratón, esquí de fondo, pruebas de natación de larga duración) la fuerza y la potencia no tienen tanta importancia.

A) *Fuerza* suele definirse como la máxima intensidad de torque desarrollada durante una contracción voluntaria máxima (CVM) en unas condiciones determinadas (por ejemplo, tipo de contracción y velocidad). Las unidades del SI (Sistema internacional de unidades) para fuerza y torque son representativamente, el newton (N) y el newton por metro (N*m).

B) *Potencia* (P) se define como el ritmo temporal (t) al que se realiza el trabajo mecánico (W); por lo tanto, $P=W/t$, o $W*t^{-1}$. La potencia también puede expresarse como el producto de fuerza (F) y velocidad (v); por consiguiente, $P=F*v$. La unidad de SI para energía es el vatio (W). Una potencia de 1.0 W se producirá cuando se haya llevado a cabo un trabajo a un ritmo de un julio por segundo ($J*s^{-1}$), lo que es igual a la fuerza de 1.0 N actuando a una velocidad de $1.0 m*s^{-1}$ (o a un torque de 1.0 N*m actuando a una velocidad de $1.0 rad*s^{-1}$) (24).

Importancia de la potencia y la fuerza en el rendimiento deportivo.

En la mayor parte de las actividades (por ejemplo, deportes de equipo, natación, remo), la fuerza y la potencia son importantes como la resistencia. En estas actividades, solo se puede determinar la importancia relativa de la fuerza y la resistencia por medio de la investigación; de hecho, uno de los objetivos de la evaluación de la fuerza y la resistencia puede ser la determinación de la importancia relativa del rendimiento en un deporte determinado. Por ejemplo en un grupo de nadadores de competición, se midió la potencia máxima en un banco de natación cuasi-isocinetico y después se puso en correlación con la velocidad de natación. Las correlaciones entre la potencia y la velocidad de natación resultaron ser de 0.90 (Fig. 1), 0.86, 0.85 y 0.76 en las distancias de 25, 100, 200 y 500 yardas respectivamente. Como cabría esperar, a medida que iba aumentando la distancia, la fuerza perdía importancia, y es de suponer que la resistencia iba siendo más relevante. No obstante, la fuerza resulto ser un factor importante en todas las distancias, y mas de la mitad de la variación de velocidad de natación ($r^2 \times 100$) quedo justificada por la variación de fuerza especifica. (24)

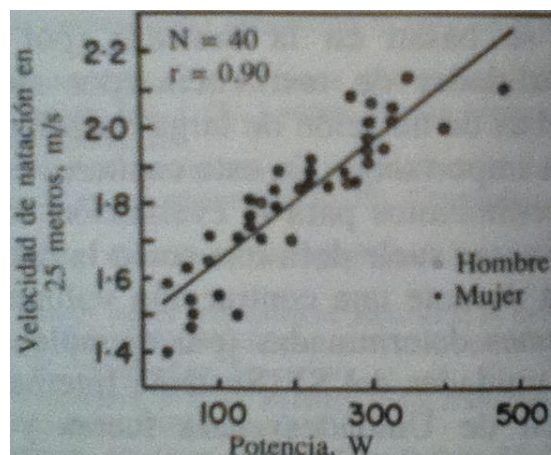


Fig 1. Correlación ($r = 0.90$) entre la velocidad de natación en 25 metros y la potencia máxima medida en un dinamómetro isocinetico deportivo. Basado en Sharp, Troup y Costill (1982).

Potencia y velocidad

Unos niveles altos de potencia y fuerza suelen ir asociados con una capacidad mayor para acelerar la propia masa corporal u objetos externos. Por ejemplo, hay una correlación entre la fuerza y la velocidad media que puede mantenerse en un sprint de natación de 25 metros (fig. 1). Por tanto, cabe esperar que el entrenamiento de fuerza aumente la velocidad alcanzada en condiciones similares (Fig. 2). El grado de correlación entre la fuerza y velocidad depende de cómo se mida la fuerza. Por ejemplo, cabría esperar que la velocidad de una pelota que acaba de ser chutada guardara una correlación más directa con la fuerza por medio del entrenamiento y los incrementos de velocidad dependen del grado de especificidad a la velocidad del entrenamiento. (Fig. 3) (25)

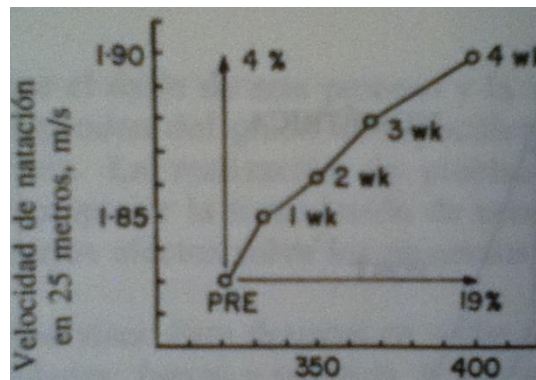


Fig. 2. Efecto de un entrenamiento físico de fuerza a corto plazo (4 semanas) sobre la velocidad de natación de 25 m. el entrenamiento se llevó acabo en un aparato específico al deporte. En aumento de potencia del 19% medido en el aparato de entrenamiento fue asociado con el aumento del 4% de la velocidad de natación. Basado en Sharp, Troup y Costill (1982)

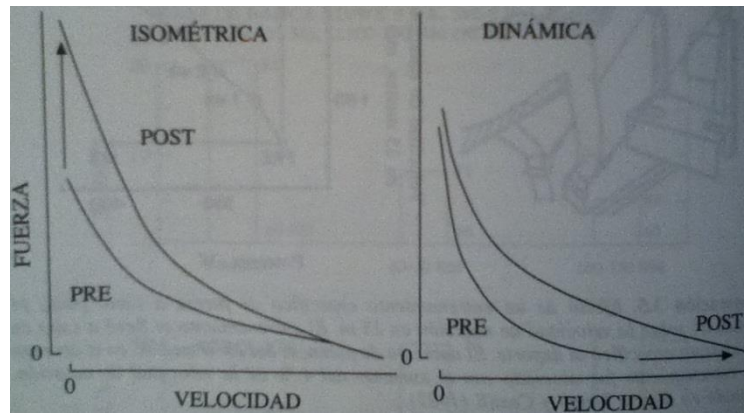


Fig. 3. Especificidad de la velocidad en el entrenamiento de fuerza. Izquierda: entrenamiento de fuerza del musculo aductor del pulgar con contracciones isométricas causo un aumento relativamente alto en la fuerza isométrica y en el rendimiento de fuerza a velocidad baja pero no logro incrementar la velocidad de reducción máxima o la fuerza a alta velocidad. Derecha: como contraste, el entrenamiento dinámico origino un incremento relativamente importante de la velocidad de reducción máxima y fuerza a alta velocidad pero solo consiguió unos aumentos mínimos de la fuerza a velocidad baja. Esta investigación tuvo la característica única de evocar las contracciones por medio de estímulos eléctricos; como consecuencia, las adaptaciones específicas que aparecen en la grafica representan adaptaciones en los músculos (basado en Duchateau y Hainaut 1984).

Objetivos de la evaluación de la potencia y fuerza

A continuación se tratan los cuatro objetivos de la evaluación de la fuerza y potencia. Quizá los objetivos más comunes sean el segundo y el tercero. Los objetivos de la evaluación es una situación concreta deben establecerse junto con los entrenadores y deportistas (26).

A) Establecer la aplicabilidad y la importancia relativa de la fuerza y la potencia en rendimiento. Hay unos pocos deportes para los que la relación de la potencia y la fuerza es más bien dudosa. Asimismo, hay muchos deportes para los que la relación de la potencia y la fuerza es evidente pero su importancia relativa no esta tan clara. En aquellos deportes para los que tanto la relación como la importancia relativa de la fuerza y la potencia de la fuerza y la potencia son evidentes, puede plantearse la duda de cuál es el mejor modo de diseñar un programa de entrenamiento. Es muy posible que

utilizando las pruebas adecuadas de fuerza y potencia se resuelvan todas estas dudas.

La relación e importancia relativa de la fuerza y la potencia en el rendimiento pueden establecerse correlacionando los resultados de las pruebas específicas de fuerza y potencia con el rendimiento en el deporte (Fig. 1). Este proceso se puede aplicar con mayor facilidad en deportes de fuerza y resistencia que impliquen una sola habilidad cerrada (por ejemplo, remo, natación, atletismo y piragüismo en aguas tranquilas). En deportes que implican varios patrones de habilidad abiertos (por ejemplo, rendimiento influido por tácticas, respuesta a las acciones del oponente, etc.) este proceso suele complicarse. Algunos ejemplos de estos deportes son tenis, voleibol y esquí (descenso). En estos deportes, el proceso puede simplificarse correlacionando pruebas de fuerza y potencia con habilidades aisladas y medibles (por ejemplo, la velocidad de un servicio de tenis o de un mate de voleibol) en vez de con el rendimiento global.

Si este proceso se lleva a cabo con éxito, el entrenador obtendrá unos datos que le permitirán establecer las prioridades a establecer en el entrenamiento de fuerza y potencia. Además puede obtenerse información muy útil para el diseño del programa de entrenamiento (por ejemplo, patrones de movimiento que puedan ser mejorados o velocidad de entrenamiento) (26).

Hay que hacer hincapié en que el éxito de este proceso y validez de las conclusiones obtenidas dependen del grado de especificidad de las pruebas de fuerza y potencia. La realización de pruebas poco específicas e irrelevantes puede proporcionar la formulación de conclusiones erróneas que podrán tener serios efectos sobre los progresos de los deportistas.

B) Desarrollar el perfil del deportista. Para destacar en algún deporte suelen ser necesarias varias cualidades: fuerza y potencia, potencia aeróbica y anaeróbica, flexibilidad, destreza y juicio. Dentro de un mismo deporte, los deportistas de elite tienen, en relación a estas cualidades, puntos fuertes y débiles. Una batería de pruebas apropiadas y específicas que midan estas cualidades llevada a cabo por un grupo de deportistas permite la elaboración de un perfil del deportista que el entrenador puede utilizar para modificar el programa global de un deportista de modo que se concentre en sus puntos débiles manteniendo y, si es posible, mejorando sus cualidades más desarrolladas (26).

C) Controlar el progreso del entrenamiento. El éxito de los programas de fuerza y potencia puede evaluarse a través de pruebas administradas antes y después de los periodos de entrenamiento. En base a los resultados de las pruebas se podrán hacer las alteraciones apropiadas del programa.

El control del progreso del entrenamiento suele ir integrado en el programa de entrenamiento. De este modo, en el entrenamiento con pesas (que sigue siendo el método más común de entrenamiento de fuerza), el progreso se puede controlar sin dificultad alguna registrando los aumentos en el peso utilizado en una serie determinada de repeticiones. Las pruebas complementarias de fuerza llevadas a cabo en el laboratorio pueden aportar datos adicionales muy útiles sobre el progreso del entrenamiento (por ejemplo, si la fuerza ha aumentado más a una velocidad o en un punto determinado de la amplitud de movimiento). Sin embargo, hay que reconocer que el control de progreso del entrenamiento más sensible y parcial se logra utilizando el mismo modo (equipo y patrones de movimiento) en el entrenamiento y en la evaluación. Por consiguiente, a menudo las pruebas de laboratorio no llegan a indicar un progreso tan importante como el que reflejan las pruebas integradas en el programa de entrenamiento. Este problema solo puede solventarse haciendo que los deportistas se entrenen

con el equipo de laboratorio, una solución que, en la mayoría de los casos, es muy poco práctica. El problema de que las pruebas de laboratorio no indiquen los progresos en el entrenamiento puede minimizarse haciendo que los modos de entrenamiento y evaluación sean tan específicos como se pueda al movimiento del deporte (27).

Una característica de mayor importancia para el entrenador y el deportista es el grado en que el programa de entrenamiento mejora el rendimiento. El nivel de transferencia al rendimiento varía según la importancia relativa y la aplicabilidad de la fuerza y la potencia al rendimiento y del grado de especificidad del entrenamiento. Mientras que un gimnasta que siga un entrenamiento de fuerza isométrica para mejorar su rendimiento en el ejercicio de cruz en las anillas podrá esperar una transferencia de uno a uno del entrenamiento al rendimiento, un nadador que esté llevando a cabo un programa de entrenamiento de fuerza específico solo podrá esperar un aumento del 1% en su rendimiento de sprint por cada 5% de aumento de fuerza medido en el aparato de entrenamiento (Fig. 2).

La cuantificación y evaluación de la transferencia del entrenamiento al rendimiento resultan bastante complicadas en deportes que requieren diversas cualidades, especialmente cuando el entrenamiento está dirigido a todas estas cualidades en conjunto. Es posible que poniendo en correlación los cambios en las cualidades con los cambios de rendimiento, los científicos deportivos lleguen a desglosar a que son debidos el deterioro o la mejora del rendimiento.

Es muy importante que los entrenadores y los atletas tengan presente que ante un programa de entrenamiento puede haber una amplia gama de respuestas. Por ejemplo, un grupo de siete deportistas (mujeres) siguieron un programa de entrenamiento de fuerza durante seis meses. La fuerza aumentó en una media del 35%, pero el intervalo fluctuaba entre un 15% y un

53%. Hay varios factores que podrían justificar este intervalo de aumento, como el estado inicial de entrenamiento, el talento para mejorar, el estado en general de salud y el esfuerzo llevado a cabo por las deportistas. Dar por supuesto que la motivación y la dedicación son los únicos factores que afectan al progreso en el entrenamiento no pasa de ser –a pesar de que a algunos entrenadores les sea más fácil pensarlo así- una simplificación. Por desgracia, suele resultar complicado desglosar las responsabilidades relativas de cada uno de los factores.

D) Controlar la rehabilitación de lesiones. Los deportistas pueden sufrir lesiones que requieran para su recuperación un periodo de relativa inactividad o incluso de inmovilización de un miembro. Si un deportista dispone de datos anteriores a la lesión sobre fuerza y potencia, podrán cuantificarse la disminución de fuerza debida a la lesión y el desarrollo de la rehabilitación (27).

1.4.4. METODOS PARA MEDIR LA POTENCIA Y LA FUERZA

Evaluación del ciclo de extensión y contracción

Algunos movimientos deportivos constan de una contracción excéntrica inmediatamente seguida de una contracción concéntrica del mismo grupo muscular (ciclo de elongación y contracción). Es aconsejable tener en cuenta esta condición a la hora de evaluar la fuerza y resistencia. El enfoque más común para este tipo de pruebas consiste en hacer que los deportistas salten de una plataforma de fuerza (por ejemplo AMTI biomechanics, Newton, MA) que pueda medir la fuerza, la potencia y el trabajo producidos durante el salto. También se pueden utilizar dinamómetros que tengan tanto el modo de prueba concéntrico como el excéntrico para evaluar el ciclo de elongación y contracción (28).

Ciclo de extensión y contracción

Muchos movimientos deportivos (por ejemplo, saltar y lanzar) consisten en una combinación determinada de tres tipos de contracciones llamada ciclo de extensión y contracción (SSC, del inglés stretch –shortening – cycle), como su nombre indica, consiste en una contracción excéntrica seguida de una contracción concéntrica del mismo grupo muscular. Entre las fases concéntrica y excéntrica hay una breve fase isométrica. El SSC es una característica del movimiento final en los deportes de lanzamiento y el contra movimiento, o inclinación hacia adelante, en el salto. El SSC ha sido estudiado principalmente en el salto. Se ha examinado el rendimiento de varios grupos de deportistas. Muchos deportistas prefieren el entrenamiento pliometrico y por lo tanto hay un profundo interés en las pruebas de fuerza y potencia que utilizan el SSC (28).

1.5. EVALUACION DE LA POTENCIA Y CAPACIDAD ANAEROBICAS

La regeneración del ATP muscular a través de mecanismos no oxidativos es una característica esencial de la maquina humana de trabajo, en especial bajo las circunstancias que prevalecen en el entrenamiento y rendimiento de los deportistas de élite.

Hasta hace muy poco, se conocían menos datos acerca del metabolismo de energía anaeróbica del musculo humano de ejercicio que acerca de la condición aeróbica tal y como tiene lugar durante el ejercicio constante. Con la aparición de la técnica de biopsia muscular percutánea, los procedimientos de congelación rápida y los ensayos para estudiar los sustratos y metabolitos musculares y la espectroscopia de resonancia magnética nuclear., se ha podido aprender mucho y se han sentado las bases para el proceso en esta área. A pesar de estos avances y a pesar del acuerdo de entrenadores e investigadores con respecto a que los esfuerzos de corta duración e intensidad máxima dependen de los mecanismos de producción de energía anaeróbica, sigue sin haber demasiada información acerca de la contribución del metabolismo anaeróbico al rendimiento deportivo. La evaluación rutinaria de los sistemas de producción de energía anaeróbica aun no es habitual en los laboratorios de ciencias del deporte y los científicos deportivos suelen disponer de una información relativamente escasa en esta área (29).

1.5.1. CONSIDERACIONES BÁSICAS APLICADAS AL RENDIMIENTO ANAERÓBICO

Al evaluar el rendimiento de los diferentes sistemas de producción de energía, es importante distinguir entre la capacidad y la potencia de un sistema. La cantidad total de energía disponible para realizar un trabajo en un sistema de energía determinado es la capacidad de este sistema. La

cantidad total de energía que puede ser generada durante el ejercicio máximo por unidad de tiempo se denomina potencia de este sistema.

Procesos metabólicos

Está demostrado que hay tres tipos diferentes de procesos metabólicos que intervienen en la regeneración del ATP, dependiendo de la intensidad y duración del ejercicio:

- El mecanismo inmediato de reaprovisionamiento de ATP (el sistema ATP-CP)
- La vía glucolítica no oxidativa de reaprovisionamiento de ATP (el sistema de glucógeno a lactato).
- Las vías oxidativas de reaprovisionamiento de ATP (sistema de glucógeno, glucosa y ácidos libres de grasa a $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$).

El sistema ATP-CP es esencialmente un sistema de alta potencia y capacidad baja que solo se puede suministrar ATP durante unos segundos al principio del ejercicio de alta intensidad. El sistema de glucógeno a lactato toma parte principalmente en el reaprovisionamiento de ATP durante el ejercicio máximo que dura entre unos segundos y 2 minutos. El sistema oxidativo es un sistema de baja potencia y alta capacidad que se encarga de hacer frente a la necesidad de energía durante el ejercicio prolongado. En este contexto, el reaprovisionamiento de ATP a partir del sistema ATP-CP y del sistema de glucógeno a lactato tiene lugar sin participación de oxígeno y, por tanto, se define como producción anaeróbica de energía. Además, la regeneración de ATP por medio del sistema ATP-CP a través de las vías de la creatin-cinasa y la adenilato-cinasa no resulta en la formación de lactato y suele denominarse aláctica. Por otra parte, la fosforilación del difosfato de adenosina (ADP) por medio de las vías de glucogenólisis y glucólisis tiene como resultado la producción de lactato y se conoce como láctica (30).

Capacidad de rendimiento anaeróbico a corto plazo

Este componente se define como la respuesta total de trabajo durante el ejercicio máximo que dura unos 10s. Puede considerarse como una medida de rendimiento anaeróbico alactico que se apoya principalmente en la concentración de ATP en el musculo, es sistema ATP-CP y la glucolisis anaeróbica. La respuesta de rendimiento más alta por segundo durante esta prueba debería ser equivalente a la máxima potencia instantánea.

Capacidad de rendimiento anaeróbico a medio plazo

Este componente se define como la respuesta total de trabajo durante el ejercicio máximo que dura unos 30s. En términos de intensidad y duración puede considerarse como equivalente a la, así llamada, prueba Wingate. En estas condiciones, el rendimiento es principalmente anaeróbico con un componente láctico importante (cerca del 70%) y unos componentes alacticos (cerca de un 15%) significativos. El ritmo de trabajo al final de una prueba de rendimiento de este tipo (por ejemplo, durante los últimos 5s.) puede considerarse como un cálculo de la respuesta de potencia anaeróbica láctica. Sin embargo una prueba máxima de 30s no pone a prueba hasta el máximo la capacidad anaeróbica láctica (31).

Capacidad de rendimiento anaeróbico a largo plazo

Este componente se define como la respuesta total de trabajo durante el ejercicio máximo que dura 90s. En estas condiciones, el rendimiento se basa a partes más o menos iguales en los sistemas de suministro de energía aeróbico y anaeróbico y, por lo tanto, representa el límite superior de duración que puede utilizarse para evaluar la capacidad de rendimiento de los deportistas. Sin embargo, las ventajas de que una prueba de esta duración son importantes porque permiten calcular la capacidad total de

rendimiento de los sistemas anaeróbicos en condiciones máximas y cuantificar las disminuciones de rendimiento de un segmento de la prueba a otro (por ejemplo entre los treinta primeros y los treinta últimos segundos) para evaluar de forma indirecta las contribuciones y los fallos relativos de cada sistema de energía a medida que el trabajo progresa hasta los 90s (31).

1.5.2. PRUEBAS DE POTENCIA Y CAPACIDAD ANAEROBICAS

Evidentemente, las mediciones llevadas a cabo en el laboratorio de potencia y capacidad anaeróbicas son importantes para los deportistas cuyos deportes requieren una aportación significativa de la vía láctica, de la vía aláctica o de ambas. Por consiguiente, son importantes para los deportistas que practican la mayor parte de los deportes de equipo y para los deportistas que necesitan respuesta de potencia máxima en un periodo que dura entre unos pocos segundos y 6 minutos. El rendimiento en los deportes de menor o mayor duración está influido principalmente por factores ajenos al potencial de energía anaeróbica.

Las pruebas de laboratorio de potencia y capacidad anaeróbicas máximas tienen una importancia decisiva para los deportistas cuando simulan el modo real de ejercicio e implican los grupos musculares utilizados en el deporte. Esto implica que para algunos deportes hay que modificar los equipos de ergometría que están en el mercado y para otros hace falta construir equipos específicos. También hay otro tipo de deportes para el que la evaluación de potencia y capacidad anaeróbicas puede llevarse a cabo de forma óptima sobre el terreno de juego.

Pruebas anaeróbicas a corto plazo

Suelen durar un máximo de 10 segundos y están diseñadas para evaluar principalmente la capacidad anaeróbica aláctica de los músculos implicados.

Algunas veces también computa a partir de estas pruebas la respuesta de potencia máxima en 1 segundo. La proporción de la respuesta de trabajo total durante la prueba o la respuesta de trabajo media a la respuesta de trabajo máxima en un segundo pueden resultar útiles para evaluar la capacidad de mantener la potencia durante un periodo corto (32).

Pruebas anaeróbicas a mediano plazo

Las pruebas anaeróbicas a mediano plazo suelen estar implicados en durar entre 20 y 50 segundos y están diseñadas principalmente para evaluar la potencia anaeróbica láctica y la capacidad de los músculos. A partir de este tipo de pruebas de rendimiento, se puede computar la respuesta total de trabajo, la respuesta de potencia máxima (en los primeros segundos de la prueba), la respuesta media de potencia y la respuesta de potencia en el momento de agotamiento o durante los últimos segundos de la prueba. También pueden derivarse varios índices de rendimiento, capacidad para mantener la potencia y el agotamiento. La aportación máxima de la glucólisis a las necesidades de ATP tiene lugar entre los segundos vigésimo y trigésimo quinto del ejercicio máximo (33).

Pruebas anaeróbicas a largo plazo

Las pruebas anaeróbicas a largo plazo pueden definirse como pruebas que duran entre 60 y 120s. Por regla general han sido desarrolladas para evaluar la capacidad anaeróbica total y la capacidad para mantener una respuesta de potencia alta cuando hay un componente de energía anaeróbica importante. No hay que olvidar que el componente aeróbico va ganando importancia con el paso del tiempo hasta el punto de suministrar más del 60% de la energía en una prueba que dura alrededor de 2 min (34).

1.5.3. TEST DE BOSCO

En la actualidad, en la mayoría de los deportes, la potencia es una de las características más importantes para tener éxito. Para entrenar óptimamente la potencia es necesario evaluar correctamente la fuerza explosiva. La potencia anaeróbica como valor de referencia para la planificación del entrenamiento de la misma, también es importante. Gracias a este test que se basa en el método inventado por el italiano Carmelo Bosco llamado "Test de Bosco" se cuenta con una herramienta más para valorar las características individuales y la selección de la cualidad específica de cada atleta o persona. Este test consiste principalmente en seis saltos (35).

1. Squat Jump
2. Countermovement Jump
3. Squat Jump con carga
4. Abalakov
5. Drop Jump
6. Saltos durante 15 segundos

Los saltos deportivos según Bühle se pueden clasificar en cinco grandes grupos:

1. Saltos desde cuclillas (p.e. salto de trampolín en esquí).
2. Salto con impulso previo (p.e. salto en el bloqueo de voleibol).
3. Salto con impacto previo después de una rápida carrera de impulso (p.e. los saltos de atletismo).
4. Salto con impacto previo después de una carrera de impulso y con ayuda dinámica en el despegue (p.e. saltos en los ejercicios de suelo de gimnasia).
5. Saltos con impulso previo y con ayuda mecánica muy grande en el despegue (p.e. salto de trampolín en natación).

Siguiendo a Baumann en un análisis de las condiciones en las que pueden realizarse los saltos deportivos. Estas son:

1. La energía cinética del cuerpo al inicio del salto debe ser grande (con impulso previo) o prácticamente nula (desde parado).
2. El salto puede realizarse con una o dos piernas.
3. Alguna articulación de la cadena cinética puede no tenerse en cuenta por estar fijada (por ejemplo: la articulación del tobillo en el salto de trampolín o en el esquí).
4. El almacenamiento momentáneo de energía en la superficie de apoyo durante la impulsión, puede ser muy diferente: pequeño en suelo dura, grande en trampolín de gimnasia, cama elástica y trampolín de saltos en natación.
5. La creación de rotaciones puede ser necesaria (p.e.: salto de altura) o no serlo (p.e. salto de bloqueo en voleibol).
6. La dirección de salto es diferente según los ejes del espacio y tiene distintos ángulos de salida (por ejemplo y aproximadamente. 50° en el salto de altura 20° en el salto de longitud 90° en un bloqueo de voleibol. Etc. (35).

Estas condiciones tan diferentes obligan en cada deporte a distintas necesidades en la técnica de ejecución del salto y en los requisitos de la condición física, especialmente en lo referente a la capacidad de fuerza, pero todos los saltos competitivos presentan las siguientes características comunes:

1. Las piernas son el principal sistema propulsivo.
2. La velocidad de despegue debe ser máxima (así la altura/distancia de salto también será máxima).
3. El camino y el tiempo de impulsión están limitados (debido al impulso que lleva el deportista o con el objeto de anticiparse a un adversario).

Estas tres características implican una máxima transferencia del trabajo mecánico de impulsión al sistema que forma el deportista y debido al limitado tiempo de realización es necesaria la máxima eficacia muscular. Por tanto aparecen aquí dos componentes:

1. La fuerza: característica fundamental de la contracción muscular.
2. La técnica: de ejecución.

Estos tipos de salto pueden valorarse usando los ejercicios de salto propuestos por Bosco en su test para la valoración de las manifestaciones de la fuerza. De tal manera que el salto de cuclillas se podría asimilar al squat jump y a la manifestación de la fuerza explosiva. El salto con impulso previo se podría asimilar al conuntermouvement jump y al Abalakov respondiendo a la fuerza elástica explosiva y el salto con impacto previo al drop jump y a la manifestación Reflejo-elástico-explosiva (35).

Descripción del test

El objetivo del sistema de medición con el que se realiza el Test de Bosco es calcular la altura de los saltos que efectúan las personas evaluadas así como su potencia, proporciona estos datos que son esenciales para llevar a cabo el "Test de Bosco". Para llevar a cabo este sistema se necesita una plataforma en donde se efectúen los saltos y se contará con un dispositivo que envíe la señales necesarias por el puerto de la computadora. Al obtener estas señales el programa calcula los distintos datos que se desean conocer que son:

1. La altura promedio.
2. El número de saltos.
3. La mayor y la menor altura.
4. La potencia desarrollada.
5. Tiempo de reacción.
6. Trabajo mecánico.
7. Velocidad de salto.
8. Potencia anaeróbica relativa.

Es importante que el sistema manipule una base de datos. También es importante que el sistema tenga la posibilidad de imprimir los resultados, así como mostrar gráficamente los saltos que se ejecutan. La utilización del

tiempo para el cálculo directo de la elevación del centro de gravedad tiene gran influencia en la idea de construir un aparato que permita registrar el tiempo de vuelo durante la ejecución de un salto, sin utilizar las sofisticadas y costosas plataformas de fuerza. La solución se encuentra al usar una alfombra conductiva (o capacitiva) que se conecta a un sistema de cronometraje electrónico, microprocesador, ordenador, cronómetro, etc., que se acciona automáticamente por el mismo sujeto que salta, en el momento del despegue abre el circuito y al momento en que el pie toca el terreno en aterrizaje, cierra el circuito. En los primeros intentos de diseño solamente se midió el tiempo de vuelo; sucesivamente, al irse desarrollando la electrónica, los microprocesadores calculan automáticamente la altura (h) del salto y en las pruebas de potencia, el tiempo de trabajo, tiempo de contacto con el terreno, y la potencia mecánica desarrollada, que se expresa en Watt/Kg. Emplean modelos matemáticos y procedimientos biomecánicos para calcular el tiempo total de contacto, el de trabajo positivo, así como el de trabajo negativo o excéntrico se usa la fórmula de Asmussen y Bond-Petersen (1974) (35).

Tipos de salto

A) El "Squat Jump" (salto de talón)

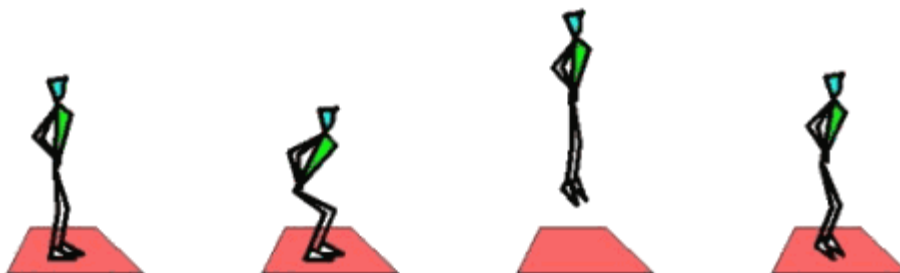
Se trata de efectuar un "detente" partiendo de una posición semiflexionada (flexión de rodillas a 40°) sin movimiento hacia abajo. El movimiento debe efectuarse con las manos sobre las caderas y el tronco recto. El Squat jump (SJ) consiste en la realización de un salto vertical máximo partiendo de la posición de flexión de piernas de 40°, sin ningún tipo de rebote o contra movimiento. Los miembros superiores tampoco intervienen en el salto puesto que las manos deben permanecer en la cadera desde la posición inicial hasta la finalización de salto. El sujeto en la fase de vuelo debe mantener el cuerpo erguido, las piernas extendidas y pies en

flexión plantar efectuando la caída en el mismo lugar de inicio, con los brazos fijados en la cadera (36).



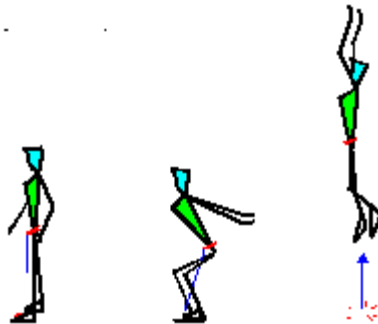
B) El Countermovement jump o contra movimiento

La única diferencia con el "squat jump" reside en el hecho que el atleta empieza en posición de pie y ejecuta una flexión de piernas (las piernas deben llegar a doblarse 90° en la articulación de la rodilla). Inmediatamente seguida de la extensión. Entonces lo que se ha provocado es un estiramiento muscular que se traduce por una fase excéntrica. En el Counter Movement Jump (CMJ), el sujeto parte de la posición de pie, con las manos sujetas a las caderas, donde permanecen desde la posición inicial hasta el final el salto. Se trata de realizar un movimiento rápido de flexo-extensión de las rodillas, formando durante la bajada un ángulo de 90° con las rodillas, e inmediatamente realizar un salto vertical máximo. Se ha de observar el salto con los mismos criterios de validación que el SJ (36).



C) Squat Jump con carga

Se trata de efectuar un "detente" partiendo de una posición semiflexionada (flexión de rodillas a 40°) sin movimiento hacia abajo. El movimiento debe efectuarse con las manos soportando una carga apoyada en el cuello y el tronco recto. En función de la carga utilizada y el peso del individuo tendremos diferentes saltos. Con cargas progresivas: Salto con diferentes sobrecargas. Capacidad de reclutamiento de fibras. Determinantes de la manifestación "Máxima Dinámica". El ejercicio utilizado consiste en una flexión máxima de las piernas, seguida de una extensión-enderozamiento (sentadilla completa o squat máximo) efectuada con la máxima carga posible que pueda desplazarse una sola vez y sin limitación del tiempo. Este es el único ejercicio de lo que se proponen para el control de las manifestaciones que no tiene las características dinámicas de un salto. Las manifestaciones de la "Máxima dinámica de la fuerza representa la fuerza de base, esto que supone poner en juego la propiedad fundamental y diferenciadora del músculo y en la que están especializadas las fibras musculares: la contracción (36).



D) Abalakov

Proviene del Antiguo test de Abalakov que se realizaba de la siguiente manera: El ejecutante de pie frente a una pared; brazos al costado del cuerpo, planta de los pies totalmente apoyadas en el piso, la punta de los pies deben tocar la pared, la punta de los dedos de la mano impregnados con tiza o humedecidas con agua. Evaluador de pie sobre una silla ubicada al lado del ejecutante. El ejecutante extiende ambos brazos hacia arriba y marca en la pared con la punta de los dedos mayores. Luego manteniendo los dos brazos en alto se separa aproximadamente 30 cm. de la pared ubicándose de perfil a la misma; toma impulso por medio de una semiflexión de piernas, pudiendo bajar brazos salta buscando la máxima altura y con el dedo medio de la mano más próxima a la pared toca la misma lo más alto posible. Tres tentativas y se registra la mejor. En la actualidad el test de Abalakov se realiza sobre la plataforma de salto permitiendo al deportista el uso de los brazos de tal manera que toma impulso por medio de una semiflexión de piernas (las piernas deben llegar a doblarse 90° en la articulación de la rodilla), seguida de la extensión .Pudiendo ayudarse de los brazos durante la realización del salto. Durante la acción de flexión el tronco debe permanecer lo más recto posible con el fin de evitar cualquier influencia del mismo en el resultado de la prestación de los movimiento inferiores. En ejercicio propuesto por algunos autores como Vitotti para valorar la manifestación "reflejo- elástico-explosiva es el ABALAKOV que es prácticamente igual al CMJ pero con ayuda de brazos. Es decir, los brazos extendidos por detrás del tronco se llevan adelante- arriba en una oscilación vigorosa, coordinada y sincronizada con la semiflexión-extensión de las piernas. Según los factores que determinan la fuerza manifestada en este ejercicio son presumiblemente: el componente contráctil, las capacidades de reclutamiento y sincronización, el componente elástico y el reflejo. Pero teniendo en cuenta que la ejecución de este ejercicio dura ente 500 y 600 ms y que aproximadamente el 50% de este tiempo es amortiguación

(fundamentalmente excéntrico) resulta que el reflejo de estiramiento se libera en dicha fase y no en la de aceleración (Según Tihany 1988 la unión entre los filamentos de actina y miosina tiene una duración limitada que es de 20-60 ms para las fibras rápidas y aproximadamente del doble para las fibras lentas y por tanto solo ayuda a frenar el movimiento descendente. Sin embargo, la oscilación de brazos extendidos produce en la fase de amortiguación un mayor momento de fuerza principalmente en los cuádriceps que logran un reclutamiento de unidades motoras de mayor umbral de excitación (36).

E) El "Drop Jump" (salto desde un nivel vertical)

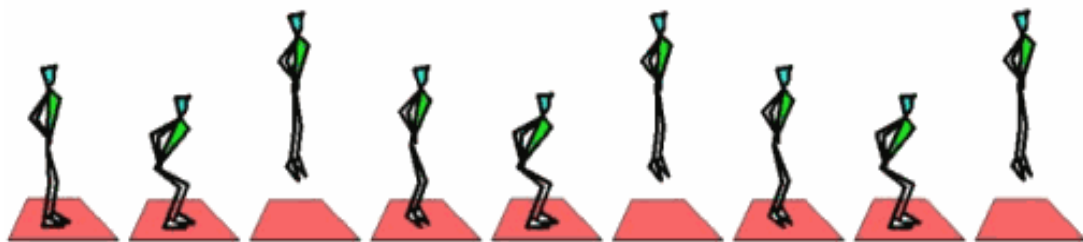
Se trata de efectuar un salto luego de una caída de una altura determinada, (partiendo de una posición con piernas extendidas y con un movimiento hacia abajo). El movimiento continuo debe efectuarse con las manos sobre las caderas y el tronco recto. El test está estandarizado sobre 5 alturas de caída: 20 cm. - 40 m.- 60 cm. - 80 cm. - 100 cm. DETERMINANTES DE LA MANIFESTACIÓN "REFLEJO-ELÁSTICO-EXPLOSIVA". Para verificar y valorar la manifestación "reflejo- elástico-explosiva" de la fuerza, se utilizan como test fundamentalmente dos ejercicios, uno dirigido predominantemente a la musculatura extensora de la pierna (el DROP JUMP) y otro dirigido predominantemente a la musculatura extensora de los pies (REACTIVIDAD de Vittori-Bosco). En estos ejercicio de salto, como consecuencia de la poca deformación del sistema que forma el deportista y como consecuencia de un nivel suficiente de fuerza excéntrica ,en parte una mayor cantidad de tejido conjuntivo (en los componentes elásticos en serie y en paralelo), el deportista se beneficia de la rigidez (stiffness) favoreciendo el rebote mecánico. Además de los factores que entran en juego en el CMJ, durante la ejecución de estos saltos se verifican generalmente las condiciones que provocan el "reflejo de estiramiento" Esto favorece durante un esfuerzo máximo, el reclutamiento de un mayor número

de unidades motoras que permiten el desarrollo de una enorme cantidad de tensión en un corto periodo de tiempo (36).



F) Saltos durante 15 segundos

Se realizan saltos durante 15 segundos realizando poca amortiguación entre cada salto. Valoración de la potencia mecánica, del metabolismo anaeróbico aláctico y láctico, durante la ejecución de saltos continuos del tipo CMJ con una duración de 5 a 60 segundos. Test de saltos continuos CMJ.15", 30", 45", y 60". En los protocolos del Dr. Bosco se utiliza el SJ. Se puede considerar que el CMJ es más específico, para poder confeccionar los programas de entrenamiento. La forma de ejecutar el test es igual que el CMJ pero continuada durante 5 a 60 segundos. De 5 a 15 segundos nos permiten conocer la capacidad de producir potencia utilizando el sistema ATP-CP fundamentalmente. Desde los 30 a los 60 segundos además la resistencia la potencia anaeróbica aláctica y la pérdida de capacidad de producción de energía elástica (resistencia a la fatiga) (36).



1.6. SISTEMAS ENERGÉTICOS EN EL FUTBOL AMERICANO

Existen pocos esfuerzos normales del cuerpo que se aproximen siquiera a la tensión física extrema que exige la realización de un ejercicio físico intenso. Efectivamente, si se prolongararn incluso ligeramente algunos de esos esfuerzo máximos, fácilmente podrían producir la muerte. Por tanto, en general, la fisiología de los deportes es un debate sobre los límites a los que en último término pueden ser sometidos la mayor parte de los mecanismos corporales. Ejemplo: cuando un paciente tiene fiebre alta, cerca de los valores mortales, el metabolismo aumenta hasta rebasar aproximadamente el 100% de lo normal. Comparese esto con el metabolismo del cuerpo durante una carrera de maratón, donde el metabolismo se eleva y supera incluso el 2000% de lo normal.

Durante la práctica del fútbol americano, el músculo esquelético satisface sus demandas energéticas utilizando sustratos que proceden de las reservas del organismo gracias a la ingestión diaria de nutrientes. Los sustratos energéticos de los que el músculo esquelético obtiene la energía son, fundamentalmente, las grasas y los hidratos de carbono. Las proteínas actúan en ocasiones como sustratos energéticos, si bien son otras muy diferentes sus funciones fundamentales en el organismo (síntesis de tejidos, síntesis de hormonas, síntesis de enzimas, etc.). Los sustratos mencionados no son utilizados directamente por la célula muscular, sino que todos ellos deben ceder la energía contenida en sus enlaces químicos para la fosforilación de la adenosina trifosfato (ATP), ya que la célula muscular sólo es capaz de obtener directamente la energía química de este compuesto de alta energía y transformarla en energía mecánica, de manera que el metabolismo energético de nuestras células musculares va a consistir esencialmente en una serie de transferencias de energía para conseguir que la célula disponga de las cantidades de ATP necesarias para satisfacer las demandas energéticas en cada momento (37).

La célula muscular dispone de tres mecanismos para resintetizar el ATP (Fig. 3):

- La resíntesis de ATP a partir de la fosfocreatina (PCr) (*vía anaeróbica aláctica*).
- El proceso de la glucólisis anaeróbica con la transformación del glucógeno muscular en lactato (*vía anaeróbica láctica*).
- La fosforilación oxidativa (*vía aeróbica*).

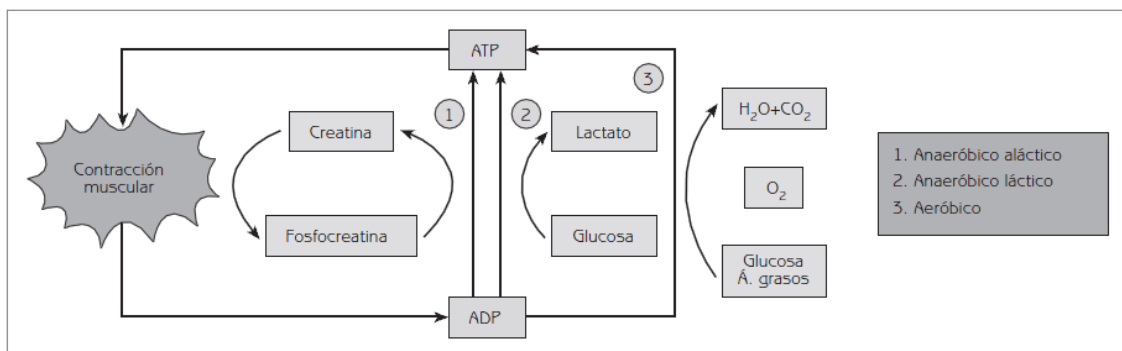


Figura 3. Sistema de producción de ATP en el músculo esquelético.

Los dos mecanismos citados en primer lugar tienen como característica común el llevarse a cabo en condiciones anaeróbicas, es decir, sin la presencia del oxígeno molecular procedente del aire atmosférico, y por tanto todas las reacciones químicas que en ellos acontecen tienen lugar en el citosol celular. Por el contrario, la fosforilación oxidativa (u oxidación celular) es un proceso complejo en el cual es imprescindible la presencia de oxígeno, es decir, un proceso al que consideramos aeróbico. Tiene lugar en el interior de las mitocondrias (38).

A) La *vía anaeróbica aláctica* se refiere al metabolismo de los llamados fosfágenos o fosfatos de alta energía, de los que el ATP (adenosina trifosfato) y la fosfocreatina son los compuestos más relevantes. La ventaja del metabolismo de los fosfágenos es que proporciona la energía necesaria para la contracción muscular al inicio de la actividad y durante ejercicios explosivos, muy breves y de elevada intensidad. La desventaja es la limitada capacidad de almacenamiento, lo que hace que sus reservas sólo puedan sostener actividades de máximo esfuerzo de unos 6 a 10 segundos de duración.

B) La *vía anaeróbica láctica* o glucólisis anaeróbica involucra a la glucosa o al glucógeno como sustratos energéticos. Sólo los hidratos de carbono pueden metabolizarse sin la participación directa del oxígeno, a través de la glucólisis (Fig. 4) que se desarrolla en el citosol celular, obteniendo hasta 2 ATP por mol de glucosa metabolizada. La glucólisis anaeróbica involucra directamente a las fibras musculares rápidas (tipo II), y proporciona, por sí misma, la energía suficiente para mantener una elevada intensidad de ejercicio desde pocos segundos hasta 1 min de duración (38).

Durante el catabolismo de la glucosa a piruvato en el citosol (glucólisis), se produce una reacción de oxidación controlada, ya que en diversos puntos del proceso se extrae un protón (H^+) con dos electrones ($2e^-$) durante el desacoplamiento de la hexosa. El protón y los electrones se unen al dinucleótido de adenina nicotinamida (NAD) para reducirlo, formando NADH. Durante el catabolismo de una molécula de glucosa y su transformación a piruvato se forman 2 NADH. Finalmente, si la mitocondria es capaz de aceptar el par de electrones con el H^+ transportado por el NADH, quedarán disponibles para la cadena respiratoria mitocondrial, permitiendo conseguir más ATP. En este caso, el piruvato entrará en la mitocondria para continuar aquí su degradación, por lo que lo denominamos glucólisis aeróbica. Si, por el contrario, la actividad mitocondrial en un momento determinado no es capaz de aceptar estos complejos reductores,

el NADH se vuelve a oxidar en el citoplasma mediante una reacción catalizada por la *lactato deshidrogenasa*, y por la cual el piruvato se reduce y se transforma en lactato. Simultáneamente, el NADH se oxida, transformándose en NAD y dejando así en equilibrio el redox citosólico. Esto es lo que ocurre en el proceso de glucólisis anaeróbica o de obtención de energía a partir de glucosa y sin la participación del metabolismo oxidativo mitocondrial.

El acúmulo de lactato en la célula se asocia a acidosis metabólica, con consecuencias fisiológicas vinculadas a la fatiga muscular. La intensidad de ejercicio en la que comienzan a elevarse las concentraciones de lactato en sangre es diferente en cada persona, denominándose conceptualmente a este fenómeno *transición aeróbica-anaeróbica* o *umbral anaeróbico*; éste es el mejor indicador para la planificación de cargas de trabajo en el entrenamiento, tanto deportivo como clínico (38).

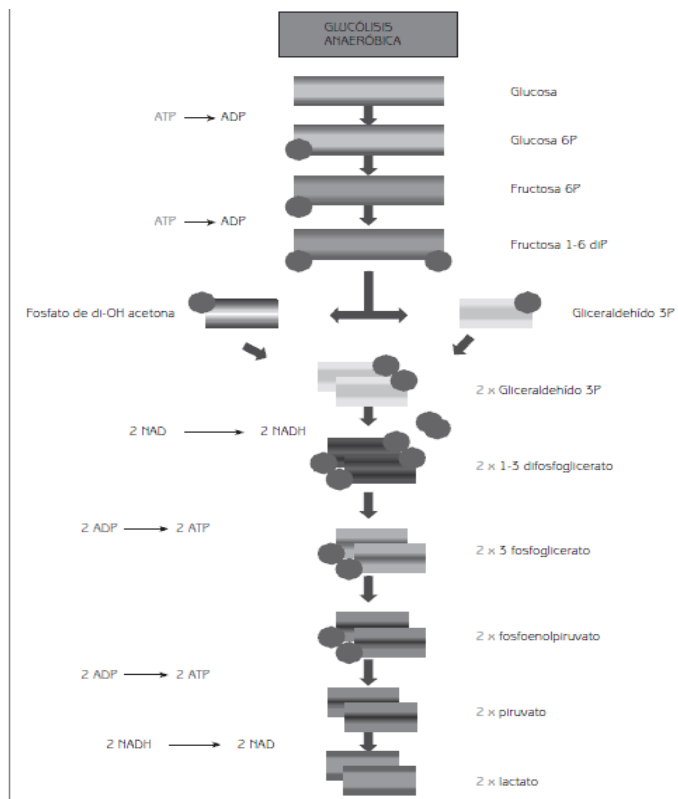


Figura 4. Representación esquemática de los procesos de transformación de la glucosa en ácido láctico en la glucólisis anaeróbica.

1.6.1. INTERACCIÓN DE LOS DIFERENTES SISTEMAS ENERGÉTICOS DURANTE LA PRÁCTICA DEL FUTBOL AMERICANO

Los diferentes sistemas energéticos (anaeróbico aláctico, anaeróbico láctico y aeróbico) no actúan de forma independiente: cuando un individuo está realizando ejercicio a la máxima intensidad posible, desde los velocistas de distancias más cortas (menos de 10 segundos) hasta los que realizan eventos de resistencia aeróbica (más de 30 minutos), cada uno de los tres sistemas energéticos está contribuyendo a las necesidades energéticas totales del organismo. Lo que ocurre es que en los diferentes tipos de ejercicio, y sobre todo en función de la intensidad, predomina un sistema energético sobre los otros, excepto en las circunstancias en las que se producen transiciones de la predominancia de un sistema energético a otro (Fig. 7). Por ejemplo, en un evento muy intenso y breve, como puede ser una carrera de 100 m que se realiza en 10 segundos, predomina el sistema de los fosfágenos (ATP-PCr) o sistema anaeróbico aláctico, pero tanto los sistemas anaeróbico láctico (glucólisis anaeróbica) como el oxidativo o aeróbico proporcionan una pequeña cantidad de la energía necesaria. En el otro extremo, en una carrera de 30 minutos (10.000 m) predomina el sistema oxidativo, si bien contribuyen también los dos sistemas anaeróbicos (39).

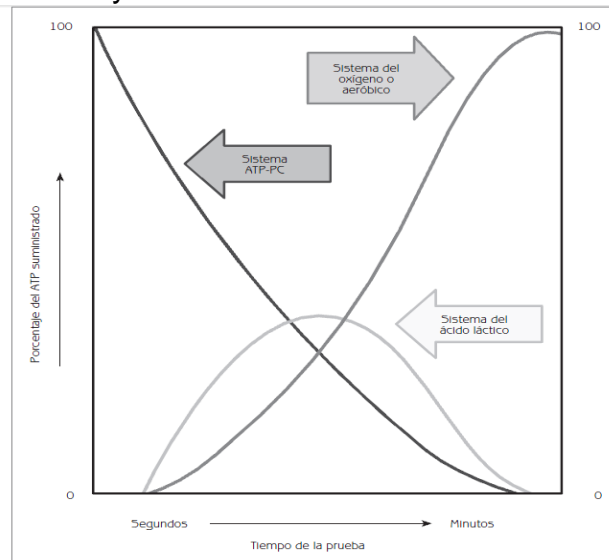


Figura 7. Relación entre el porcentaje de ATP aportado por los diferentes sistemas energéticos en relación con el tiempo de la prueba.

1.6.2. FUNCIÓN MUSCULAR

Las fibras musculares y su reclutamiento en el ejercicio

Los músculos esqueléticos están formados por distintos tipos de células (fibras musculares), que poseen características funcionales, metabólicas y moleculares distintas. Los diferentes tipos de fibras se encuentran en proporciones variables dentro de cada músculo. Actualmente la clasificación de las fibras musculares se realiza en función del tipo de miosina presente en la célula y de la velocidad de acortamiento de la fibra. Así, se reconocen en el ser humano tres tipos básicos de fibras musculares: fibras de tipo I, que son de contracción lenta, y fibras de tipo II, de contracción rápida, de las que existen dos subtipos: IIA y IIX, siendo las últimas las genuinas de tipo II en el ser humano (39).

Los distintos tipos y subtipos de fibras, además de presentar diferentes isoformas de miosina y velocidad de contracción, se diferencian en diversos aspectos, como su metabolismo, la capacidad de almacenamiento de calcio, la distribución, etc. (Tabla 1).

1 Principales características diferenciadoras de los distintos tipos metabólicos de fibras musculares			
	Lentas (tipo I)	Intermedias (tipo IIA)	Rápidas (tipo IIX)
Diámetro	Intermedio	Grande	Pequeño
Grosor de línea Z	Ancho	Intermedio	Estrecho
Contenido de glucógeno	Bajo	Intermedio	Alto
Resistencia a la fatiga	Alta	Intermedia	Baja
Capilares	Muchos	Muchos	Pocos
Contenido de mioglobina	Alto	Alto	Bajo
Velocidad de contracción	Lenta	Rápida	Rápida
Actividad ATPasa	Baja	Alta	Alta
Sistema energético predominante	Aeróbico	Combinado	Anaeróbico
Motoneurona	Pequeña	Grande	Grande
Descarga	Baja	Alta	Alta

En resumen, se puede decir que las fibras tipo I presentan una baja velocidad de acortamiento, un escaso desarrollo de los sistemas implicados en la homeostasis del Ca^{2+} y una gran capacidad oxidativa. Estas características las convierten en células bien adaptadas para la realización de ejercicios aeróbicos y prolongados. Por otra parte, las fibras tipo II son aquellas de las que se obtiene una respuesta más rápida y con mayor tensión cuando se activan, aunque debido a su metabolismo son más rápidamente fatigables. Así pues, parecen particularmente adaptadas para actividades breves e intensas.

El reclutamiento de las fibras II durante el ejercicio se produce con elevadas intensidades de trabajo, y siempre va precedido por el reclutamiento de las fibras I. Dentro de las fibras tipo II, son las IIA las que primero se reclutan, seguidas de las IIX. Hay que resaltar que es la cantidad de fuerza que se requiere y no la velocidad de contracción lo que determina el reclutamiento de uno u otro tipo de fibras.

La dotación genética es un factor fundamental a la hora de definir el patrón de distribución de las fibras musculares de un individuo. En personas sedentarias de mediana edad, el porcentaje de fibras tipo I es de un 45-55%. Es importante tener en cuenta que la composición y distribución de los distintos tipos de fibras musculares no es igual en todos los tipos de músculos de un individuo; así, por ejemplo, los músculos antigravitatorios están compuestos por elevados porcentajes de fibras I, lo cual es lógico si pensamos que están encargados de mantener la postura, por lo que necesitarán ser poco fatigables (40).

A) Efectos del entrenamiento físico sobre los diferentes tipos de fibras musculares. El músculo esquelético es capaz de adaptarse a las demandas funcionales que se le imponen, y las modificaciones debidas al entrenamiento (adaptaciones) son específicas de los músculos utilizados, y no se dan en aquéllos que no participan en el entrenamiento. En los

deportistas de élite que practican disciplinas de resistencia aeróbica, como maratón o ciclismo en ruta, el porcentaje de fibras tipo I supera el 60-65%, mientras que en los deportistas de élite de disciplinas de fuerza y potencia, los músculos utilizados presentan porcentajes de fibras tipo II superiores al 65%. Sin embargo, no está claro si el entrenamiento es capaz de inducir transiciones en las fibras de los músculos humanos, sobre todo respecto al porcentaje de fibras tipo I; más bien se tiende a pensar que los porcentajes de fibras I y II no se alteran con el entrenamiento, pudiendo eso sí, observar transiciones fibrilares en los subtipos de las fibras tipo II.

El entrenamiento provoca adaptaciones musculares beneficiosas para un mejor desarrollo del ejercicio; así, se han descrito modificaciones en la capilarización (aumento en actividades de resistencia aeróbica), en el diámetro de las fibras (hipertrofia, como ocurre con el entrenamiento de fuerza) o en el aumento de ciertas actividades enzimáticas (aeróbicas en las actividades de resistencia aeróbica, y anaeróbicas en las actividades de alta intensidad y fuerza) (40).

1.6.3. POTENCIA, FUERZA Y RESISTENCIA MUSCULAR EN EL FUTBOL AMERICANO

La fuerza, la potencia y la resistencia muscular, son capacidades físicas sumamente importantes en la ejecución de destrezas deportivas. Mientras que en el futbol americano la fuerza y la potencia muscular son los factores más importantes para una buena ejecución o performance, en otros deportes lo es la resistencia muscular.

La fuerza es necesaria para las actividades diarias que realizamos en el hogar, en el trabajo y en cualquier lugar que nos encontremos, cuando necesariamente nos vemos en la obligación de levantar o mover objetos. El grado de esfuerzo requerido para realizar dichos quehaceres es proporcional

al nivel de fuerza muscular que se posea; mientras mayor sea el nivel de fuerza, menor será el esfuerzo requerido para completar la tarea. La fuerza es asimismo importante para mantener y mejorar la postura corporal, la apariencia personal, y en el campo deportivo es fundamental para el desarrollo y aprendizaje de destrezas deportivas.

La fuerza muscular se define como la capacidad para ejercer tensión sobre una carga, esta capacidad depende de la contractilidad del tejido muscular. La fuerza es frecuentemente reconocida por entrenadores y educadores físicos como el factor más importante en la ejecución de destrezas físicas.

La resistencia muscular es la capacidad para ejercer tensiones sub-máximas repetidamente en un período de tiempo; dicho en otras palabras, es la capacidad para realizar un ejercicio una gran cantidad de veces o mantener una contracción muscular por un período de tiempo prolongado.

La potencia muscular es la capacidad para ejercer la máxima fuerza en el menor tiempo posible. La potencia es muy importante en algunas actividades deportivas donde el atleta está en la obligación de vencer cargas en el menor tiempo posible para producir un resultado que generalmente se mide en distancia. Por ejemplo, lanzamiento de bala. Disco y jabalina en atletismo, salto alto, etc. (41).

Potencia anaeróbica: conceptos

Mecánicamente la potencia anaeróbica máxima es la mayor cantidad de trabajo que puede lograrse a través de los mecanismos anaeróbicos de obtención de energía. Fisiológicamente, es la capacidad que tienen los fosfatos de alta energía, principalmente la fosfocreatina, para generar en forma rápida moléculas de adenosin- trifosfato o ATP.

Si bien es cierto que el metabolismo anaeróbico tiene escaso valor práctico en las actividades cotidianas o de supervivencia, hay muchos deportes, tanto individuales como colectivos, donde dicho metabolismo es de gran importancia, constituyendo uno de los factores principales en el buen desempeño de la actividad.

Debido a que la potencia anaeróbica máxima no puede medirse en forma directa, se han desarrollado pruebas estimativas, de laboratorio y de terreno, basadas en que la activación del metabolismo anaeróbico se produce con movimientos de alta intensidad, realizados en muy corto tiempo y que se inician desde una posición estacionaria o una fase de inercia breve.

A) La *capacidad anaeróbica* se define como la capacidad del organismo para funcionar eficientemente al realizar actividades físicas de corta duración y de alta intensidad (ejercicio anaeróbico), en presencia de poco oxígeno debido al fuerte esfuerzo, produciendo energía anaeróbica, esto es, a través de transformaciones químicas utilizando ácido adenosín trifosfato (ATP) y fosfocreatina (CE) durante los primeros 10 segundos del ejercicio (anaeróbico aláctido), y glucógeno durante los 40-50 segundos restantes (anaeróbico láctico o total) (42).

Cuanto más intenso es el esfuerzo anaeróbico más elevada es la cantidad de oxígeno requerido para las combustiones necesarias, pero el abastecimiento de éste por el torrente sanguíneo es limitado al igual que su absorción por los tejidos. En esta situación el organismo debe seguir trabajando y rindiendo; pero con menor cantidad de oxígeno que la necesitada, se forman en los tejidos (principalmente en el muscular) ácidos que entorpecen el movimiento y el rendimiento, siendo uno de los más abundantes el láctico. Si el esfuerzo es muy intenso o si se sostiene mucho tiempo, o ambas cosas, llega el momento en que hay total inhibición de

movimientos, las fibras musculares llegan a encontrarse imposibilitadas para contraerse.

Es importante mencionar que la resistencia en este tipo de ejercicio está directamente relacionada con la habilidad de tolerar altos niveles de fatiga y el desconfort que tiene asociado, por esta razón, es sumamente necesaria una adecuada preparación psicológica que nos ayude a manejar el dolor y la motivación (42).

1.6.4. ADAPTACIONES MUSCULARES AL ENTRENAMIENTO

La hipertrofia muscular es el resultado de la acumulación de proteínas debida al aumento en la síntesis o reducción de la degradación o a ambos. Sabemos que las fibras rápidas aumentan más su tamaño que las fibras lentas.

La hipertrofia muscular crónica puede ser el resultado de una hipertrofia de sus fibras musculares, debido a:

- Más miofibrillas.
- Más filamentos de actina y miosina.
- Más sarcoplasma.
- Más tejido conectivo.
- Una combinación de los factores anteriores.

La estimulación del músculo por medio de distintos tipos de entrenamiento parece estimular las células satélite (mioblastos) situadas bajo la membrana basal de las células musculares, para proliferar y diferenciarse en nuevas fibras musculares. La fusión de núcleos de células satélite y su incorporación a las fibras musculares ya existentes probablemente permiten a las fibras sintetizar más proteínas para formar nuevas miofibrillas. Esto

contribuiría directamente a la hipertrofia muscular con sobrecargas crónicas, y podría estimular la transformación de fibras existentes en distintos subtipos.

Por otra parte, la sobrecarga de tensión muscular consecuencia del entrenamiento de fuerza puede estimular el contenido mineral óseo, así como la proliferación de tejido conjuntivo y de células satélite que rodean a las fibras musculares individuales. Esto refuerza al tejido conjuntivo. La sobrecarga muscular también refuerza la integridad estructural y funcional de tendones y ligamentos. Esas adaptaciones pueden proveer de cierta protección frente a lesiones a articulaciones y músculos, lo que apoya la utilización de programas de ejercicios de fuerza desde un punto de vista preventivo (43).

1.6.5. TRANSICIÓN AERÓBICA-ANAERÓBICA

Durante la realización de un ejercicio en el que la intensidad de trabajo aumenta progresivamente, la concentración de lactato en sangre no varía respecto a sus valores de reposo durante las primeras fases de trabajo, pero a partir de cierta intensidad, se produce un efecto de elevación progresiva de la concentración de lactato en sangre (Fig. 9).

Este comportamiento, aceptado por la mayoría los investigadores, puede interpretarse de forma genérica de la siguiente manera: en cargas de trabajo superiores a una determinada intensidad, la energía requerida para desarrollar el ejercicio físico encomendado no sólo procede de las fuentes aeróbicas de obtención de energía, sino también de las fuentes anaeróbicas, especialmente de la glucólisis anaeróbica, teniendo como consecuencia un aumento de la producción de ácido láctico por las células musculares involucradas, y dando como resultado un incremento de la concentración sanguínea de lactato.

Parece lógico pensar, pues, que la intensidad de trabajo con la que se produce una elevación sostenida de la concentración de lactato sanguíneo dependerá, entre otros factores, de la capacidad cardiovascular, pulmonar y metabólica de la persona evaluada, y condicionará sin duda *la capacidad para mantener una determinada intensidad de trabajo durante un tiempo prolongado*, esto es, su capacidad aeróbica (44).

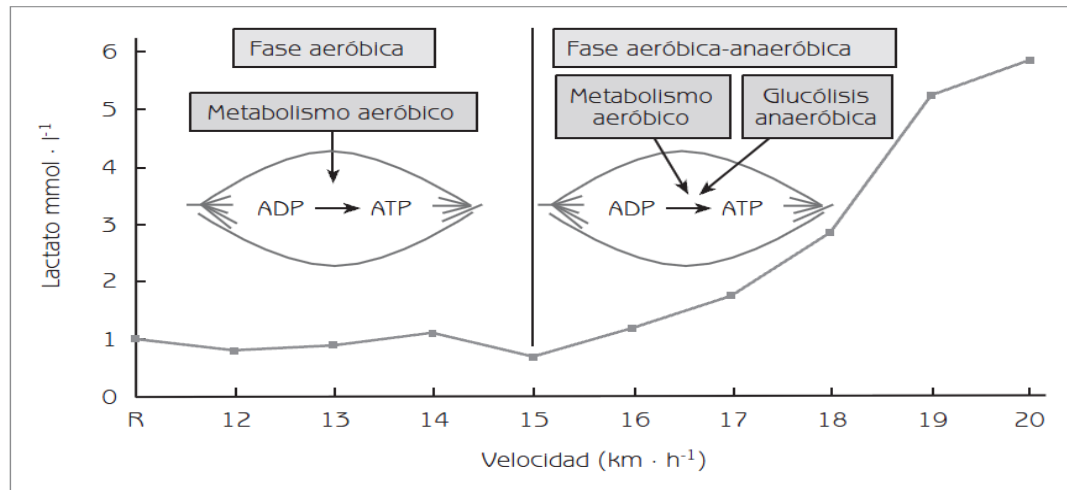
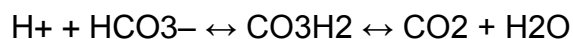


Figura 9. Participación de los sistemas energéticos aeróbico y anaeróbico (glucólisis anaeróbico) durante un ejercicio incremental en relación con el comportamiento de la concentración de lactato en sangre

Aproximación inicial a las bases fisiológicas del umbral anaeróbico

Una vez que el ácido láctico comienza a producirse de forma importante en las células musculares más glucolíticas y abandona la célula muscular, se disocia rápidamente a pH fisiológico debido a su bajo pK (3,9), dando lugar a una liberación equimolar de iones hidrógeno (H⁺), siendo en principio éstos amortiguados por los sistemas tampón del organismo, que mantiene constante el pH. Este taponamiento puede tener lugar en las propias células del músculo esquelético, en los hematíes o en el plasma; y puede ocurrir por combinación con proteínas o por interacción con el sistema bicarbonato u otros sistemas tampón menos importante. La reacción de los H⁺ con el HCO₃⁻ da como resultado la producción de un exceso de CO₂.

Anhidrasa carbónica



Aproximadamente, y según la reacción anteriormente descrita, se forman 22 ml de CO₂ por cada mEq de ácido láctico amortiguado por el sistema bicarbonato. Hay que recordar que la vía aeróbica u oxidativa de obtención de energía tiene como productos finales CO₂ y H₂O, y que, por tanto, una vez que la vía glucolítica comienza a participar de forma significativa en la producción de ATP durante el ejercicio (concepto genérico de umbral anaeróbico), habrá dos fuentes de CO₂ generándose de forma simultánea: una correspondiente a la vía aeróbica y otra correspondiente a la amortiguación de los H⁺ generados como consecuencia de la producción de ácido láctico por las células musculares activas. La consecuencia fisiológica será una estimulación del centro respiratorio y el consiguiente aumento de la ventilación pulmonar con la finalidad de eliminar CO₂ del organismo, contribuyendo con ello a la regulación del pH durante el ejercicio.

No obstante, hay que tener en cuenta que cuando se desarrollan altas intensidades de trabajo físico, la producción de H⁺ como consecuencia del aumento del ácido láctico excede con mucho la capacidad de los sistemas tampón de amortiguación. Por tanto, el pH de la sangre en esas condiciones descenderá (acidosis metabólica), lo que provocará una estimulación adicional del centro respiratorio con la finalidad de aumentar la ventilación pulmonar, eliminando más CO₂ como compensación respiratoria de la acidosis, provocando incluso de forma característica una reducción de la PaCO₂ (44).

En cuanto a la terminología empleada cuando nos referimos a la transición aeróbica-anaeróbica, conviene apuntar la justificación de los términos habitualmente utilizados. Así, si el estudio de la transición aeróbica-anaeróbica se efectúa mediante la determinación de la concentración

sanguínea de lactato, se emplea el término *umbral láctico*; pero, si se emplea el análisis del intercambio de gases respiratorios, es preferible utilizar el término *umbral ventilatorio*. En cualquier caso, en muchas ocasiones se emplean términos como *umbral aeróbico* o *umbral anaeróbico* para referirse al mismo fenómeno, independientemente del método de determinación (44).

1.6.6. POTENCIA ANAEROBICA EN EL FUTBOL AMERICANO

Una de las capacidades fisiológicas esenciales del cuerpo humano es la producción de *energía*, la cual se origina mediante diversos sistemas, o vías, metabólicas que dispone el organismo. Estos sistemas energéticos son requeridos para el movimiento humano. Aquellos ejercicios y deportes que se realizan a lo largo de un periodo de tiempo extendido (mayor de 3 minutos), tal como caminar, son considerados *aeróbicos* porque la vía metabólica principal para generación energética utiliza el oxígeno (*oxidativo*). Por el otro lado, durante la practica del futbol americano se ejecutan movimientos a una alta intensidad y corto plazo (periodos de 0 a 3 minutos de duración), donde la generación de la fuerza que resultan de las contracciones musculares repetidas aproximan una contracción muscular máxima, dependerá principalmente de los procesos anaeróbicos para la liberación de energía. Estos tipos de actividades musculares se consideran de tipo *anaeróbicos (no oxidativos)*, es decir, sus fuentes de energía provienen de los *sistemas de ATP-PCr (o fosfágenos)* y la *glucólisis anaeróbica (o sistema de ácido láctico)* (45).

El futbol americano involucra patrones de movimiento de breve duración y alta intensidad. Tales actividades musculares son de tipo anaeróbicas. Por naturaleza, este evento deportivo se caracteriza por periodos de actividad moderada (o de reposo) intercalado por esfuerzos súbitos máximos. Comúnmente, requiere un desarrollo explosivo de energía durante periodos de tiempo menores a los sesenta segundos. En contraste,

los requisitos energéticos (ATP) para aquellas actividades deportivas que poseen una duración de 30 a 90 segundos dependerán del sistema de ATP-PCr, así como del catabolismo de la glucosa (o glucógeno) que se lleva a cabo mediante el sistema glucolítico (46).

El término *potencia* puede ser definido como la habilidad para ejercer una fuerza máxima durante el menor tiempo posible. La capacidad de un individuo para llevar a cabo un ejercicio de alta intensidad y de corta duración, se conoce como *capacidad, o aptitud, anaeróbica*. Una alta potencia anaeróbica es importante para deportistas que dependen de los *sistemas fosfágenos y glucolíticos*. Algunos deportes que requieren activar estos sistemas son los eventos de salto, lanzamientos y carreras de velocidad en pista y campo. Debido a la importancia del metabolismo anaeróbico y su ventaja para asegurar una ejecución óptima en una variedad de deportes, se han desarrollado pruebas que miden la capacidad máxima del músculo humano para generar potencia durante actividades motrices de alta intensidad y corta duración. Las pruebas anaeróbicas se han categorizado como aquellas que significan la potencia anaeróbica y las que miden la capacidad anaeróbica. Se ha encontrado que las pruebas de potencia anaeróbicas parecen ser más factibles. Tal premisa se fundamenta en el hecho que los mecanismos disponibles para cuantificar la capacidad anaeróbica son muy complicados debido a las reacciones rápidas involucradas en el metabolismo anaeróbico.

La mayoría de las pruebas de capacidad funcional para atletas dependen, principalmente, de fuentes de energía anaeróbicas. Por ejemplo, algunas de tales pruebas de ejecución deportiva incluyen la *prueba de potencia de Margaria-Kalamen*, la *prueba anaeróbica de Wingate*, la *carrera de velocidad de 50 yardas (45.7 m)*, la *carrera de ida y vuelta (shuttle run)*, el *lanzamiento de la pelota de softbol*, *salto a lo largo sin carrera*, entre otras. Dichas pruebas se pueden clasificar como de *potencia muscular explosiva*.

Sin embargo, debido a que, por definición, *potencia* es el resultado de una fuerza aplicada a lo largo de una distancia durante un marco de tiempo ($Potencia = Fuerza \times Distancia/Tiempo$), no será posible cuantificar las fuerzas que operan para algunas de estas pruebas. Consecuentemente, en la mayoría de las *pruebas de campo* (Ej: carrera de velocidad de 50 yardas, la carrera de ida y vuelta, salto a lo largo sin carrera, lanzamiento de la pelota de softbol, entre otras) es imposible medir directamente la potencia mediante tales evaluaciones. Por el otro lado, existen ciertas *pruebas de laboratorio* que permiten establecer la potencia máxima, o promedio, que genera el individuo evaluado. Algunas de tales evaluaciones son las pruebas subir escaleras (la prueba de potencia de Margaria Kalamen), pruebas de fuerza-velocidad (extensiones isocinéticas de la rodilla y la prueba de Cybex en el cicloergómetro isocinético), pruebas en el cicloergómetro de esfuerzo máximo (Ej: Pruebas Anaeróbicas de Wingate) y otras.

La habilidad de un atleta para producir potencia representa un factor crucial para el éxito en una variedad de eventos competitivos. En particular, este hecho es evidente durante destrezas motoras competitivas que involucran ciclos de estiramiento-acortamiento, los cuales son comunes en los saltos y lanzamientos. Esto implica que el poder estimar la potencia que se genera en actividades motrices que involucren ciclos de estiramiento-acortamiento sería de gran utilidad para evaluar atletas prospectos o monitorear su progreso durante el entrenamiento físico.

Una evaluación sencilla para determinar el grado de potencia anaeróbica, o explosividad, es la prueba de salto vertical. Esta prueba evalúa la fortaleza dinámica de las extremidades inferiores (las piernas). Tal evaluación puede ser de beneficio para un gran número de actividades deportivas que involucran patrones de salto o movimiento similares (47,48).

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En México el fútbol americano, como otros deportes de conjunto, es particularmente escolar, lo que ayuda a conservar sus especificidades básicas, como son la agilidad mental y una acertada labor de equipo; podríamos decir que en este deporte debe existir sincronización casi perfecta entre cada jugador, dado que algunos de estos se mueven estratégicamente mediante varias horas de trabajo y estudios, los jugadores deben saber correr con la pelota, patearla cuando el juego lo requiera, así como bloquear e interceptar las jugadas de los oponentes; aunado a todo lo anterior los jugadores de fútbol americano requieren una adecuada preparación física y mejora de sus capacidades físicas condicionantes, incluyendo la fuerza, velocidad y por lo tanto la potencia muscular.

Analizando lo antes mencionado, este estudio nos permitirá plantear la siguiente pregunta ¿Conocer la relación del somatotipo sobre el rendimiento alcanzado en el test de potencia anaeróbica relativa en jugadores de fútbol americano, Potros Salvajes UAEM, categoría Mayor; temporada 2012, en el CEMAFyD?

3. JUSTIFICACIONES

En nuestro país el jugador de futbol americano ha sido poco estudiado en todas sus categorías y mucho menos en lo que toca a las particularidades morfológicas de cada posición, por lo que apenas se tiene un vago conocimiento antropométrico sobre las características corporales de los que practican este tipo de actividad, pues la selección hecha hasta hoy la realizan los entrenadores de acuerdo con su experiencia, mediante un seguimiento de los deportistas desde categorías inferiores y tomando en consideración las facultades naturales, la habilidad, destreza, experiencia y constitución física para ubicarlos en determinada posición.

La utilización del somatotipo en el estudio de la morfología en deportistas y su vinculación con el rendimiento deportivo es de gran valor en la detección de talentos, ya que el proceso de selección y ubicación de los atletas en posiciones ideales, adecuadas a su físico, sería más objetiva, económica y eficaz si se contara con un sistema de monitoreo y seguimiento que nos brindara información acerca de las adaptaciones y mantenimiento de la forma y capacidades físicas óptimas logradas por jugadores con características de alto rendimiento, convirtiéndose así la identificación de somatotipos en una herramienta para el fútbol americano.

Por lo anterior parece ser importante dar inicio a un proyecto, debido al gran impulso que se le ha dado en México al futbol americano, puesto que es necesario conocer los tipos de estructuras corporales de cada una de las posiciones, para contar con un patrón o parámetro de referencia comparativo que nos ayude a ubicar al jugador en el lugar que le corresponde y de esta manera aplicar estos datos en forma concreta, tanto en el campo de la medicina del deporte como en el de los entrenadores.

Es importante caracterizar y conocer las particularidades morfológicas de cada posición y relacionarlas con las funciones específicas de los jugadores en el campo, lo cual permitirá evaluar en lo futuro con mayor precisión a los individuos que practican futbol americano, basándose en datos objetivos para México.

4. HIPOTESIS

Los jugadores con somatotipo meso–endomorfo obtendrán mejores resultados en la evaluación; con una potencia anaeróbica relativa por arriba de 10 w/kg.

5. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la relación del somatotipo sobre el rendimiento alcanzado en el test de potencia anaeróbica relativa en jugadores de futbol americano, Potros Salvajes UAEM, categoría Mayor; temporada 2012, en el CEMAFyD.

5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la potencia anaeróbica relativa en jugadores de futbol americano, Potros Salvajes UAEM, categoría Mayor; temporada 2012.
- Identificar la potencia anaeróbica relativa por posición de juego en jugadores de futbol americano, Potros Salvajes UAEM, categoría Mayor; temporada 2012.
- Establecer comparaciones en las evaluaciones de potencia anaeróbica relativa por posición de juego en jugadores de futbol americano, Potros Salvajes UAEM, categoría Mayor; temporada 2012.
- Determinar el somatotipo en jugadores de futbol americano, Potros Salvajes UAEM, categoría Mayor; temporada 2012.
- Identificar el somatotipo por posición de juego en jugadores de futbol americano, Potros Salvajes UAEM, categoría Mayor; temporada 2012.
- Identificar el somatotipo en la somatocarta por posición de juego en jugadores de futbol americano, Potros Salvajes UAEM, categoría Mayor; temporada 2012.

6. MATERIAL Y MÉTODO

6.1. DISEÑO DE ESTUDIO.

Se realizó un estudio prospectivo de la relación entre el somatotipo y la potencia anaeróbica relativa con jugadores de futbol americano de los Potros Salvajes UAEM, categoría Mayor, temporada 2012.

6.2. UNIVERSO DE TRABAJO Y MUESTRA

Se realizara la investigación en 70 jugadores de diferentes posiciones de futbol americano de los Potros Salvajes UAEM, categoría Mayor, temporada 2012, que serán valorados en el CEMAFyD, Toluca, México.

6.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Ser jugador de los Potros Salvajes UAEM categoría Mayor.
- Que estén en activo.
- Edad entre 18 y 25 años.
- Firmar carta de consentimiento informado.

6.4. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Que presenten alguna enfermedad que disminuya sus capacidades físicas.
- Que no quieran participar.
- Cirugía mayor previa a 6 meses del estudio.

6.5. CRITERIOS DE ELIMINACION

- Que sufran alguna lesión musculo esquelética durante la prueba.
- Que no asistan el día de la evaluación.
- Que hayan realizado alguna actividad física 24 hrs antes del estudio.

6.6. DESARROLLO DEL PROYECTO

Todas las evaluaciones fueron realizadas por profesionales en la materia, realizadas en el Centro de Especialidad en Medicina de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad Autónoma del Estado de México. Se seleccionaron 80 jugadores de diferentes posiciones de futbol americano de los Potros Salvajes de la UAEM, categoría Mayor. Se contacto a los jugadores por medio de su Head Coach quien fue enterado de forma verbal de los propósitos del estudio.

A los jugadores se les solicito que acudieran a las instalaciones del CEMAFyD, para la realización del estudio con indicaciones de no realizar actividad física intensa 12 horas previas a las pruebas, se presentaron con ropa deportiva.

Recibieron información detallada acerca de los procedimientos del estudio y cada quien firmo una carta consentimiento informado (CEMAFyD) (ANEXO 2). Se les realizo una historia clínica completa, que consto de un interrogatorio y una exploración física detalla por aparatos y sistemas (CEMAFyD) (ANEXO 1).

Los atletas fueron clasificados en dos grupos: línea ofensiva y línea defensiva; y en una subdivisión de acuerdo a su posición en el campo de juego.

Posteriormente pasaron al área de nutrición para realizarles las medidas antropométricas correspondientes para la determinación del somatotipo. Se midieron las 10 variables antropométricas que incluye el somatotipo: 2 medidas básicas (peso y estatura), 4 panículos adiposos (tríceps, subescapular, supraespinal y pierna medial). 2 circunferencias (brazo flexionado y en tensión y pierna máxima), 2 diámetros (humeral y femoral). Todas las mediciones antropométricas se realizaron bajo los lineamientos de acuerdo a los límites establecidos por la sociedad Internacional para el Desarrollo de la Cineantropometría (ISAK, por sus siglas

en Ingles). Con dichas medidas se determinó el somatotipo antropométrico matemático de Heath-Carter a través de sus ecuaciones. (Anexo 3)

Por ultimo pasaron al área de evaluación de potencia anaeróbica, donde realizaron el protocolo de saltos de Bosco en la plataforma anaeróbica Michecevi; los Quarter Back, Free Safety y Corner Back realizaron las pruebas de reacción visual corta, potencia anaeróbica 10 saltos y jogging 20", los linieros ofensivos y defensivos realizaron las pruebas de reacción visual corta, potencia anaeróbica 10 saltos y sprint 15" y los receptores y corredores realizaron las pruebas de reacción visual corta, potencia anaeróbica 10 saltos, sprint 15" y jogging 20". El jugador realizo un previo calentamiento de 10 minutos en bicicleta fija y estiramientos. Primero se analizaron: tiempo de reacción, mediante la prueba de reacción visual corta donde el jugador se paro dentro de la plataforma anaeróbica con las piernas en una flexión de rodillas de 40° aproximadamente y al efectuarse el destello luminoso realizo un salto corto y con la mayor rapidez posible; la potencia anaeróbica relativa, trabajo mecánico, velocidad del salto y altura del salto se midieron mediante la prueba de potencia anaeróbica 10 saltos, donde el jugador se sitúo sobre la plataforma con las piernas en una flexión de rodillas de 40° aproximadamente al escuchar el sonido de bip el jugador inicio los saltos con las manos extendidas hacia arriba, al realizar los saltos el jugador en la fase de vuelo mantuvo el cuerpo erguido, las piernas extendidas y pies en flexión plantar efectuando la caída en el mismo lugar de inicio, para los saltos consecutivos el jugador no flexiono las rodillas para el impulso; el porcentaje de resistencia se evaluó mediante las pruebas de jogging 20" y Sprint 15" los cuales se realizaron con un pie sobre la plataforma y el otro fuera de ella; una vez terminadas las pruebas se corroboraron la ejecución, sin errores técnicos y se registraron los datos en la computadora, se realizó el análisis y se imprimieron los resultados en un formato especifico de prueba de potencia anaeróbica. (Anexo 4)

Por último para el análisis y poder realizar las gráficas, se tomaron en cuenta los mínimos y máximos de los resultados obtenidos de los jugadores y mediante baremos se obtuvo una clasificación con cuatro parámetros, bajo, regular, bueno y muy bueno. (Anexo 5)

6.7. DISEÑO DE ANALISIS

El análisis se realizó con los datos estadísticos utilizando medidas de tendencia central y baremos; para determinar medias, desviaciones estándar, mínimos y máximos de las características y los resultados obtenidos por los jugadores, a través de programas de Microsoft office Excel y se reportó con cuadros y gráficos. Con el propósito de establecer diferencias entre las distintas posiciones de juego.

7. IMPLICACIONES ETICAS

Este estudio no es invasivo, se dará una hoja de consentimiento informado, la cual deberá ser leída y firmada por cada uno de los jugadores para la autorización y realización del estudio, donde se les da a conocer que hay un riesgo mínimo de sufrir alguna lesión musculoesquelética durante las pruebas. Al término del estudio se resguardará la información bajo responsabilidad del tesista. (Anexo 2)

La información obtenida será anónima.

Los datos personales serán de uso confidencial.

Los jugadores podrán retirarse en el momento que lo deseen.

8. RESULTADOS

Características generales de los jugadores evaluados.

	OFENSIVA	DEFENSIVA
EDAD	20.8 (± 4)	25 (± 3)
MASA CORPORAL (Kg)	82.03 (± 24.8)	82.86 (± 19.2)
ESTATURA (cm)	174.7 (± 15.4)	178.3 (± 11.4)
MASA MUSCULAR (%)	38.6 (± 6.6)	40.2 (± 10.1)
MASA GRASA (%)	21.5 (± 18.6)	20.7 (± 12.6)

Grafica 1. Número de jugadores ofensivos y defensivos que acudieron a las evaluaciones.

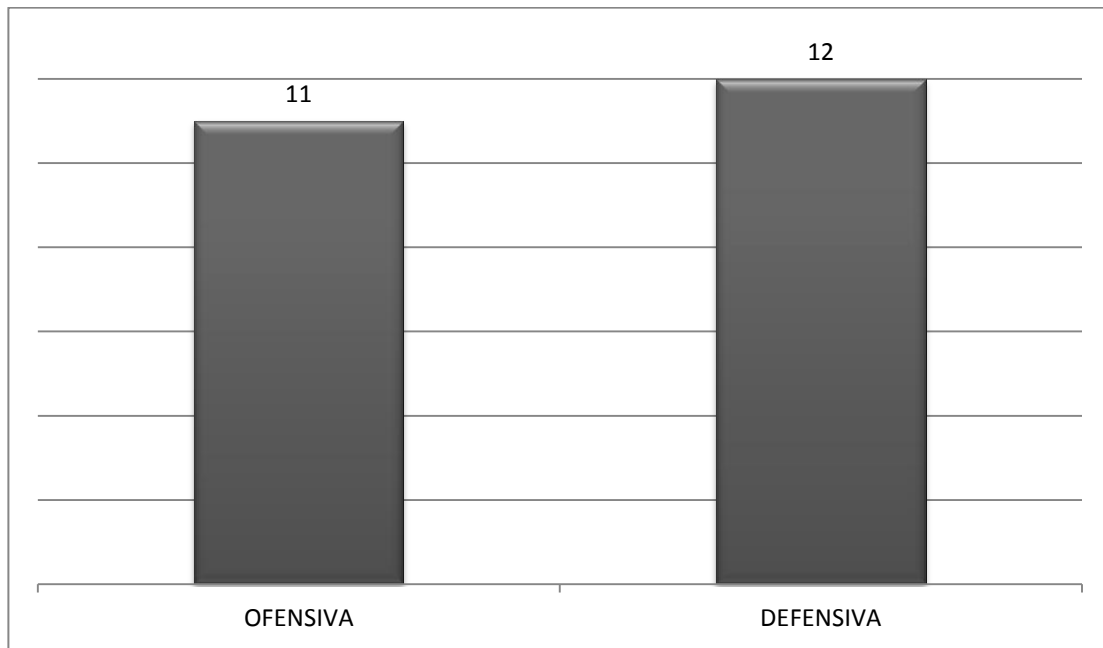


Tabla 1. Número de jugadores ofensivos y defensivos que acudieron a las evaluaciones.

	OFENSIVA	DEFENSIVA
NUMERO DE JUGADORES	11	12

De los 70 jugadores del equipo de futbol americano de los Potros Salvajes de la UAEM, solo el 32.85% cumplió con los criterios de inclusión, exclusión y eliminación; de los cuales el 15.71% es de la ofensiva y 17.14% de la defensiva.

Grafica 2. Número de jugadores por posición en el campo de juego de la ofensiva.

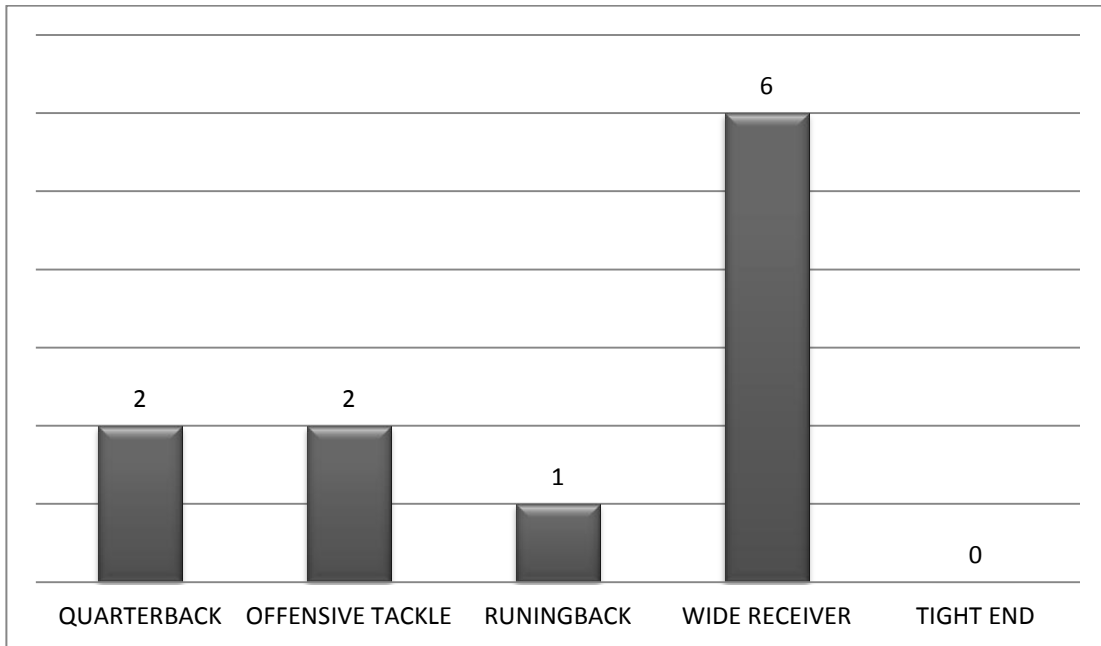


Tabla 2. . Número de jugadores por posición en el campo de juego de la ofensiva.

POSICION	QUARTERBACK	OFFENSIVE TACKLE	RUNNINGBACK	WIDE RECEIVER	TIGHT END
NUMERO DE JUGADORES	2	2	1	6	0

De los jugadores de la ofensiva que se estudiaron, el 54% corresponde a receptores, el otro 46% estudiado son de la línea ofensiva, corredor y los encargados de mandar los pases.

Grafica 3. Número de jugadores por posición en el campo de juego de la defensiva.

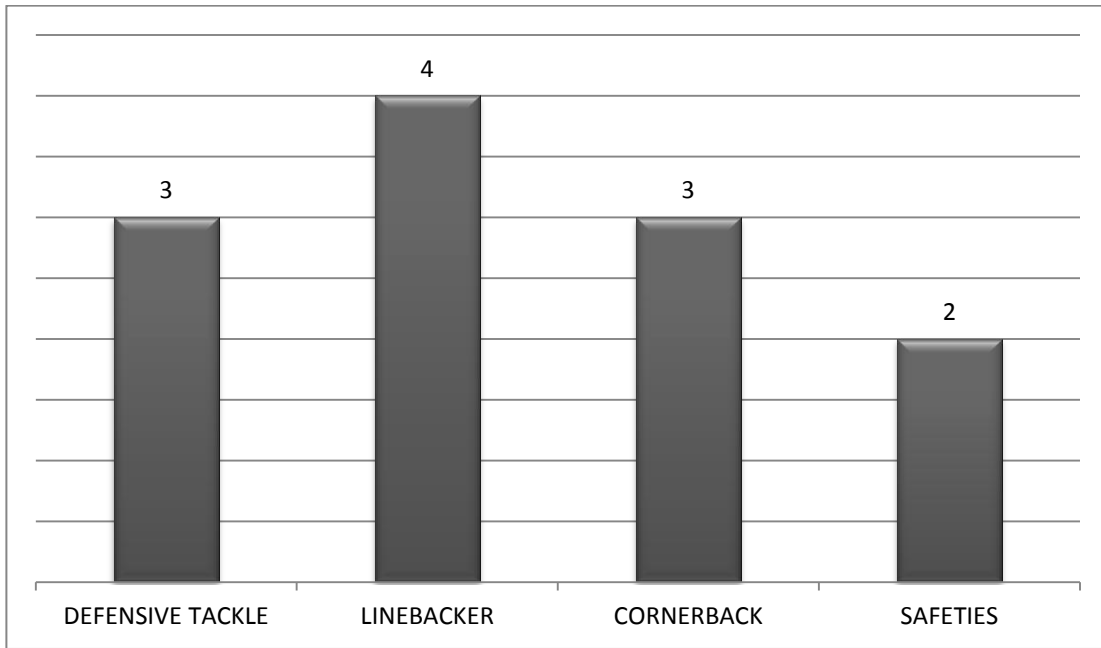


Tabla 3. . Número de jugadores por posición en el campo de juego de la defensiva.

POSICION	DEFENSIVE TACKLE	LINEBACKER	CORNERBACK	SAFETIES
NUMERO DE JUGADORES	3	4	3	2

De los jugadores de la defensiva estudiados, el 33.3% son linieros, 25% tackles, otro 25% corners y 16.7% safeties.

Grafica 4. Clasificación de la evaluación de potencia anaeróbica relativa obtenida por los jugadores.

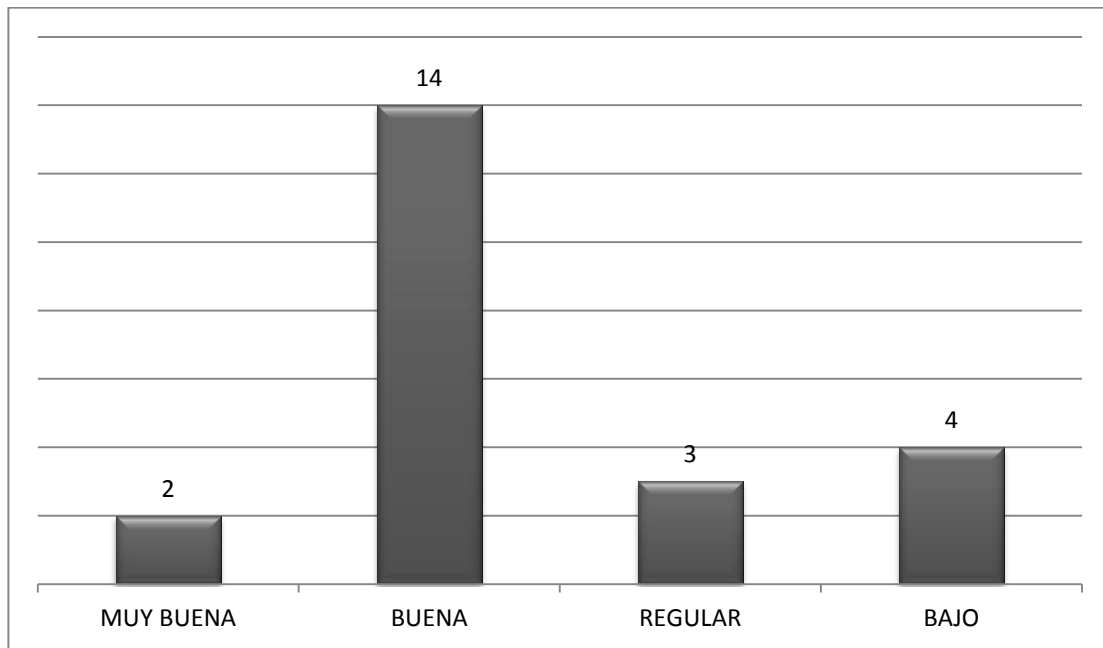


Tabla 4. Clasificación de la evaluación de potencia anaeróbica relativa obtenida por los jugadores.

	No. DE JUGADORES
MUY BUENO	2
BUENO	14
REGULAR	3
BAJO	4

Del total de jugadores que se estudiaron el 60.86% obtuvo una potencia anaeróbica relativa de entre 10 y 12 w/kg; lo que corresponde a una buena evaluación, solo un 8.69% obtuvo una muy buena calificación, el restante 30.43% obtuvo regular y bajo.

Grafica 5. Comparación entre ofensiva y defensiva, sobre la potencia anaeróbica relativa obtenida en las evaluaciones.

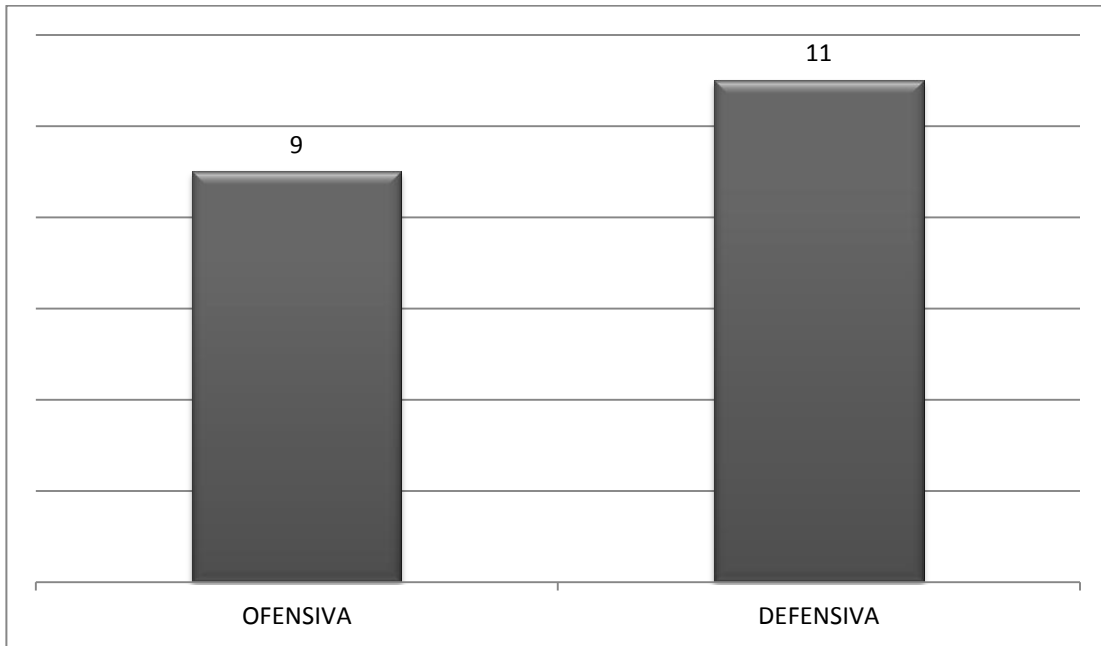


Tabla 5. Comparación entre ofensiva y defensiva, sobre la potencia anaeróbica relativa obtenida en las evaluaciones.

	OFENSIVA	DEFENSIVA
POTENCIA ANAEROBICA		
RELATIVA (w/kg)	9.3	11.06

Del total de jugadores evaluados, la defensiva obtuvo un mejor promedio de potencia anaeróbica relativa.

Grafica 6. Promedio de potencia anaeróbica relativa obtenida por posición de juego en la ofensiva.

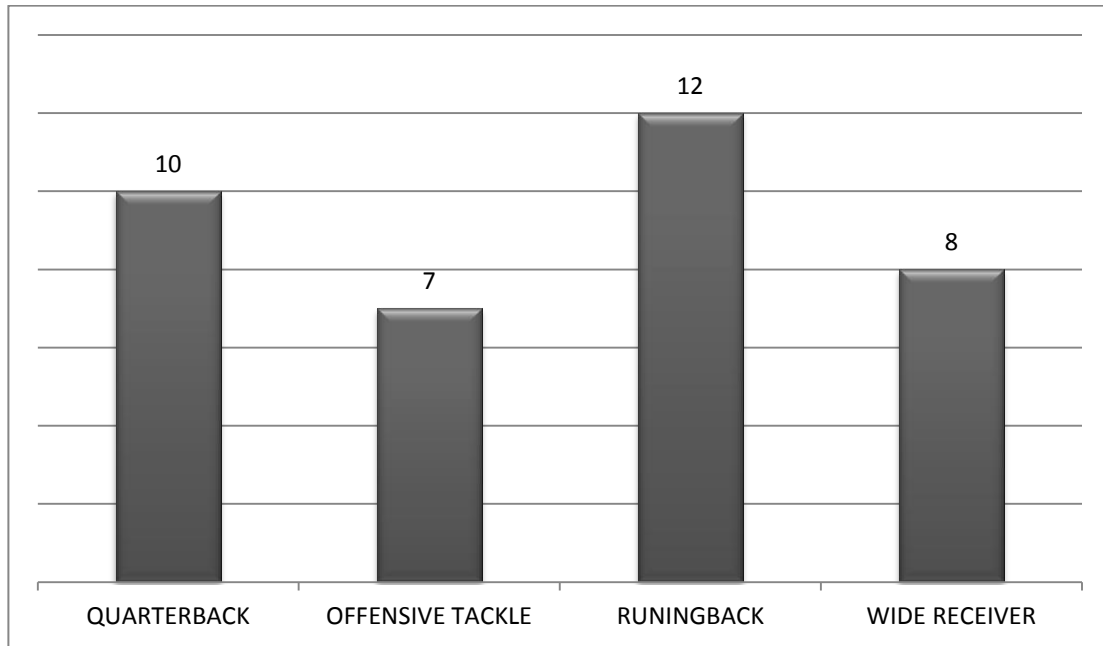


Tabla 6. Promedio de potencia anaeróbica relativa obtenida por posición de juego en la ofensiva.

POSICION	QUARTERBACK	OFFENSIVE TACKLE	RUNNINGBACK	WIDE RECEIVER
POTENCIA ANAEROBICA RELATIVA (w/kg)	10.7	7.6	12.5	8.9

De los jugadores de la ofensiva evaluados, los corredores obtuvieron el mejor promedio de potencia anaeróbica relativa con 12.5 w/kg, seguidos de los Quarterbacks, receptores y los tackles ofensivos.

Grafica 7. . Promedio de potencia anaeróbica relativa obtenida por posición de juego en la defensiva.

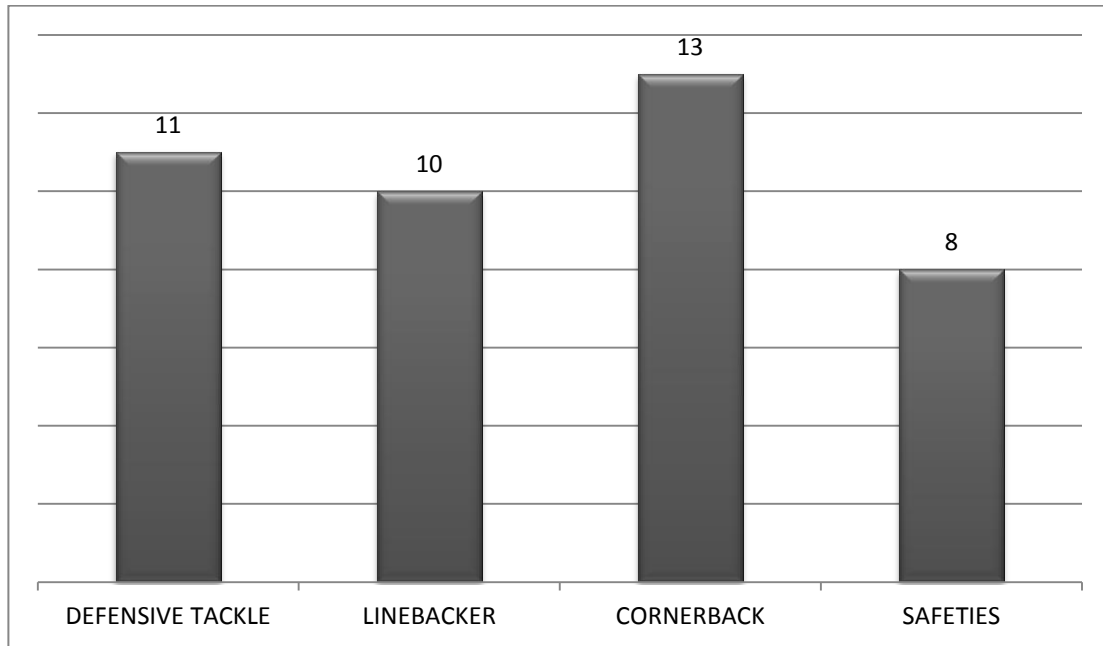


Tabla 7. Promedio de potencia anaeróbica relativa obtenida por posición de juego en la defensiva.

POSICION	DEFENSIVE TACKLE	LINEBACKER	CORNERBACK	SAFETIES
POTENCIA ANAEROBICA RELATIVA (w/kg)	11.3	10.3	13.2	8.9

De los jugadores de la defensiva evaluados, los cornerbacks obtuvieron el mejor promedio de potencia anaeróbica relativa con 13.2 w/kg, seguidos de los tacles defensivos, los linieros y safeties.

Grafica 8. Somatotipos obtenidos en los jugadores.

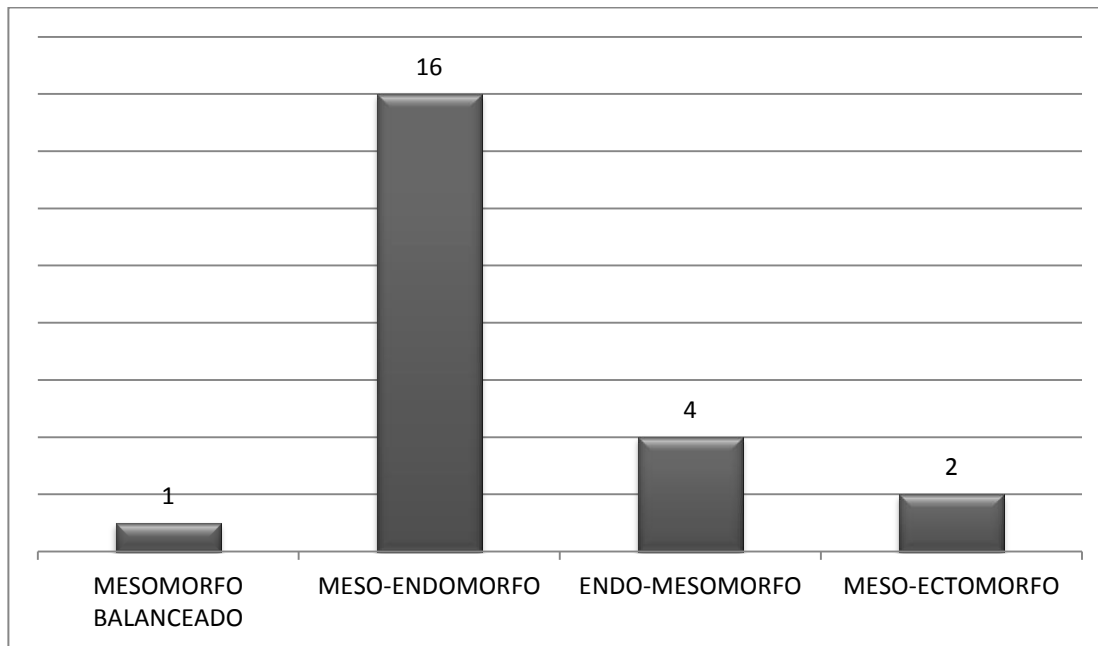


Tabla 8. Somatotipos obtenidos en los jugadores.

SOMATOTIPO	MESOMORFO BALANCEADO	MESO- ENDOMORFO	ENDO- MESOMORFO	MESO- ECTOMORFO
NUMERO DE JUGADORES	1	16	4	2

Del total de jugadores evaluados el 69% tiene un somatotipo meso-endomorfo, el 17% endo-mesomorfo y el resto se divide entre meso-ectomorfo y mesomorfo balanceado.

Tabla 9. Somatotipos obtenidos por posición en el campo de juego de la ofensiva.

SOMATOTIPO	MESOMORFO BALANCEADO	MESO- ENDOMORFO	ENDO- MESOMORFO	MESO- ECTOMORFO
POSICION				
QUARTERBACK		1	1	
OFFENSIVE TACKLE		2		
RUNNING BACK		1		
WIDE RECEIVER		4	1	1

De los jugadores de la ofensiva el 72% tienen un somatotipo meso-endomorfo.

Tabla 10. Somatotipos obtenidos por posición en el campo de juego de la defensiva.

SOMATOTIPO	MESOMORFO BALANCEADO	MESO- ENDOMORFO	ENDO- MESOMORFO	MESO- ECTOMORFO
POSICION				
DEFENSIVE TACKLE	1	2		
LINEBACKER		2	2	
CORNERBACK		3		
SAFETIES		1		1

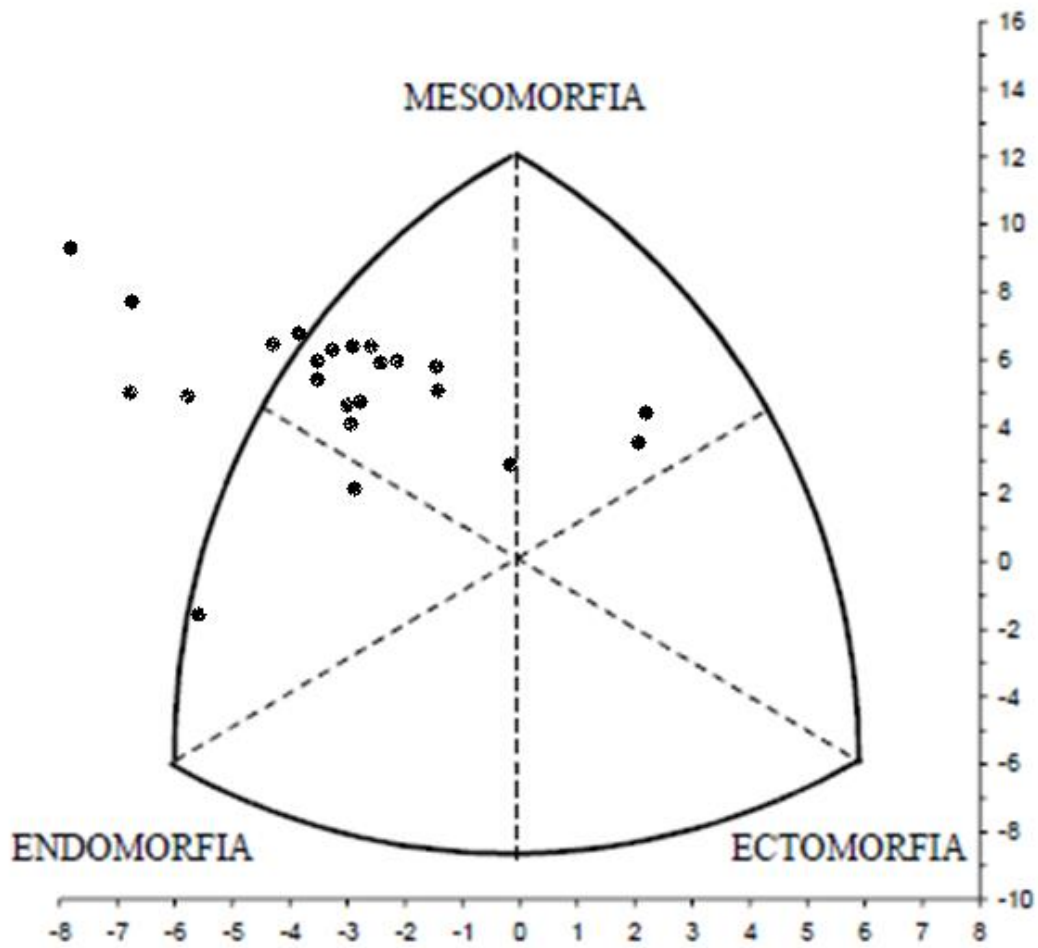
De los jugadores de la defensiva el somatitipo predominante es meso-endomorfo con el 66%.

Cuadro 11. Potencia anaeróbica relativa obtenida por somatotipos.

	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	BAJO
MESOMORFO BALANCEADO		1		
MESO-ENDOMORFO	2	8	3	3
ENDO-MESOMORFO		4		
MESO-ECTOMORFO		1		1

Del total de jugadores evaluados el somatotipo predominante meso-endomorfo obtuvo los mejores resultados de potencia anaeróbica relativa con 8% de jugadores de calificación muy buena y 34% con buena calificación.

Grafica 9. Análisis de la somatocarta.



Del total de jugadores evaluados el 69% se encuentra en el área de meso-endomorfo, el 17% endo-mesomorfo y el 14% restante se divide entre meso-ectomorfo y mesomorfo balanceado.

9. CONCLUSIONES

De los 70 jugadores del equipo de futbol americano de los Potros Salvajes de la UAEM, solo el 32.85% cumplió con los criterios de inclusión, exclusión y eliminación; de los cuales el 15.71% es de la ofensiva y 17.14% de la defensiva.

Del total de jugadores que se estudiaron el 60.86% obtuvo una potencia anaeróbica relativa de entre 10 y 12 w/kg; lo que corresponde a una buena evaluación, solo un 8.69% obtuvo una muy buena calificación, el restante 30.43% obtuvo regular y bajo. Del total de jugadores evaluados, la defensiva obtuvo un mejor promedio de potencia anaeróbica relativa.

De los jugadores de la ofensiva evaluados, los corredores obtuvieron el mejor promedio de potencia anaeróbica relativa con 12.5 w/kg; de los jugadores de la defensiva evaluados, los cornerbacks obtuvieron el mejor promedio de potencia anaeróbica relativa con 13.2 w/kg.

Del total de jugadores evaluados el 69% tiene un somatotipo meso-endomorfo, predominando tanto en la ofensiva como en la defensiva; obteniendo una potencia anaeróbica relativa por arriba de 10 w/kg en el 60.86% de los jugadores.

10. DISCUSIÓN

Al tratar de contrastar los resultados de los jugadores con otros estudios realizados y publicados en la literatura, encontramos estudios, si bien no iguales en cuanto a las variables del presente, similares en tratar de encontrar relaciones entre características antropométricas, porcentajes de masa muscular y masa grasa, fuerza isométrica y potencia anaeróbica.

En un estudio publicado por Michael R McGuigan y Jason B Winchester, de la School of Exercise, Biomedical and Health Sciences, Edith Cowan University, Joondalup, WA, Australia. Department of Kinesiology, Louisiana State University, Baton Rouge, LA, USA. Donde el propósito fue examinar la Relación entre la Fuerza Isométrica y la Fuerza Dinámica en Jugadores de Fútbol Americano de Nivel Universitario. Los sujetos en este estudio fueron veintidós jugadores varones, edad, 18.4 ± 0.7 años; talla, 1.88 ± 0.07 m; masa corporal, 107.6 ± 22.9 kg pertenecientes a División I del fútbol americano universitario. Los sujetos fueron evaluados para determinar la fuerza isométrica utilizando el ejercicio de flexión isométrica de la cadera. Se determinó la fuerza en 1RM en los ejercicios de sentadillas, press de banca y cargada de potencia como una medida de la fuerza dinámica. También se determinó la fuerza en dos repeticiones máximas (2RM) en el ejercicio de segundo tiempo con desliz en posición de tijeras. Se midió la altura en el salto vertical con una plataforma Vertec para la evaluación de saltos (sports imports, Hilliard, OH, USA), para obtener un indicador de potencia muscular. Los resultados indicaron que hubo una alta correlación entre las medidas de la fuerza isométrica y la fuerza en 1RM ($r = 0.61 - 0.72$, $p < 0.05$). También se observaron altas correlaciones entre la fuerza en 1RM en el ejercicio de cargadas de potencia y la fuerza en 1RM en sentadillas ($r = 0.90$, $p < 0.05$) y entre la fuerza en 2RM en el ejercicio de segundo tiempo y, la fuerza en 1RM en el ejercicio de cargadas de potencia ($r = 0.71$, $p < 0.05$), la fuerza en 1RM en sentadillas ($r = 0.71$, $p < 0.05$), la fuerza en 1RM en

press de banca ($r = 0.70$, $p < 0.05$) y la PF ($r = 0.72$, $p < 0.05$). Concluyeron que el fútbol americano es un deporte que requiere de altos niveles de fuerza y potencia muscular. Dado que la fuerza isométrica puede potencialmente diferenciar a los atletas más exitosos de los menos exitosos (Stone et al., 2002), estos test puede proveer información importante para el diagnóstico de los niveles de fuerza de los jugadores de fútbol americano. Y por último resaltaron la importancia de evaluar y entrenar estas capacidades en forma específica y no depender de un único test, como por ejemplo el test de 1RM, para tener un perfil completo del nivel de fuerza de un atleta (49).

En otro estudio publicado por Nestor J Ramos y Gustavo D Zubeldía, de la Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Catamarca. Catamarca, Argentina, donde el objetivo de este trabajo fue estudiar la Masa Muscular y Masa Grasa, y su relación con la Potencia Aeróbica (PA) y Anaeróbica (PAN), en futbolistas juveniles. Se midieron 31 sujetos de 18.6 ± 0.19 años, talla 175.2 ± 5.23 m; masa corporal, 72.25 ± 5.48 . El grupo estaba formado por 4 arqueros (Arq), 10 defensores (Def), 10 Mediocampistas (Med), 7 delanteros (Del). Las variables funcionales evaluadas fueron: la Potencia Aeróbica por medio del test de Cooper, la Potencia Anaeróbica Láctica (PAL) con el test de 40 segundos (40 SEG) y la Potencia Anaeróbica Aláctica (PAA) con los tests de 60 metros (60 MTS) y saltar y alcanzar (SyA). Se determinó indirectamente la potencia anaeróbica en watts a través de la ecuación de Sayers y el consumo máximo de oxígeno a través de la ecuación de Cooper. En cuanto a las variables antropométricas se midió: peso (kg), talla (cm), talla sentada (cm), perímetros (cm) y pliegues (mm). Se calcularon las variables indirectas de % Masa Muscular (% MM), % Masa Grasa (% MG), Masa Muscular en kg (MM kg) y Masa Grasa en kg (MG kg) con el método de 5 Componentes de Kerr. El método de investigación fue analítico - descriptivo y de tipo transversal. Se utilizó t-student y se cruzaron variables a través de la correlación de Pearson. Se encontró una correlación importante entre % MM y 60 MTS (-0.73); % MM y SyA (0.80). Para un

análisis más exhaustivo se dividió el grupo utilizando la mediana, donde el Grupo A tenía mayor % MM (46.49) y el Grupo B menor % M.M (39.66) $p < 0.0001$. Se hallaron diferencias significativas en 60 MTS $p < 0.001$, SyA $p < 0.001$ y Potencia Anaeróbica en Watts $p < 0.02$, a favor del grupo A. Por último se aplicó análisis de varianza (ONE WAY) para los diferentes puestos de juego, con posterior análisis a través de Tukey HSD test. En las variables morfológicas se encontraron diferencias significativas en: Peso $p < 0.0001$ para Arq vs Def, Med y Del, Talla $p < 0.037$ para Arq vs Med y Del, Talla Sentado $p < 0.05$ para Arq vs Def, Med y Del, MMkg $p < 0.01$ para Arq vs Def, Med y Del, MGkg $p < 0.0004$ para Arq vs Def, Med y Del % MG $p < 0.01$ para Arq vs Def, Med y Del. En las variables funcionales solo se halló diferencia en: Potencia anaeróbica aláctica expresada en Watts $p < 0.0001$ para Arq vs Def, Med y Del. Estos datos les permitieron concluir que: Un mayor desarrollo de la masa muscular incide de manera positiva sobre los valores obtenidos en los tests de potencia anaeróbica aláctica. No se encontró una alta relación entre el porcentaje de masa grasa y el rendimiento, ya que todos los futbolistas poseen un bajo % MG (50).

Haciendo una comparación general con los datos de los estudios antes mencionados y los del presente trabajo, nos damos cuenta que el promedio de edad en los tres trabajos es similar, 18.6 años para los jugadores de futbol asociación, 18.4 para los de futbol americano de la NCAA y 21.4 para los jugadores de los Potros Salvajes de la UAEM; para la masa muscular y la estatura tenemos 72.2 kg, 107.6 kg y 82.4 kg; 175.2 cm, 188 cm y 176.6 cm respectivamente; donde podemos observar menor peso y estatura en los jugadores de futbol asociación en comparación con ambos equipos de futbol americano; y un mayor promedio de peso y estatura de los jugadores de la NCAA con respecto a los jugadores de categoría Mayor de la UAEM, con una diferencia 25 kg en la masa muscular y 12 cm en la estatura. En los tres trabajos se menciona la importancia del desarrollo muscular para la obtención de una adecuada potencia anaeróbica.

Por lo anterior mencionado y en base nuestro marco teórico podemos decir que el somatotipo meso-endomorfo, el cual sabemos que la mesomorfia se refiere al desarrollo osteo-muscular y el endomorfismo se dirige a la adiposidad; esto relacionado al futbol americano donde cada posición requiere de características y cualidades diferentes, pero con el común de que por ser un deporte mixto con predominancia anaeróbica los jugadores deben tener una preparación física encaminada al desarrollo de la fuerza y la potencia lo que se relaciona con haber obtenido en el estudio predominancia en el somatotipo meso-endomorfo. El cornerback como lo menciona la definición es el hombre más veloz de la línea secundaria de la defensiva el cual se encarga de marcar personalmente al receptor; en el estudio fue el jugador que obtuvo el mejor promedio de potencia anaeróbica relativa con 13.2 w/kg, y con un somatotipo meso-endomorfo en el 100% de los cornerbacks.

El somatotipo predominante meso-endomorfo obtuvo los mejores resultados de potencia anaeróbica relativa con 8% de jugadores de calificación muy buena (potencia anaeróbica relativa mayor a 13 w/kg) y 34% con buena calificación (potencia anaeróbica relativa entre 10 y 12 w/kg), lo cual cumple con lo establecido en la hipótesis.

11. SUGERENCIAS

Se requiere de la evaluación del 100% de los jugadores para poder tener resultados concretos del estudio.

Se sugiere y sería de mucha utilidad realizar estas evaluaciones en todos los equipos de fútbol americano de liga mayor para poder realizar comparaciones y así obtener parámetros y estándares nacionales de los diferentes somatotipos y características físicas adecuadas de los jugadores en cada posición de juego.

12. BIBLIOGRAFIA

1. Del Olmo J. L., M. E. Salas. (1990). Estudios de Antropología Biológica. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Volumen V, segunda edición.
2. Reilly, T, Bangsbo, J. Franks, A. (2000) Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of sport sciences*, 18, 669-683.
3. Kerr, D.A.; Ackland, T.R.; Schreiner, A.B. (1995). The elite athlete—assessing body shape, size, proportion and composition. *Asia Pacific Journal Clinical Nutrition*. Vol. 4, pp., 58.
4. Norton, K., Olds, T. (1996) *Antropometría*. University of New South Wales. PREEES Australia. ISBN: 0-86840-2230.
5. Carter, J.E.L.; and Heath, B. (1990). *Somatotyping Development and Applications*. Cambridge, Cambridge University Press.
6. Weineck E (1994). *Fútbol total. El entrenamiento físico*. Paidotribo.
7. The History of Football. *The History of Sports*. Saperecom (2007). Consultado el 03 de Agosto de 2012.
8. NFL History 1869–1910. *NFL.com*. NFL Enterprises LLC (2007). Consultado el 03 de Agosto de 2012.
9. Cumellas, M; Girles, M. y Sánchez, M. (2001). "L'alumnat juga a fútbol americà. El joc del pre-flag". *Guix*, n. 273. Barcelona: Grao.
10. Padró, F; Arderiu, M; Cumellas, M; Guirles, M y Sánchez, M. (1999). *Unidades didácticas para secundaria X. Korfball. Fútbol americano. Coeducación y cooperación*. Barcelona: INDE.
11. México: Los deportes con más afición». México, D.F.: Consulta Mitofsky (12 jun. 2011).
12. Deporte y educación superior: el caso del fútbol americano estudiantil en México; Orellana Suárez Juan Gerardo; 1º ENCONTRO DA ALESDE "Esporte na América Latina: atualidade e perspectivas", UFPR - Curitiba - Paraná – Brasil, 30, 31/10 e 01/11/2008

13. Página oficial de Potros Salvajes UAEM; (<http://www.potrossalvajes.org/>). Consultada el 03 de Agosto de 2012.
14. Esparza, F. (Ed) (1993). Manual de Cineantropometría. Pamplona: (GREC) FEMEDE.
15. Carter, J.E.L. (1980). The Heath-Carter somatotype method. San Diego: San Diego University Press.
16. Carter JEL, Heath BH. (1990) Somatotyping: development and implications. Cambridge Studies in Biological Anthropology (Volume 5). Cambridge: Cambridge University Press.
17. Aragonés, M.T. (1989). Cineantropometría: puntos anatómicos y técnicas de medición. Jornadas de Estandarización del Grupo Español de Cineantropometría, GREC. CAR. San Cugat
18. Aragonés, M.T. (1985). Análisis del somatotipo. Actas del I Congreso Nacional de la Federación Española de Medicina del Deporte, pp. 131-136. Palma de Mallorca.
19. Sillero Quintana Manuel. El somatotipo; Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (I.N.E.F) Universidad Politecnica de Madrid; 2005
20. Grady E. Kaiser, John W. Womack, John S. Green, Ben Pollard, Greg S. Miller, Stephen F. Crouse; Perfiles morfológicos para el primer año NCAA _División I de fútbol Jugadores; Departamento de Kinesiología, Texas A & M University, College Station; 2008.
21. J. L. del Olmo, M. E. Salas. (1990). Estudios de Antropología Biologica. Universidad Nacional Autonoma de Mexico, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Volumen V, segunda edición.
22. J. Duncan Mac Dougall, Howard A. Wenger, Howard J. Green. Evaluacion Fisiologica del Deportista. Ed. Paidotribo, Coleccion Fitness.
23. Green, H. J. (1986). Muscle power: Fibre type recruitment, metabolism and fatigue. In N. L. Jones, N. McCartney, & A. J. McComas (Eds.), human Muscle power (pp. 65-79). Champaing, IL: Human Kinetics.

24. Sharp, R. L., troup, J.P., y Costill, D. L. (1982). Relationship between power and sprint freestyle swimming. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 53-56.
25. Berger, R. A. (1982). *Applied exercise physiology*. Philadelphia: Lea & Febiger.
26. Wilmore, J., Parr, R., Haskell, W., Costill, D., Milburn, W., y Kerlan, R. (1976). Football pro's strength and weakness charted. *The physiology*, 397-408.
27. Sale, D., y MacDougall, J. D., (1981). Specificity in strength training: A review for the coach and athlete. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 87-92.
28. Komi, P. V. (1984). Physiological and biomechanical correlates of muscle function: Effects of muscle structure and strength-shortening cycle on force and speed. In R. L. Terjung (Ed.), *Exercise and Sport Sciences reviews* (vol. 12, pp. 81-122). Toronto: D. C. Heath.
29. Hermansen, L. (1969). Anaerobic energy release. *Medicine and Science in Sport*, 32-38.
30. Newsholme, E. A., y Leech, A. R. (1983). *Biochemistry for the medical sciences*. Chichester, England: Wiley.
31. Jacobs, I., Bar-Or., Karlsson, J., Dotan, R., Tesch, P., Kaiser, P., y Inbar, O. (1982). Changes in muscle metabolites in females with 30-s exhaustive exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 457-460.
32. Margaria, R., Aghemo, P., y Rovelli, E. (1966). Measurement of muscular power (anaerobic) in man. *Journal of applied physiology*, 1662-1664.
33. Ayalon, A., Inbar, O., y Bar-Or, O. (1974). Relationships among measurements of explosive strength and anaerobic power. In R. C. Nelson & C. A. Morehouse, *International Series on Sports Sciences*, pp. 572-577.

34. Bosco, C., Komi, P. V., Tihanyi, J., Fekete, G. y Apor, P. (1983). Mechanical Power test and fiber composition of human leg extensor muscles. *European Journal of Applied Physiology*, 129-135.
35. Bosco, C., Luhtanen, P., y komi, P. V., (1983). A simple method for measurement of mechanical power jumping. *European Journal of Applied Physiology*, 273-282.
36. Garrido Chamorro Raúl Pablo, González Lorenzo Marta. Test de Bosco. Evaluación de la potencia anaeróbica de 765 deportistas de alto nivel; Servicios de Apoyo al Deportista del Centro de Tecnificación de Alicante (España); Año 10 - N° 78 - Noviembre de 2004.
37. Guyton y Hall. Tratado de Fisiología Medica. 10ª Edición. Unidad XV: Fisiología de los Deportes. 2001
38. Fernández Vaquero A. Sistemas energéticos en el ejercicio. En: López Chicharro J, Fernández Vaquero A, editores. *Fisiología del Ejercicio*. 3ª ed. Madrid: Ed. Panamericana; 2006.
39. Schiaffino S, Reggiani C. Molecular diversity of myofibrillar proteins: Gene regulation and functional significance. *Physiological Reviews*. 1996;76:371-423.
40. Morán Bermejo M. Tipos de fibras musculares. En: López Chicharro J, Fernández Vaquero A, editores. *Fisiología del Ejercicio*. 3ª ed. Madrid: Ed. Panamericana; 2006.
41. González Badillo JJ, Izquierdo Redin M. Fuerza muscular: concepto y tipos de acciones musculares. En: López Chicharro J, Fernández Vaquero A, editores. *Fisiología del Ejercicio*. 3ª ed. Madrid: Ed. Panamericana; 2006.
42. María Teresa Chiang Salgado, Pablo Latorre Acuña, Eric Zapata Jaque; Predicción de la potencia anaeróbica máxima en escolares a través de la carrera de 30 metros; *Laboratorio de Ergonomía. Departamento de Ciencias Fisiológicas. Facultad de Ciencias Biológicas y Recursos Naturales. Universidad de Concepción, Chile.*

43. López Chicharro J, Fernández Vaquero A. Fisiología del Ejercicio. 2ª ed. Madrid: Ed. Panamericana; 2003.
44. López Chicharro J, Aznar S, Vaquero AF, López Mojares LM, Lucía A, Perez M. Transición aeróbica-anaeróbica. Ed. Master-Line; 2004.
45. Powers y Howley, 2007, pp. 33-38, 57; Wilmore y Costill, 2004, pp. 120-123
46. Foss y Keteian, 1998, pp. 38-37, 41; McArdle, Katch y Katch, 2000, pp. 103-104, 128 129, 136, 138
47. Edgar Lopategui Corsino; Experimento de Laboratorio C-3, *POTENCIA VERTICAL*, 2012
48. Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2004). *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte* (5ta. ed.). Barcelona, España: Editorial Paidotribo. 715 pp
49. Michael R McGuigan y Jason B Winchester; Relación entre la Fuerza Isométrica y la Fuerza Dinámica en Jugadores de Fútbol Americano de Nivel Universitario; School of Exercise, Biomedical and Health Sciences, Edith Cowan University, Joondalup, WA, Australia. Department of Kinesiology, Louisiana State University, Baton Rouge, LA, USA. 2012.
50. Nestor J Ramos y Gustavo D Zubeldía; Masa Muscular, Masa Grasa, y su relación con la Potencia Aeróbica y Anaeróbica, en futbolistas juveniles. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Catamarca. Catamarca, Argentina. 2012

13. ANEXOS

ANEXO 1



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Medicina



Medicina de la Actividad Física y Deporte

HISTORIA CLINICA

ID. _____

FECHA: _____ HORA: _____

NOMBRE DEL PACIENTE: _____

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: _____

DOMICILIO: _____

TELÉFONO: _____ SEXO: _____ EDAD: _____ ESTADO CIVIL: _____

OCCUPACIÓN: _____ LADO DOMINANTE: _____

ANTECEDENTES FAMILIARES:

PADECIMIENTOS	ABUELOS	PADRE	MADRE	HERMANOS	OTROS
DIABETES					
CARDIOPATIAS					
H.A.S.					
I.A.M.					
OBESIDAD					
CANCER					
OTROS					
MUERTE SÚBITA					

ANTECEDENTES PERSONALES NO PATOLÓGICOS

ALCOHOLISMO	TABAGUISMO	DROGADICCIÓN	INMUNIZACIONES	HIGIENE	ALIMENTARIOS

OBSERVACIONES: _____

ANTECEDENTES PERSONALES PATOLÓGICOS:

H.A.S.	DIABETES	I.A.M.	CANCER	OBESIDAD	ALERGIAS	LIPOTIMIAS	CONVULSIONES	ASMA	ANEMIA

PARASITOSIS	VENEREAS	HEMORRAGICOS	QUIRURGICOS	HEPATITIS	TRANSFUSIONES	EXANTEMATICAS	OTRAS

OBSERVACIONES: _____

ANTECEDENTES TRAUMATOLÓGICOS:

LESIONES	FRACTURAS	LUXACION	ESGUINCE	T.C.E.	MUSCULARES	CONTUSIONES

OBSERVACIONES: _____

ANTECEDENTES DEPORTIVOS

DEPORTE PRINCIPAL: _____ EQUIPO: _____

CATEGORÍA: _____ POSICIÓN: _____ EDAD DE INICIO: _____

ENTRENADOR: SI: _____ NO: _____ RESULTADOS Y/O RECORDS OBTENIDOS: _____

HR.S. DE ENTRENAMIENTO A LA SEMANA: _____ MÉTODO: _____ MIXTO

ALTERACIONES ANTES, DURANTE O DESPUES DE ENTRENAMIENTO O COMPETENCIA: _____

INCAPACIDAD DEPORTIVA: _____ TEMPORAL: _____ PERMANENTE: _____

CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDAD FÍSICA:

INACTIVO: _____ IRREGULARMENTE ACT. _____ REGULARMENTE ACTIVO: _____

MUY ACTIVO: _____ FITNESS: _____

PADECIMIENTO ACTUAL:

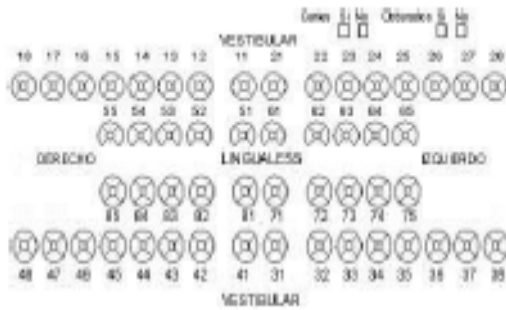
SINTOMAS DE IMPORTANCIA	DESCRIBIR

EXPLORACION FISICA:

PESO	ESTATURA	F.C.	F.V.	P.A.	%	GPO. Y RH
77kg	182.7CM	65X	19X	90/60		O (+)

REGION ANATOMICA	NORMAL	DESCRIBIR SI EXISTE PATOLOGIA
CABEZA	X	
NARIZ	X	
BOCA	X	
CUELLO	X	
TORAX	X	
R. PRECORDIAL	X	
C. PULMONARES	X	
ABDOMEN	X	
GENITALES	X	
TREN SUPERIOR	X	
TREN INFERIOR	X	

ODONTOGRAMA



GABINETE Y LABORATORIO: _____

IDX: _____ CLINICAMENTE SANO

TAMIZAJE: _____ A1 CLASIF. NYHA: _____ 1

TRATAMIENTO: _____

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES: _____

MÉDICO TRATANTE

CED. PROFESIONAL

ANEXO 2



Consentimiento Informado

Facultad de Medicina

Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte

Versión Vigente: No. 00

Fecha: 11/07/12

Yo: _____
Apellido Paterno: _____ Apellido Materno: _____ Nombre(s): _____

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

_____ Composición Corporal:	_____ Agudeza Visual
_____ Por Bioimpedancia	_____ Análisis del Movimiento
_____ Antropometría	_____ Audiometría
_____ Historia clínica	_____ Espirometría
_____ Consulta Nutricional	_____ Evaluación Isocnética
_____ Consulta Psicológica	_____ Potencia Anaeróbica
_____ Test Psicológico	_____ Prueba de Esfuerzo
_____	_____

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

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

AUTORIZO: _____ FECHA: _____



ANEXO 3



Universidad Autónoma del Estado de México

UAEM

Facultad de Medicina

Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte

REPORTE DE ANTROPOMETRÍA
 NOMBRE DEL ATLETA: Rey Colín Víctor Manuel
 FECHA DE EVALUACIÓN: 14 de Junio del 2012

Mediciones obtenidas:

Básicas	Medición
Masa Corporal	68.8 kg
Estatura	171.5 cm
Pantallas	Medida
Tríceps	10.8 mm
Subescapular	11.2 mm
Bíceps	3.6 mm
Pectoral	8.5 mm
Axilar/torácico	8.7 mm
Cresta Ilíaca	14.3 mm
Supraespal	8.2 mm
Abdominal	14.8 mm
Muño medial	8.8 mm
Pantorrilla	7.3 mm
Perímetros	Medida
Brazo relajado	31.7 cm
Brazo en flexión	34.5 cm
Cintura	77.2 cm
Cadera máximo	92.7 cm
Muño medio	50.7 cm
Pantorrilla máximo	34.8 cm
Dímetros	
Biestrúden	5.4 cm
Diaprosiditas de brazo	7.0 cm
Diaprosiditas de femur	10.2 cm
Humerocoleo	7.1 cm

Resultados:

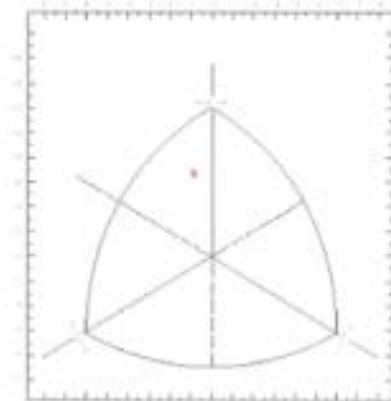
	Kg	%
M. Grasa:	10.3	15.0
M. Ósea:	11.4	16.6
M. Visceral:	16.5	24.1
M. Muscular:	20.5	44.3
Total	68.8	100

El porcentaje de grasa corporal esperado para un jugador de Fútbol Americano cuya posición es Cornerback oscila entre 7.9 y 13.1%⁽¹⁾, en este caso Rey Colín Víctor Manuel presenta un 15.0% de grasa corporal lo que indica que se encuentra por arriba del parámetro esperado para el deporte y la posición.

SOMATOTIPO

Endomorfa: 3.0
Mesomorfa: 5.9
Ectomorfa: 2.0
MESO-ENDOMORFO

Somatograma



Las fórmulas utilizadas para el cálculo de la composición corporal fueron:
 Densidad Leblond, Porcentaje de grasa: STREI Masa Ósea: Roche
 Masa visceral: Constante de Wirth, Masa muscular: Matiegola
 (1) Grady E, Kaiser, et al. Morphological profiles for first year NCAA Division I Football players (2008).

Lic. Nat. Sharel Maldonado Domínguez, ISAK Nivel I
 PLN Ma. Genety Jacobo Cejudo, ISAK Nivel I
 PLN Paola Y. Carriel Nájera, ISAK Nivel I



Eduardo Henrey Cárdenas s/m. CP. 80110
 Col. San Buenaventura, Toluca, México.
 Tels. (722) 2789802, 2789827
 Mail: ruficina@deportesuaem@hotmail.com

ANEXO 4



Universidad Autónoma del Estado de México

UAEM

Facultad de Medicina

Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte

EVALUACIÓN DE POTENCIA ANAERÓBICA

Nombre: REYO COLIN VICTOR MANUEL Fecha: Toluca, México a 14 de Junio de 2012

Edad: 21 años Deporte: Fútbol Americano

Equipo: UAEM Posición/prueba: CORNERBACK

Se realiza protocolo de Bosco en plataforma Michecevi obteniendo:

PRUEBAS DE REACCIÓN (VISUAL/AUDITIVA)

	RESULTADO		CALIFICACIÓN
VISUAL CORTA:	285.4	mseg	BAJO
AUDITIVA CORTA:		mseg	
VISUAL LARGA:		mseg	

VELOCIDAD DE REPETICIÓN

	RESULTADO		%RESISTENCIA
JOGGING:	2.3	pasos/seg	95.7
SPRINT:		pasos/seg	

POTENCIA ANAERÓBICA

	RESULTADO		CALIFICACIÓN
POTENCIA ANAERÓBICA RELATIVA:	16.1	W/Kg	REGULAR
POTENCIA ANAERÓBICA ABSOLUTA:	1110.9	Watts	
VELOCIDAD DE SALTO:	260.1	mseg	REGULAR
TRABAJO MECANICO:	28.7	kgf m	BAJO
ALTURA EN SALTOS:	41.6	cm	BAJO

Sugerencias: Correlacionar resultados con etapa de entrenamiento, se sugiere repetir el estudio después de trabajadas dichas capacidades.

Dr. Francisco Daniel Pérez Herrera R2MAF yD
C. Prof. 7107165



Edoardo Mixcoy Cárdenas s/lta. CP. 50110
Esl. San Buenaventura, Toluca, México
Tels. (722) 279 8802, 2798827
Mail: eudo@ciadefpafmex.com@hotmail.com

ANEXO 5

Baremo para la obtención de la clasificación en las evaluaciones de potencia anaeróbica relativa.

MUY BUENO	13 - > w/kg
BUENO	10 – 12 w/kg
REGULAR	7 – 9 w/kg
BAJO	4 – 6 w/kg