

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO



RESISTENCIA A LA POTENCIA EN MIEMBROS INFERIORES,
COMPARATIVO ENTRE COMPOSICIÓN CORPORAL, EN VOLEIBOL Y
FUTBOL RÁPIDO

POR:
L.E.D BIANCA ANGELICA CEJAS HERNÁNDEZ

TESINA
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRIA EN ACTIVIDAD FISICA Y DEPORTE
CON ORIENTACIÓN EN ALTO RENDIMIENTO DEPORTIVO

SAN NICOLÁS DE LOS GARZA, N.L.

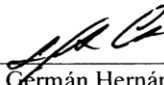
JULIO 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO

Los miembros el Comité de Titulación de la Maestría en Actividad Física y Deporte integrado por la Facultad de Organización Deportiva, recomendamos que el Producto Integrador en modalidad Tesina titulado “Resistencia a la potencia en miembros inferiores, comparativo entre composición corporal en voleibol y futbol rápido” realizado por la Lic. Bianca Angélica Cejas Hernández, sea aceptado para su defensa como oposición al grado de Maestro en Actividad Física y Deporte con Orientación en Alto Rendimiento Deportivo.

COMITÉ DE TITULACIÓN

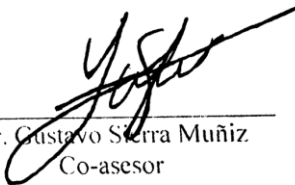
COMITÉ DE TITULACIÓN



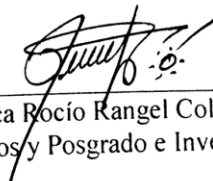
Dr. Germán Hernández Cruz
Asesor Principal



Blanca Rocío Rangel Colmenero
Co-asesor



Dr. Gustavo Sierra Muñiz
Co-asesor



Dra. Blanca Rocío Rangel Colmenero
Subdirección de Estudios y Posgrado e Investigación de la FOD

Nuevo León, Julio 2018

Dedicatoria

En esta ocasión quiero dedicar el esfuerzo impreso en este documento primeramente a Dios quien me ha preparado día con día para lograr llegar hasta aquí y cumplir un sueño y un objetivo personal muy importante en mi vida.

También quiero dedicar y agradecer infinitamente a mis padres Miguel Ángel Cejas Gándara y María Blanca Hernández Alba, quienes se han esforzado y sacrificado toda su vida para que no me falte amor, respeto, apoyo y todo lo necesario para vivir, son a quienes les debo las ganas de salir adelante y ser una mejor persona, de ellos eh recibido todo lo que soy y eh contado con su apoyo en cada decisión que he tomado, es por eso por lo que esto lo dedico principalmente a ellos.

Agradecimientos

No cabe duda de que la vida no es tan sencilla si no cuentas con el apoyo, la confianza y el amor de quienes forman parte de ti y de tu vida, quiero agradecer a todos aquellos que formaron parte de este proceso formativo y de esta etapa en mi vida, que, si bien no fue fácil, con sus sonrisas, ocurrencias y demás apoyo no hubiera disfrutado y aprendido tanto de mí y de ustedes.

A Dios le agradezco la dicha de permitirme caminar por este sendero de la educación y de poner en mi camino siempre a gente de gran corazón, por darme la vida y la salud para poder concluir este proceso.

A mis padres quienes me inspiran amor, ternura, pasión, coraje y fuerza para despertar día con día, quiero agradecer todo lo que me han dado y me han enseñado en este caminar. Los amo.

A mis hermanas Ana Luisa Cejas Hernández y Natalia Michel Cejas Hernández que nunca me han dado la espalda y siempre han sabido como llenar mi corazón de fuerza y tenacidad para ser ejemplo, por sus infinitas muestras de paciencia y amor. Gracias.

A Bianca Guadalupe Mares Muñoz, que, sin todo su apoyo incondicional, amor, confianza, este proceso no sería el mismo, gracias por estar en la buenas y en las malas conmigo y por mostrarme siempre que ningún mal dura cien años. Y todos mis amigos por su apoyo infinito.

Al Dr. Germán Hernández Cruz por su entrega y confianza, por cada palabra de aliento, por cada momento de felicidad y de aprendizaje, gracias infinitas Dr. porque a pesar de que somos tan diferentes, usted siempre me mostro su gran corazón y me inspiro hacer las cosas correctas y de la mejor manera, gracias por su paciencia, sé que pude haberlo aprovechado más, pero me llevo lo mejor de usted y ya es un tesoro para mí.

Al Dr. Gustavo Sierra Muñiz por ser mi más grande motivador y amigo, quien siempre estuvo al pendiente de mí y que tengo la dicha de contar con su amor y amistad incondicional, gracias Dr. Por ser quien me abriera este panorama y me diera la confianza de ser quien soy y de todo lo que puedo lograr, sin usted esto no habría sido posible.

A mis principales colaboradores y aportadores de gran conocimiento en tan poco tiempo, a la Dra. Blanca Rangel Colmenero, la Dra. Myriam Saraí García Dávila, al futuro Dr. José Raúl Hoyos Flores, al Dr. José Trinidad Quezada y a todos mis compañeros de laboratorio que siempre estuvieron para mí, me mostraron que todos tenemos algo que aportar y que todos somos capaces de lograr nuestras metas y objetivos a pesar de la adversidad, gracias de corazón a todos ustedes por sus grandes aportaciones tanto personales como académicas en mi vida, Janeth, Felipe , Dany, Lili, los llevo en mi corazón siempre.

FICHA DESCRIPTIVA

Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Organización Deportiva

Fecha de Graduación: Julio 2018

L.E.D Bianca Angelica Cejas Hernández

Título del Producto Integrador: RESISTENCIA A LA POTENCIA EN MIEMBROS INFERIORES, COMPARATIVO ENTRE COMPOSICIÓN CORPORAL EN VOLEIBOL Y FUTBOL RÁPIDO

Número de páginas: 67

Candidato para obtener el Grado de Maestría en Actividad Física y Deporte con Orientación en Alto Rendimiento Deportivo

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo comparar las características de composición corporal y somatotipo de los jugadores de voleibol y futbol rápido en cuanto a la capacidad de potencia y resistencia a la fuerza explosiva. La muestra fue constituida por 21 atletas pertenecientes a selectivos universitarios de voleibol y futbol rápido, a los cuales les fue evaluado el perfil antropométrico reducido, obteniendo el somatotipo y porcentaje de grasa, además de evaluaciones de potencia en salto vertical por medio de la batería de Bosco.

Se realizó un análisis descriptivo de los datos obtenidos mediante el paquete estadístico SPSS versión 22. Se realizó prueba de normalidad utilizando el test de Shapiro-Wilk, para los resultados paramétricos se utilizó la prueba de ANOVA y posteriormente el post-hoc de Tukey. Para los datos no paramétricos se utilizó la prueba de Friedman y posteriormente el post-hoc de Wicolxon. Por último, para observar la relación entre variables, se utilizó correlaciones paramétricas y no paramétricas mediante los test de Pearson y Spearman respectivamente.

Dr.- Germán Hernández Cruz: _____

INTRODUCCIÓN.....	1
MARCO TEÓRICO.....	5
Características del Voleibol.....	5
Voleibol actual en México.....	6
Deporte Universitario	7
Futbol rápido o futbol bardas	8
La Fuerza y sus implicaciones en el Deporte	9
Deportes clasificacion.....	9
Definición de Fuerza	10
Aspectos fisiológicos de la fuerza	11
Fuerza explosiva o fuerza rápida	12
Fuerza explosiva y la capacidad reactiva.	13
Fuerza Resistencia	14
Potencia	15
Potencia mecánica	16
Metabolismo muscular, energía y sistemas energéticos.....	18
Sistemas energéticos predominantes en el voleibol	19
Metabolismo Anaeróbico aláctico.	20
Metabolismo anaeróbico láctico.....	20
Metabolismo Aeróbico.	20
Potencia anaeróbica.	21
Energía elástica y ciclo de estiramiento-acortamiento (CEA).....	22
Causas de la fatiga muscular.	23
Salto vertical.....	24
Herramientas de evaluación de salto vertical	26
Test de Bosco	27
Test de salto Contra movimiento (CMJ).	27
Test de saltos Continuos tipo CMJ.....	28

<i>Consideraciones fisiológicas</i>	29
Evaluación y valoración de la fuerza explosiva con el test de Bosco	30
Antropometría.....	31
Peso corporal y diferencias sexuales en el deporte.....	32
Somatotipo en el deporte	32
METODOLOGÍA	34
Tipo de estudio	34
Población y muestra	34
Criterios de inclusión.....	34
Criterios de exclusión	34
Variables.....	34
Instrumentos de medición.....	34
Procedimiento.....	35
Análisis estadístico.	37
RESULTADOS	38
DISCUSIONES	46
CONCLUSIONES	52
REFERENCIAS	53
Resumen autobiográfico	57

INTRODUCCIÓN

El deporte en la actualidad se caracteriza por su alta complejidad debido a sus exigencias técnicas, tácticas y sobre todo físicas (Reynaud, 2011), así como a las variables antropométricas específicas para las diferentes disciplinas. Debido al aumento en el nivel de competencia a lo largo del tiempo se ha visto un aumento en la búsqueda de deportistas que cumplan con ciertas características tanto físicas como antropométricas. Las evaluaciones actuales en el alto rendimiento buscan ser más específicas, en el voleibol y futbol como deportes de conjunto y de esfuerzos intermitentes, las evaluaciones suelen ser muy similares a pesar de que las características técnico-tácticas del deporte no sean las mismas.

Una de las capacidades físicas determinantes y más evaluadas para la mayoría de los deportes en la actualidad es la fuerza, según Siff &Verkhoshansky (2014) la fuerza muscular adquiere una especificidad que se vuelve más aparente a medida que aumenta el nivel de maestría deportiva. Las formas específicas de la manifestación de la fuerza en actividades deportivas son: la fuerza absoluta, la fuerza explosiva y la fuerza resistencia, según Bosco la fuerza puede ser definida desde dos perspectivas: biomecánica y fisiológica. Bosco (2000) define la fuerza explosiva como “la capacidad del músculo de desarrollar gradientes de fuerza muy elevados en muy poco tiempo”. Si hablamos de fuerza-resistencia se caracteriza por la capacidad para mantener con eficacia el funcionamiento muscular de larga duración en distintos tipos: fuerza resistencia estática, fuerza resistencia dinámica y fuerza resistencia explosiva (Siff &Verkhoshansky, 2014).

Con el objetivo de establecer una evaluación estándar dentro del área de la fuerza Bosco (1994) diseñó una batería de test que está compuesta de seis pruebas (Squat Jump, Countermovement, Squat Jump con carga, Abalakov, Drop Jump y Repeat Jump), la cual ha sido utilizada en diferentes estudios en los que se analiza la fuerza explosiva del tren inferior como una variable del rendimiento deportivo (Gorostiaga, 2005).

El voleibol es un deporte altamente explosivo al igual que el futbol rápido ya que sus espacios son reducidos en comparación con otros deportes de conjunto, la manifestación de la fuerza explosiva está presente en numerosas acciones técnicas, sin

embargo, la potencia que se genera durante la ejecución de un solo gesto o un solo salto determinará la capacidad explosiva de este, mas no la capacidad de resistir la generación de los mismos gradientes de potencia durante todo un partido o durante la mayoría de esfuerzos explosivos. En el caso del voleibol es aún más determinante la resistencia a la fuerza explosiva que la misma generación de potencia en un salto, ya que el partido lo gana quien logre realizar la mayor cantidad de puntos en el menor tiempo posible y estos puntos en el voleibol se obtienen saltando ya sea en el ataque o la defensa.

Los factores antropométricos como la composición corporal, el somatotipo y las características antropométricas de los deportistas tienen un papel fundamental en el éxito de su rendimiento (Duncan, 2006 y Bandyopadhyay, 2007). Por tanto, el estudio de la composición corporal a través del método de la antropometría en los atletas, es una de las ciencias aplicadas al deporte de gran importancia, ya que permite tener un control de diferentes parámetros de rendimiento por medio de la misma. La obtención del peso corporal, estatura, longitudes, diámetros, perímetros y pliegues cutáneos nos aporta información de la composición corporal que posee un deportista; siendo un método fiable para utilizar en el área del deporte certificado por la Internacional Society for the Advancement Kineantropometry (ISAK, 2006; Martínez, 2012).

Es por eso que nuestra justificación se basa en la evaluación constante de la potencia y resistencia a la fuerza explosiva por medio de la batería de Bosco en el voleibol y futbol ya que nos permite conocer el desarrollo físico del atleta relacionado con la interacción del deportista, su preparación física y el ambiente en el que se desenvuelve; además de las necesidades físicas y morfológicas que este requiere para la práctica diaria y su desempeño competitivo. En cuanto a la conveniencia de esta investigación, es imprescindible encontrar una manera viable y específica para la evaluación constante de la fuerza explosiva en el voleibol y futbol rápido, con el fin de predecir el desempeño físico de un deportista ante una competencia. El voleibol es un deporte que ha adquirido un gran número de practicantes en el país, se practica desde edades tempranas y en la actualidad contamos con representantes mundiales dentro de esta disciplina. Sin embargo, no es hasta el año 2016 que se logra una clasificación a juegos olímpicos en la rama varonil. La relevancia social de este estudio permite

alcanzar a toda esa comunidad practicante de voleibol y futbol rápido desde etapas formativas hasta la elite nacional, a pesar de que el voleibol es un deporte popular, en México no se llegan a valores de rendimiento de la elite mundial. El deporte universitario es en México uno de los mayores exponentes de alto rendimiento dentro de esta disciplina, no muchas instituciones de nivel superior se ven interesadas en el desarrollo de este deporte, sin embargo, aquellas que cuentan con representación, la mayoría no evalúa a sus atletas constantemente, y las pocas evaluaciones no son tan específicas para las exigencias de la propia disciplina. La importancia y valor teórico que este trabajo puede aportar para el desarrollo de este deporte a nivel universitario es dar a conocer resultados sobre el comportamiento de estas variables antropométricas y físicas en voleibolistas y futbolistas universitarios de elite nacional, sustentar una evaluación específica que tenga una utilidad metodológica, para entrenadores y preparadores físicos, que busquen el desarrollo de la capacidad de resistencia a la fuerza explosiva y potencia en miembros inferiores.

El planteamiento del problema de este estudio fue debido a que en la actualidad, para las evaluaciones físicas realizadas en el deporte de voleibol y futbol rápido a nivel universitario en México, no se cuenta con herramientas suficientes y confiables como para detectar un cambio inducido por el entrenamiento, ya que estas evaluaciones no son constantes. Este proceso debe ser estructurado, y llevar a una herramienta de diagnóstico y evaluación constante significativa, para los entrenadores y atletas, proporcionando la suficiente cantidad de datos a través de un mínimo de costo, que permita evaluar las capacidades específicas para cada disciplina.

La pregunta de investigación que planteamos para esta investigación fue, ¿Qué correlación tendrán las variables antropométricas, como el somatotipo y porcentaje de grasa, en el desempeño físico de resistencia y la fuerza explosiva en miembros inferiores en atletas de voleibol y futbol rápido?

Dentro de las hipótesis encontramos que se busca que exista una correlación entre el somatotipo con la curva de potencia generada durante la prueba de resistencia a la fuerza explosiva, encontrando diferencias en composición corporal entre ambas disciplinas y su relación con el porcentaje de grasa, observando que los voleibolistas

presentaran valores más altos de potencia mecánica y los futbolistas valores más elevados de resistencia a la potencia

Es por eso que las variables a considerar en este estudio son las variables antropométricas; masa corporal, talla, porcentaje de grasa corporal y somatotipo, además de variables de rendimiento físico como lo son la potencia y resistencia a la potencia, pérdida de la misma, así como altura de salto y tiempos de vuelo de tren inferior por medio de 2 tipos de salto de la batería de Bosco (CMJ y rebound jump).

El objetivo general de este estudio es correlacionar las características de composición corporal de jugadores de voleibol y futbol rápido, con la capacidad de resistencia a la fuerza explosiva y potencia del tren inferior.

Los objetivos específicos de esta investigación son:

1. Determinar el perfil de somatotipo por medio de medición antropométrica de perfil reducido y hacer el cálculo del porcentaje de grasa.
2. Evaluación de la potencia y resistencia a la fuerza explosiva por medio de la batería de Bosco.
3. Describir y comparar el comportamiento de la curva de potencia en miembros inferiores de los diferentes grupos de jugadores.
4. Analizar el comportamiento de la curva de potencia en miembros inferiores de los diferentes grupos de jugadores y el somatotipo predominante.
5. Correlacionar la curva de potencia con las variables de porcentaje de grasa y salto CMJ.
6. Describir la correlación entre el índice de elasticidad y el comportamiento de la curva de potencia de los diferentes grupos de jugadores.

MARCO TEÓRICO

Características del Voleibol

El voleibol es un deporte de equipo, de esfuerzos intermitentes de alta intensidad, donde existe una combinación entre la capacidad aeróbica y anaeróbica, ya que son necesarias para realizar una secuencia de actividades bien coordinadas y de alta demanda (Gabbett & Georgieff, 2016). La manifestación de la fuerza explosiva está presente en numerosas acciones técnicas del voleibol (saltar, golpear el balón). Por lo tanto, los jugadores de voleibol deben poseer suficiente fuerza muscular a corto plazo para competir a un alto nivel (Nikolaidis y otros, 2015). Durante un partido de voleibol, los jugadores están involucrado en varios movimientos tales como: saltos defensivos y ofensivos, bloqueos, remates y sprints, donde la potencia, la fuerza, la agilidad y la velocidad son requeridos (Ayuso, González, Suárez, & Zourdos, 2015).

El esfuerzo máximo durante períodos cortos de tiempo, generalmente, determina el resultado de un juego (Grgantov, 2013). A diferencia de otros deportes explosivos como lo son los sprint, saltos de altura o levantamientos de pesas, en el voleibol estos esfuerzos suelen ser jugada tras jugada, si bien no todos los integrantes del equipo realizan al mismo tiempo el esfuerzo máximo, sino por turnos, es importante resaltar que durante los gestos técnicos del ataque y bloqueo estos atletas dan muestra de su máxima fuerza explosiva. Esto requiere que los jugadores compitan en frecuentes series cortas de ejercicio de alta intensidad, seguidas de períodos de baja intensidad (Gabbett & Georgieff, 2007).

Al ser un deporte intermitente, el voleibol permite que durante el juego los atletas se repongan ante estos esfuerzos máximos, sin embargo, esto no siempre logra ser suficiente para que el atleta logre recuperarse por completo de un rally a otro. Según la FIVB (Federación Internacional de Voleibol) en su reporte del 2017 los rallies en el voleibol elite varonil oscilan entre 5.73-7.03 s y en voleibol femenino van de 6.86-7.93 s. Los tiempos que duran los rallies en relación con el set son expresados en porcentaje, es decir, para los varones los rallies representan el 16 % del tiempo durante un set y para las mujeres 19% del tiempo total de un set. La duración de un set va de 27.15 a 27.70

minutos aproximadamente; En promedio, y un partido completo de voleibol dura 124,3 min para los varones y 127.4 minutos para las mujeres. En la actualidad, el voleibol de elite promedia cuatro sets por juego. El desempeño máximo de estos atletas de mantener esfuerzos bajo estas temporalidades no sería posible si su capacidad física específica no fuese entrenada, ya que los atletas no contarían con la preparación suficiente para el desarrollo de este deporte.

En cuanto a la exigencia física de los voleibolistas, se buscan atletas que presenten altos índices de reacción, velocidad y fuerza explosiva tanto en los desplazamientos, el salto vertical y durante el ataque; ya que en el voleibol la altura del atleta y su alcance se considera el atributo físico más importante (Koley, Singh, & Sandhu, 2010), debido a que estos jugadores deben vencer una red de 2.43 m de altura para los hombres y 2.24 m de altura para las mujeres (Palao, Manzanares, & Valadés, 2014). Además de la estatura, los jugadores tienen diferentes acciones y responsabilidades con respecto a su posición, en el caso del voleibol los jugadores medios o centrales son los jugadores que ejecutan la mayor cantidad de saltos al bloqueo y al remate; entonces, en teoría, deberían poseer variables antropométricas ideales y la capacidad física para cumplir este rol. Estas capacidades se evalúan mediante diferentes pruebas físicas como la de salto vertical, prueba de velocidad de reacción, flexibilidad (Brizuela, 2017)

También se pueden encontrar diferencias relacionadas con el sexo en el rendimiento y en las demandas del juego tanto femenino como varonil, lo que hace que la generalización de los estudios en muestras masculinas a las muestras femeninas sea difícil de comparar (Nikolaidis y otros, 2015). El voleibol femenino se caracteriza por muestras técnicas mucho más precisas y específicas que en los varones, sin embargo, las muestras de potencia y velocidad son características principales del voleibol varonil, lo que hace este deporte aún más espectacular.

Voleibol actual en México

En la actualidad, el voleibol en México se rige por la Federación Mexicana de Voleibol (FMV) perteneciente a la CODEME (Confederación Deportiva Mexicana). La

FMV es la encargada de regular, establecer, organizar y promover el voleibol en México, cuenta con 32 asociaciones y 3 comisiones Nacionales. Actualmente se cuenta con una Liga Mexicana de voleibol, la cual opera desde el año 2013, esta liga cuenta con la participación en su mayoría de instituciones universitarias y algunos clubes, además también se cuenta con el desarrollo del voleibol estudiantil tanto a nivel universitario (CONDDE) como a nivel escolar básico (CONADE) Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte.

Deporte Universitario

El deporte universitario en México es uno de los mayores exponentes de alto rendimiento, es regido por el Consejo Nacional del Deporte de la Educación A.C (CONDDE), el cual divide al país en 8 regiones, cada región participa en los eventos nacionales promovidos y convocados por el CONDDE durante el año.

El voleibol, categoría única, se divide en ramas varonil y femenil. El sistema de competencia es por grupos. Los equipos deberán estar integrados con un mínimo de 8 y un máximo de 12 jugadores (as), un entrenador y un asistente.

La Universiada Nacional, torneo por el cual las instituciones universitarias compiten a nivel nacional, es un formato adaptado de la Universiada Mundial. Esta última es una competencia donde los jugadores universitarios de distintas partes del mundo dan muestra de su mejor nivel deportivo. México tuvo participación en este certamen hasta 1979 (SEP, 2017).

El atleta universitario integrante de un selectivo nacional, corresponde a un nivel competitivo cercano al deporte de alto rendimiento (elite nacional) (Rivera, 2014). No muchas instituciones de nivel superior a nivel nacional se ven interesadas en el desarrollo del voleibol, sin embargo, aquellas que cuentan con representación, evaluación y dosificación de las cargas no ha logrado ser la óptima, ya que son muy pocos los atletas universitarios que han logrado destacar en el voleibol internacional; y las pocas evaluaciones a las que estos atletas son sometidos no logran ser tan específicas para las exigencias de la propia disciplina.

A pesar de los obstáculos que hay que superar para lograr la práctica deportiva en conjunto, el voleibol se logra mantener como uno de los deportes de conjunto estudiantil más populares.

Futbol rápido o futbol bardas

Varios estudios han buscado describir las diferencias y características físicas, fisiológicas y antropométricas en atletas de voleibol y futbol (Bag, Borman, Das, & Chawdhury, 2015; Bandyopadhyay, 2007), siendo el futbol un deporte conocido mundialmente y practicado por toda clase de personas, fungiendo como uno de los deportes más populares a nivel mundial según la FIFA (2010) (Federación Internacional de Futbol Asociación).

Una de las disciplinas subyacentes a este deporte tan popular es conocido como futbol rápido o futbol bardas el cual, a diferencia del futbol soccer tradicional, se juega dentro de un terreno cerrado, con un espacio reducido y con menor cantidad de jugadores por escuadra. Sin embargo, no deja de tener características técnico tácticas del futbol soccer.

El fútbol es un deporte de conjunto con características de esfuerzos intermitentes. Durante un partido se requieren numerosas ráfagas explosivas de actividad, incluyendo saltar, patear, atacar, girar, correr, cambiar el ritmo y mantener contracciones fuertes para mantener el equilibrio y el control de la bola contra la presión defensiva (Stolen, Chamari, Castagna, & Wisloff, 2005). La importancia de la potencia en el futbolista, reflejada tanto por la velocidad como por la capacidad de salto vertical, ha sido demostrada en varios estudios (Cometti et al., 2001). Se han encontrado estudios (Gathercole, Sporer, Stellingwerff, & Sleivert, 2015) donde la valoración de las variables de salto vertical y sprint pueden ser parámetros para la detección de la fatiga neuromuscular, representativo del rendimiento deportivo en equipo. Los valores de potencia mecánica y de altura media, obtenidos durante las pruebas de saltos, durante 30s-60s representan parámetros de fuerte valor discriminante, que permite diagnosticar las capacidades de potencia anaeróbica láctica, mecánica y de resistencia a la fuerza explosiva (Bosco, 2000). En estos tipos de deportes como en todos aquellos donde las

capacidades determinantes sean la fuerza explosiva y la potencia en numerosos gestos deportivos durante la práctica y la competencia.

La Fuerza y sus implicaciones en el Deporte

La mayoría de las acciones y movimientos deportivos son realmente complejos, y para eso, el uso de la fuerza se hace en específico para el desarrollo de técnicas y acciones deportivas, ya sea de forma específica o la combinación de fuerzas que cubra las exigencias físicas del deporte (Bompa, 2004). Los deportes en los que predomina la fuerza explosiva son considerados deportes donde la manifestación de la fuerza es veloz, potente y con muestras de acciones técnicas explosivas, esto quiere decir que parten de una posición de alerta (defensiva u ofensiva) a la ejecución veloz y correcta del gesto.

Los cambios funcionales dentro del atleta representan una interacción compleja de múltiples elementos de entrenamiento como los niveles de fuerza-potencia individuales, habilidades y entrenamiento táctico del equipo, todo esto afecta los resultados de entrenamiento (Martinez, 2017).

Deportes clasificación

Para poder definir el tipo de fuerza a entrenar o la velocidad de ejecución del movimiento, es necesario conocer los tipos de movimientos que se ejecutan durante toda la práctica deportiva, además de las exigencias máximas y el control de cambios de dirección, o desplazamientos continuos.

Para este tipo de clasificación de movimiento existen, según Bompa (2009):

- Cíclicos. Deportes que requieren movimientos que se repiten de forma continua, es decir, que el gesto motor se repite con la misma sucesión. Un ejemplo son deportes de resistencia como atletismo, natación, remo, patinaje, ciclismo, etc.
- Acíclicos. Los deportes que requieren movimientos acíclicos suelen ser deportes de velocidad y potencia ya que en la ejecución de cada gesto técnico los movimientos son cambiantes y distintos, como ejemplos se encuentran deportes de lucha, lanzamiento, gimnasia, y muchos elementos técnicos de los deportes de equipo.

Además, los deportes se pueden clasificar por las combinaciones específicas entre las cualidades biométricos dominantes, es decir, en deportes que requieran una o más combinaciones de fuerza como:

- Potencia-resistencia
- Resistencia muscular de corta duración
- Resistencia muscular de duración media
- Resistencia muscular de larga duración
- Velocidad – Resistencia
- Fuerza velocidad
- Fuerza reactiva
- Potencia de lanzamiento
- Potencia de salto
- Potencia aceleración
- Potencia desaceleración.

Definición de Fuerza

La fuerza es la capacidad de vencer la resistencia o actuar contra la resistencia (Hardayal Singh, 1991). El poder máximo de contracción de los músculos se conoce como fuerza muscular. La fuerza muscular generalmente se mide con respecto al grupo individual de músculos que actúan juntos (Bag, Borman, Das & Chawdhury, 2015), es producto de una acción muscular que inicia por medio de procesos eléctricos en el sistema nervioso. La fuerza es considerada uno de los componentes esenciales para el desarrollo y rendimiento de cualquier ser humano, y adquiere una importancia fundamental en el deporte (Verkhoshansky, 2014).

La fuerza representa en el rendimiento muscular la base de la creación del movimiento. Desde el punto de vista mecánico, la fuerza puede ser definida como una

magnitud física que representa la interacción mecánica entre dos cuerpos, y se puede calcular mediante la fórmula $F = m \cdot a$ donde fuerza (F) igual a masa (m) por aceleración (a), y como unidad de medida se emplea el Newton (N), 1 Newton equivale a la fuerza constante, que produce la aceleración de un kilogramo de masa en un segundo (Dietrich, Klaus, & Lehnertz, 2001).

Esta fuerza puede ser dividida en capacidades más complejas como fuerza máxima, fuerza rápida y fuerza resistencia, que van a representar manifestaciones de la fuerza ante distintas exigencias físicas o cualidades requeridas para la práctica deportiva. No podemos dejar de lado que la fuerza rápida y la fuerza resistencia no pueden llegar a manifestarse óptimamente, si la capacidad de fuerza máxima no sustenta esta transformación de energía y distribución de trabajo muscular y energético.

El rendimiento óptimo de la fuerza se da cuando ésta es transformada en trabajo, es decir, el trabajo se define como la fuerza empleada para lograr el desplazamiento de un cuerpo, la fuerza multiplicada por el espacio ($W = F \cdot v$), esto a su vez lleva a la producción de potencia, que es el trabajo por unidad de tiempo ($P = F \cdot v / t$), la velocidad empleada en el desplazamiento de un cuerpo por la fuerza que genere va a representar este sistema complejo de manifestación de la fuerza para el rendimiento muscular óptimo.

Aspectos fisiológicos de la fuerza

La fuerza se ve influenciada por el desarrollo de varios factores. Bosco (1994) en su libro “La valoración de la fuerza” indica que es difícil conocer con gran claridad la naturaleza exacta que determina el mecanismo que gobierna las diferentes manifestaciones de la fuerza, sin embargo, es posible describir algunos de los factores que participan en estas manifestaciones como lo son:

- Frecuencia de los impulsos nerviosos
- Número de miofibrillas reclutadas
- Biofeedback de las células Renshaw, huesos musculares, corpúsculos tendinosos de Golgi (GTO), receptores articulares nivel espinal y supraespinal
- Tipos de fibra musculares

- Estructura proteica de la fibra muscular, su dimensión y tensión producida
- Condiciones fisiológicas previas al esfuerzo, como lo es, si la fibra está en reposo o activa, o si es precedida de un trabajo excéntrico o concéntrico
- Estado metabólico y neuromuscular en que se encuentre la fibra debido a las adaptaciones al entrenamiento

Estos son algunos de los principales aspectos fisiológico a tomar en cuenta para el desarrollo y comportamiento de las diferentes manifestaciones de la fuerza. El desempeño del atleta depende tanto de factores físicos como fisiológicos que van a lograr optimizarse por medio del entrenamiento y la dosificación de las cargas.

La producción de fuerza es uno de los principales rasgos del rendimiento muscular, y para esto, el músculo esquelético presenta una elevada capacidad debido a sus componentes y estructura. La cantidad de trabajo producido en unidad de tiempo, más la cantidad proveniente de la liberación energética de los diferentes sistemas, se conoce como rendimiento muscular fisiológico (Dietrich, Klaus, & Lehnertz, 2001). Las características viscoelásticas del músculo en situación de estrés muscular, así como todas las expresiones de fuerza, de velocidad y su capacidad para almacenar y utilizar la energía elástica, son factores determinantes en la mayor parte del trabajo muscular (Bosco, 1994).

Fuerza explosiva o fuerza rápida

La fuerza explosiva es una característica cualitativa de la fuerza que se determina con la resistencia externa que supera, es decir, es aquella que produce la tensión neuromuscular más grande posible en el tiempo más corto en una trayectoria dada, también describe la capacidad para aumentar con rapidez la fuerza de trabajo hasta alcanzar la máxima (Verkhoshansky, 2014).

La fuerza explosiva se manifiesta mediante un aumento rápido de la tensión muscular, es decir, cada vez que el atleta realiza movimientos que generen altos gradientes de potencia cambios de posición que requieran una precisión específica. En el voleibol, por ejemplo, alguna asistencia, un ataque o incluso una defensa que exija un cambio de movimiento veloz en el menor tiempo posible.

Un alto nivel de fuerza explosiva en las extremidades inferiores tendrá un efecto positivo no sólo en la altura del salto vertical, sino también en la velocidad de movimiento (Bompa, 2002). Ya que la cancha de voleibol es pequeña y de distancias reducidas, los movimientos son muy cortos y rápidos, y el nivel de aceleración y potencia representa un aspecto muy importante del entrenamiento físico.

El esfuerzo explosivo desarrolla tres componentes según Siff & Verhoshansky (2014) y está determinada por condicionantes neuromusculares como la fuerza absoluta, la fuerza inicial y la fuerza de aceleración.

Fuerza absoluta: definida como el potencial de fuerza del deportista.

Fuerza inicial: determinada por capacidades innatas del aparato neuromuscular, y la relación que posee el atleta genéticamente de fibras lentas o rápidas. Además, es la capacidad para desarrollar con rapidez la fuerza más grande posible en el momento inicial de la tensión.

Fuerza aceleración: es la capacidad para desarrollar una fuerza de trabajo tan rápido como sea posible una vez que ha comenzado la contracción.

La activación de unidades motoras con mayor rapidez, y la adaptación del sistema nervioso ante los estímulos que desarrollan la fuerza explosiva, es conocido como potencia, ésta adaptación que se da en los atletas más especializados, es debida a una mayor sincronización entre las unidades motoras y su patrón de activación, también a una mejor coordinación intramuscular, que sería la capacidad de que músculos agonistas y antagonistas cooperen y ejecuten un movimiento con eficacia (Bompa, 2009). El voleibol y el futbol rápido son considerados deportes de fuerza explosiva, si bien es una clasificación baja, son sin duda deportes de alta resistencia a la fuerza explosiva. Fuerza explosiva y la capacidad reactiva. La capacidad reactiva se define como la capacidad neuromuscular para generar fuerza explosiva, cualidad que depende del estiramiento preliminar y la rapidez de reacción. Depende en gran medida de la capacidad específica para desarrollar una fuerza motriz potente inmediatamente después de un estiramiento muscular mecánico intenso (Sniff & Verkhosashki, 2014).

La fuerza reactiva también puede definirse como la capacidad para desarrollar un impulso elevado dentro del ciclo rápido de estiramiento-acortamiento de una cadena muscular (Buhle,1987; citado por Dietrich, Klaus, & Lehnertz, 2001), es decir, durante la combianción de la contracción excéntrica y concéntrica que se lleva a cabo en la mayoría de gestos técnicos deportivos.

Las formas de manifestación de la fuerza, según Vitorri (1990), puede ser de 2 tipos:

Activa: correspondiente a un ciclo simple de trabajo muscular (estiramiento o acortamiento). En las manifestaciones activas de la fuerza se agrupan:

- a) Dinámicas máximas: que es la fuerza que aparece al desplazar una carga máxima en un solo movimiento y sin limitación de tiempo.
- b) Explosiva: fuerza que aparece en una activación muscular lo más rápida y potente, partiendo de una posición de inmovilidad.

Reactiva: correspondiente a un ciclo doble de trabajo muscular (estiramiento seguido de un acortamiento), donde normalmente el primer ciclo de trabajo está provocado por la energía cinética de las fuerzas musculares de resistencia con las tensiones internas del estiramiento y el segundo ciclo será provocado por el acortamiento muscular.

La velocidad máxima de un movimiento sólo se produce cuando se recibe un aporte suficiente de energía para ejecutarlo, y el desarrollo de esta capacidad de movimiento máximo, depende de la fuerza del músculo empleado y de la eficiencia de los procesos metabólicos que aportan la capacidad de generar ese movimiento.

Fuerza Resistencia

La fuerza resistencia va a ser definida como la capacidad para mantener la intensidad del rendimiento de fuerza durante un determinado número de repeticiones, en un periodo de tiempo establecido que estará determinado por la duración de la competición (Dietrich, Klaus, & Lehnertz, 2001). La combinación de fuerza y resistencia genera resistencia muscular. Los deportes pueden requerir resistencia muscular de larga o de corta duración. Esta distinción determina el tipo de fuerza que debe entrenarse para cada deporte (Bompa, 2009).

El rendimiento óptimo de la manifestación de fuerza resistencia es lograr una determinada cantidad de rendimiento muscular en una tarea motriz específica, manteniéndola estable durante el mayor tiempo posible, y esto se logra, primeramente con dos características significativas de la fuerza resistencia; superación de una carga que depende de la fuerza máxima, y la duración de la superación de ésta carga que va a depender del rendimiento metabólico de los diferentes grupos musculares empleados, y de los sistemas energéticos requeridos para la práctica deportiva (Dietrich, Klaus, & Lehnertz, 2001).

La mejora del potencial muscular aumenta la fuerza máxima, la potencia de los esfuerzos explosivos y la capacidad para ejecutar un trabajo durante un período prolongado (Verkhoshansky, 2014).

El indicador cuantificable de la fuerza resistencia, es para Dietrich, Klaus, & Lehnertz (2001), la magnitud de disminución individual del impulso de fuerza máxima, medido en un número establecido de repeticiones durante un tiempo definido. Un ejemplo; que el salto vertical, pueda sostener la misma velocidad al repetirse en múltiples ocasiones.

Potencia

La potencia es el producto de las magnitudes de fuerza y velocidad, Potencia (Watts) = Fuerza (Newtons) velocidad (metros / segundos), (Lara y otros , 2005), se puede expresar como un promedio sobre un rango de movimiento o como un valor instantáneo que ocurre en un momento particular, durante el desplazamiento de un objeto. La potencia máxima (PP) es el valor estacionario más alto alcanzado durante un movimiento. Para deportes " explosivos " como el sprint, el salto y el levantamiento de pesas, la producción de PP durante la actividad suele ser la variable más importante asociada con el éxito (Carlock, 2004).

Las pruebas de salto han sido frecuentemente utilizadas para evaluar la producción máxima de potencia de los músculos extensores de la extremidad inferior. Estas pruebas se pueden realizar en poco espacio, y tienen protocolos simples y estandarizados, hay instrumentos disponibles, como plataformas de fuerza, que permiten medir la potencia directamente, y se puede usar en el campo, haciendo mediciones

durante una sesión de entrenamiento o en el resto de los períodos de una competencia (Lara , Abián, Alegre, Jiménez, & Aguado, 2005).

El conocimiento de los resultados de potencia se puede considerar útil en términos de entrenamiento, dosificación y planeación. Sin embargo, la medición de la potencia, especialmente picos de potencia, durante los movimientos o gestos técnicos, requiere un equipo muy sofisticado y costoso. Además de que no es fácil hacer mediciones de situaciones reales de juego o práctica, ya que muchas veces se pierden los entrenamientos debido a las pruebas; aunado a que no todos los entrenadores se disponen a realizar pruebas durante los entrenamientos (Carlock, 2004).

El análisis de los factores determinantes para cada deporte, y la obtención de los altos picos de potencia que se desarrollan en los diferentes gestos técnicos lleva a la búsqueda de distintas herramientas, para valorar estos valores. En el caso del voleibol, la mayoría de la evidencia que existe es relativa a los saltos y la evaluación de éstos.

Potencia mecánica

La potencia mecánica producida en una determinada acción muscular es una función entre fuerza y velocidad del movimiento (Siff & Verhoshansky, 2014), la máxima potencia no se alcanza ni con cargas pequeñas ni con cargas muy altas, sino con un valor intermedio donde el balance entre la producción de fuerza y la producción de velocidad sea máximo.

Los índices de potencia en el rendimiento normalmente suelen ser tres (Bar-Or, 1987):

- a) Pico de potencia (Peak Power): la potencia mecánica más alta que es obtenida durante el test. Este índice usualmente se toma como la potencia más alta en el período inicial de 3 a 5 segundos.
- b) Potencia media (Mean Power): la potencia promedio que se sostiene a través de un período determinado.
- c) Índice de fatiga: el grado porcentual de caída de la potencia durante el test. Se calcula como el porcentaje del valor más bajo (al final del test) con respecto a la potencia pico, tomado éste, como valor 100%.

La potencia mecánica en los test de salto se puede medir tanto de forma directa, mediante plataforma de fuerzas, como indirecta, calculada a partir de la altura del salto y de la masa corporal de los sujetos mediante diferentes fórmulas (Lara y otros, 2005). Hay fórmulas utilizadas en variedad de estudios como lo son Lewis, Harman y Sayers, éstas son fórmulas indirectas, que arrojan resultados de la potencia, aunque hay muchas discrepancias en la utilización de estas fórmulas.

La plataforma de fuerzas es el método más preciso para medir la potencia mecánica en test de salto, corroborando los resultados con voleibolistas, los autores mencionan que la fórmula de Lewis, ha infraestimado el pico de potencia al igual que la de Harman y con la de Sayers obtuvieron valores más aproximados a los de la plataforma de fuerza, y concluyen que lo ideal sería evaluar la potencia de forma directa, pero si no se dispusiera de instrumentos, con la fórmula de Sayers se podrían obtener unos valores muy cercanos (Lara y otros, 2005).

Potencia absoluta.

Es aquella potencia total que se genera durante la ejecución simple de un gesto motor.

Potencia relativa.

Es aquella que va en relación con el peso corporal del atleta y es comparable con parámetros de similar magnitud.

Por otra parte, una mayor altura de salto no significa necesariamente obtener un mayor pico de potencia, o el mayor aprovechamiento de la energía elástica, ya que es necesario analizar el comportamiento total del gesto para poder inferir en la producción de potencia. Para poder utilizar la curva de potencia como parámetro de descripción de la fuerza explosiva, es necesario dividir en dos fases el movimiento reactivo, como primera parte, sería la fase de amortiguación y almacenamiento de la energía elástica, y por el otro, la producción de aceleración del cuerpo en dirección del movimiento, en este caso de un salto. Cuando partiendo de una fase de amortiguación breve, se consigue el mayor impulso y alcance del cuerpo, se dice que es un comportamiento reactivo óptimo (Dietrich, Klaus, & Lehnertz, 2001), es decir, la utilización óptima de la capacidad muscular para generar potencia.

Metabolismo muscular, energía y sistemas energéticos

La producción de energía, para cualquier actividad humana, se lleva a cabo con la producción de ATP (Adenosin Trifosfato) mediante procesos químicos a nivel celular, que se conocen colectivamente como metabolismo (Wilmore & Costill, 2010).

El ATP representa para el movimiento humano la principal moneda de intercambio energético, que va a tener como resultado, energía que permite el movimiento mecánico. Sin producción de ATP, estaríamos limitados a llevar a cabo tareas tan complejas como ver, respirar, oír e incluso hasta pensar. Sin este intercambio energético seríamos como máquinas, sin un botón que nos active y nos permita funcionar.

La producción de ATP se lleva a cabo mediante varias reacciones químicas, si estas reacciones se llevan a cabo sin la presencia de oxígeno, se le conoce como metabolismo anaeróbico, cuando estas reacciones bioquímicas se llevan a cabo con la presencia de oxígeno, el proceso se conoce como metabolismo aeróbico (Wilmore & Costill, 2010).

Las principales fuentes energéticas de nuestro cuerpo provienen de los alimentos y se componen de: Hidratos de carbono (Carbohidratos), Grasas y Proteínas. Así mismo, a su vez, existen tres métodos por los cuales las células generan ATP según Wilmore & Costill (2010):

1. Sistema ATP-PC
2. Sistema Glucolítico
3. Sistema oxidativo

La energía que nuestro cuerpo necesita se obtiene casi por igual al descomponer carbohidratos y grasas. Las proteínas ayudan a la formación de la estructura de nuestro cuerpo y proporcionan generalmente poca energía para la función celular.

Una parte de la energía liberada, para el mantenimiento de la homeóstasis, es usada también por las miofibrillas, para producir el deslizamiento de los filamentos de actina y

miosina; dando como resultado una acción muscular y la generación de fuerza (Wilmore & Costill, 2010).

En los ejercicios máximos de corta duración, el ATP se genera a partir casi exclusivamente de los carbohidratos (Wilmore & Costill, 2010). Sin embargo, la duración del esfuerzo y el tipo de esfuerzo va a determinar la producción y las fuentes energéticas para que la tarea se lleve a cabo tal cual se está exigiendo. Tal es el caso de las tareas específicas que se llevan a cabo en la diversidad de deportes, esto se determina por medio de las capacidades dominantes de cada disciplina.

La energía química contenida en los enlaces químicos del ATP, es capaz de ser transformada en trabajo mecánico, sirve de enlace entre la energía liberada en las reacciones exógenas de los organismos y las demandas energéticas de la propia célula. Son los enlaces fosfatos de alta energía del ATP con participación de la enzima ATPasa que participa en el proceso de relajación; la cantidad de ATP presente en el músculo es 5moles/ kg de peso. Estos enlaces de ATP solo pueden proporcionar energía para una 5ta parte de las contracciones musculares intensas (0.5seg), por lo que tiene que ser re-sintetizado constantemente durante el trabajo muscular. La fosfocreatina y su concentración en el músculo, es de 3 a 5 veces mayor que el ATP en el mismo, es transferida al ADP, por acción enzimática de la creatina quinasa presente en el sarcoplasma, la misma se realiza como consecuencia de las reacciones bioquímicas, basadas en tres mecanismos de producción de energía del organismo humano y en el caso de la práctica deportiva es necesario echar andar todos estos sistemas energéticos (Portela & Oyalvides, 2009).

Sistemas energéticos predominantes en el voleibol

Los principales sistemas energéticos que participan en el desarrollo de la práctica deportiva del voleibol según Portela & Oyalvides (2009) son:

Anaeróbico aláctico: En cada una de las acciones que se realizan en forma aislada, en un tiempo corto (3 a 7 seg.) y que son de máxima intensidad.

Anaeróbico láctico (glucolítico): Este sistema es importante, al tener en cuenta la suma de sucesivas acciones cortas, que están presentes durante un partido de voleibol.

Aeróbico: Este sistema aportará la energía necesaria, para mantener la actividad continua de mediana o baja intensidad, así como asegurar, los procesos de recuperación durante los numerosos períodos de pausas que existen en el voleibol.

Ninguno de estos sistemas energéticos cumple los requisitos absolutos para la práctica deportiva, sin embargo, sí predominan durante las diferentes fases de la exigencia física que sufren los atletas, en el caso del voleibol por ser un deporte de constantes esfuerzos máximos, es durante éstos donde más energía requiere el organismo, pero la distribución del esfuerzo, para resistir la duración de un partido, representa intercambios distintos de energía.

Metabolismo Anaeróbico aláctico.

La resíntesis de ATP se efectúa a costa de la transfosforilación entre el creatín fosfato y el ADP, este tipo de trabajo no produce lactato, por lo que se denomina trabajo muscular anaeróbico aláctico, resistencia aeróbica de deuda alactacida y define la zona de potencia máxima (Portela & Oyalvides, 2009).

Metabolismo anaeróbico láctico.

La resíntesis de ATP se desarrolla según la desintegración enzimática de los glúcidos, la cual culmina con la formación de lactato y iones de hidrogeno (H⁺) en ausencia de oxígeno. La glucolisis anaeróbico no permite que la contracción dure un período prolongado, el alto grado de acidosis, el ritmo rápido de agotamiento de glucógeno o ambos provocan una reducción de la intensidad del trabajo (Portela & Oyalvides, 2009).

Metabolismo Aeróbico.

En el sistema aeróbico la resíntesis de ATP y fosfocreatina (PC) se lleva a cabo en presencia de oxígeno, a partir de glucógeno y ácidos grasos libres, situados en el interior del músculo procedente de otros órganos de reserva como el tejido adiposo y el hígado. En la resíntesis, intervienen el ciclo de los ácidos tricarbónicos y la cadena respiratoria, por eso el mecanismo se denomina resistencia aeróbica general, orgánica o cardiorrespiratoria, y define la zona de potencia moderada del trabajo cíclico (Portela & Oyalvides, 2009).

Cada uno de estos sistemas, se consideran factores de energía controlados por enzimas que facilitan la energía potencial, contenidas en los diversos tipos de combustible para formar ATP. Así, la resíntesis de ATP durante el ejercicio se logra por la acción combinada de los tres sistemas de energía.

Un muy buen nivel de la potencia aeróbica parece necesario para satisfacer las demandas de entrenamiento y recuperación entre las acciones de alta intensidad durante un partido o juego, pero este parámetro no puede discriminar jugadores de voleibol por nivel (Nikolaidis y otros, 2015).

Potencia anaeróbica.

La potencia anaeróbica se caracteriza por desarrollar altos picos de potencia en cortos periodos de tiempo, y está condicionada por la capacidad anaeróbica del deportista (Muriel, 2012). Por lo que la obtención de energía proveniente de las rutas metabólicas anaeróbicas se convierte en uno de los principales factores determinantes del rendimiento, en deportes donde la potencia es fundamental.

La potencia muscular a corto plazo generalmente se evalúa usando test de ciclismo, por ejemplo, la prueba anaeróbica de 30 segundos de Wingate, (WAnT) y las pruebas de saltos incluyendo saltos individuales como la squat jump (SJ), contramovimiento (CMJ) y salto de Abalakov (AK) y saltos continuos como la prueba de Bosco de los 30 seg, dentro de un laboratorio (Nikolaidis, 2015).

El test anaeróbico Wingate ha sido usado en varios laboratorios, tanto como test que evalúa el rendimiento anaeróbico o como un esfuerzo estandarizado que puede analizar respuestas a ejercicios supramaximales (Bar-Or, 1987). El Test Anaeróbico Wingate requiere pedaleo con miembros inferiores o superiores durante 30 seg. a la máxima velocidad y contra una fuerza constante. Esta fuerza está predeterminada para rendir una potencia mecánica altamente supramaximal y para inducir una caída en la potencia mecánica dentro de los primeros segundos (Bar-Or, 1987).

La utilización de la batería de Bosco para evaluar la capacidad anaeróbica no es un tema bastante estudiado, el test de contramovimiento o CMJ es utilizado para conocer la potencia mecánica en miembros inferiores y valorar la fuerza explosiva de los

mismos, sin embargo, no es tan utilizado para estimar el rendimiento anaeróbico, aún no es completamente validado para todos los deportes, ni todas las categorías, son pocos estudios que hablan de su validación (Muriel, 2012), y es normalmente comparado y correlacionado con el test de Wingate, que es un test que se utiliza para determinar la capacidad anaeróbica en laboratorio (Muriel, 2012).

Energía elástica y ciclo de estiramiento-acortamiento (CEA)

El ciclo de estiramiento-acortamiento es una forma natural de la función muscular, que ocurre durante actividades como caminar, correr o saltar. Su característica principal es que la fuerza muscular y la generación de energía, se mejoran durante la fase excéntrica de la contracción muscular, comparada con la contracción concéntrica. Esta mejora, se ha atribuido comúnmente a la energía elástica almacenada en los elementos tensables y contráctiles durante fase excéntrica, liberada durante la fase concéntrica de la contracción muscular y su reutilización energética (Malisoux, Francaux, Nielens, & Theisen, 2006).

Los movimientos que involucran un componente excéntrico de alta intensidad, seguido por una rápida y potente contracción concéntrica, es lo que se llama ciclo de estiramiento acortamiento. (Malisoux y otros, 2006). Los componentes contráctiles del músculo, desempeñan un papel vital durante el fenómeno del ciclo de estiramiento-acortamiento (CEA). Todo acortamiento del músculo esquelético se basa en el acortamiento de muchos sarcómeros conectados en serie y en paralelo (Dietrich, Klaus, & Lehnertz, 2001), generando así tensión dentro de esta estructura, además de la tensión que se propaga al tejido conectivo y por consecuencia a la articulación. Debido a esto, la energía de tensión que se almacena en el tejido elástico del músculo durante la fase excéntrica, permite alcanzar un salto más alto en comparación con acciones que se parten de una acción concéntrica (Brazo, y otros, 2017).

Si la velocidad de estiramiento es demasiado corta, es más probable que afecte el funcionamiento del rendimiento en CEA. Por lo tanto, el sistema nervioso ayuda a regular la rigidez muscular y la utilización de la elasticidad muscular en ejercicios balísticos. Es importante destacar el papel de los huesos musculares y los órganos tendinosos de Golgi como controladores en las acciones de CEA; con el fin de proteger

el complejo músculo-tendón (Brazo, y otros, 2017). Cuando un músculo activado se estira o un músculo estirado pasivamente se activa, su tensión muscular aumenta y almacena energía elástica en sus zonas de elasticidad en serie. Si las condiciones temporales entre el estiramiento y acortamiento son favorables una parte de la energía almacenada puede ser utilizada de nuevo, si el estiramiento de un músculo se mantiene por un tiempo excesivo una parte de la energía acumulada se pierde en forma de calor (Dietrich, Klaus, & Lehnertz, 2001).

Se sugiere que el CEA repetido durante un largo tiempo genera fatiga neuromuscular y reduce rigidez muscular que afecta la función neuromuscular, y en consecuencia, afecta a las acciones naturales tales como saltar. Por lo tanto, el rendimiento de CEA predice resultados en los saltos asociados con el voleibol (Brazo, y otros, 2017).

Ser capaz de utilizar de manera eficiente el CEA durante el rendimiento deportivo, es un factor crítico en una serie de deportes (McGuigan et al., 2003). La capacidad CEA bien desarrollada, es fundamental para la ejecución y el éxito de los tipos de saltos máximos asociados con voleibol en miembros inferiores (Sheppard y otros, 2007).

Causas de la fatiga muscular.

La disminución del rendimiento a causa de factores que generan una serie de consecuencias tanto físicas, psicológicas y fisiológicas, va a ser conocida como fatiga y ésta se puede distinguir por una afección local, es decir una fatiga muscular o fatiga periférica y/o una fatiga general o más compleja conocida como fatiga central (Dietrich, Klaus, & Lehnertz, 2001). Estas afecciones van a provocar y desatar un sin número de pequeñas acciones, que en conjunto van a llevar al atleta a un estado de cansancio y pérdida del control óptimo de su cuerpo para su práctica deportiva, Bompa (2009) define la fatiga como un malestar y disminución de la eficacia como resultado de un esfuerzo prolongado o excesivo.

Las principales causas de la fatiga van a estar determinadas mediante variables de intensidad, duración y volumen de las cargas a las que el atleta se someta, en este caso de las exigencias físicas que su deporte requiera. Para esto el control biológico de

los principales sustratos y metabolitos que desatan la fatiga, van a servir de herramienta para la predicción y evaluación de la misma durante la práctica deportiva.

La fatiga muscular que se presenta durante el rendimiento del salto vertical en jugadores de élite llega a afectar las acciones técnicas debido a que el control neuromuscular no favorece ni la ejecución del salto, ni la ejecución del gesto técnico. Hay un vínculo entre el nivel de altura del salto y la fatiga en jugadoras de voleibol femenino. (Nikoladis, Alfonso, & Busko, 2015). En un estudio realizado por (Chamari, y otros, 2001) donde a pesar de que un solo salto vertical no implica una exigencia importante, encontraron que ya que se debe a un gesto motor realizado al máximo, las concentraciones de lactato se manifiestan desde el primer salto, valuando a jóvenes de voleibol por medio de 3 tipos de protocolos, que ocurre un aumento venoso significativo de lactato después de un salto vertical y mayores concentraciones durante 6 saltos seguidos. Este resultado puede explicarse por la activación del metabolismo anaeróbico láctico al inicio del ejercicio, que participa en la producción de energía y / o en la resíntesis de la fosfocreatina que se utilizó durante un ejercicio tan breve. Durante un partido de fútbol rápido, así como de un partido de voleibol, la ejecución de saltos a máxima intensidad es una constante durante todo el tiempo de juego, es por eso la importancia de evaluar constantemente estos fenómenos de adaptación y los cambios inducidos por el entrenamiento en los atletas.

En un estudio de Pereira y otros (2000) muestra que un descanso adecuado (alrededor de 14 s) entre los esfuerzos de alta intensidad permite a los jugadores de voleibol mantener su rendimiento. Catorce segundos es el período de descanso promedio durante un partido, sin incluir sustituciones o tiempos de espera de los jugadores, por lo tanto, los jugadores deben mantener su rendimiento durante un partido. Y tener la capacidad de recuperarse jugada tras jugada para poder obtener mejor rendimiento.

Salto vertical

El salto vertical se define como un movimiento multi-articular y balístico, donde se requiere producir fuerza máxima explosiva (Bosco, 1994). El salto vertical es usado como medida de fuerza, potencia explosiva y composición del tipo de fibras musculares, principalmente de los miembros inferiores (Bosco y otros, 1983).

Es una de las pruebas prevalentes en la evaluación de habilidades y nivel de rendimiento en la potencia de un jugador. La potencia de los miembros inferiores es esencial para un rendimiento atlético exitoso y también para las actividades diarias y tareas ocupacionales; por lo tanto, es considerada una habilidad esencial para un mejor rendimiento en varios deportes, incluyendo fútbol, baloncesto, buceo, voleibol, salto de altura, hockey, ciclismo, carreras de velocidad, carrera de distancia y más (Hanjabam, Shalini, Konthoujam, Jyoti, & Sanjay, 2017).

Durante un salto vertical el cuerpo se empuja hacia arriba contra la gravedad, dando como resultado una contracción muscular de los extensores de la espalda, glúteo mayor, cuádriceps, isquiotibiales, gastrocnemio y sóleo. Además de la coordinación del sistema neuro-musculo-esquelético, la motivación y el deseo también regulan el rendimiento del salto (Hanjabam, Shalini, Konthoujam, Jyoti, & Sanjay, 2017).

El salto vertical se ha identificado como un componente crítico fundamental en el voleibol (Giatsis, 2001), por lo que la identificación de las posibles maneras de mejorar esta característica y/o las diferencias individuales que impactan negativamente en el rendimiento, son extremadamente importantes (Riggs & Sheppard, 2009). El salto vertical puede disminuir en el transcurso de la temporada, porque los esfuerzos normalmente de un equipo se centran principalmente en el desarrollo de habilidades y el mantenimiento de la masa muscular, en lugar de estimular el músculo magro a la hipertrofia o al poder explosivo (Loomis, 2013),

En algunas disciplinas deportivas, existen aspectos importantes que se deben considerar en el salto vertical, como es el número de repeticiones que el propio deporte exige ejecutar al jugador, afectando las respuestas fisiológicas, biomecánicas y técnicas en los distintos saltos, ya sea en el entrenamiento o durante todo el encuentro deportivo (Nájera, De León, Feriche, Carrasco, & Candia, 2015).

El alcance del salto en el voleibol es fundamental al realizar un ataque o un bloqueo, la importancia de los aspectos antropométricos, físicos y aspectos técnicos aumentan porque el ataque es una de las acciones que más está correlacionado con ganar un partido tanto para el juego de hombres y mujeres, y el bloqueo principalmente en el juego de los hombres (Palao, Manzanares, & Valadés, 2014). Cuanto más alto un atleta

puede saltar al realizar un bloqueo, mayor es el potencial para una reducción en la efectividad del oponente atacante. A su vez, cuanto más alto salte el atleta, más alto puede contactar la pelota por encima de la red, lo que permite ángulos de golpeo mejores y más opciones de ataque. Esto respalda la importancia de la altura máxima de salto vertical en el deporte del voleibol (Riggs & Sheppard, 2009), sin embargo, la capacidad del atleta de lograr estas alturas en la totalidad de sus saltos no es una variable muy evaluada dentro de esta disciplina.

Herramientas de evaluación de salto vertical

Los test de salto vertical son frecuentemente utilizados para evaluar la potencia mecánica de la musculatura extensora de las extremidades inferiores. Más aún en deportes que impliquen saltos o cambios rápidos de posición (Lara y otros, 2005).

Las pruebas de salto proporcionaron información adicional sobre las cualidades específicas del deporte, como el ciclo de estiramiento-acortamiento o el uso de la oscilación de los brazos (Nikolaidis, y otros, 2015).

La valoración de la fuerza por medio del salto vertical no es un tema novedoso, en la actualidad existen muchas herramientas que nos van a facilitar este tipo de evaluaciones, dentro de estas principales herramientas vamos a encontrar según Centeno (2013):

- Plataforma de fuerza
- Plataforma de infrarrojos (fotoceldas)
- Plataforma de contacto
- Dispositivos de varillas
- Cinturón en la cadera
- Pared o pizarra
- Acelerómetros

Éstas son algunas herramientas y dispositivos que ya son utilizados para pruebas de campo o laboratorio, y van a proporcionar datos específicos sobre el cálculo de la altura del salto vertical y otros más completos que muestran componentes más detallados, como fuerza, potencia, velocidad, aceleración, tiempo de vuelo, tiempo de contacto, etc.

Test de Bosco

El test de Bosco o batería de Bosco es un método desarrollado para valorar las características morfológicas-funcionales de los miembros inferiores.

Las pruebas estándar del test de Bosco (1994) incluyen:

- 1) Squat Jump (SJ)
- 2) Squat Jump con cargas variables
- 3) Counter Movement Jump (CMJ)
- 4) Drop Jump
- 5) Saltos continuos tipo CMJ
- 6) Saltos continuos con rodilla rígida

Test de salto Contra movimiento (CMJ).

El CMJ es una medida de la fuerza y potencia reactiva de miembros inferiores, mediante su uso también es posible calcular la influencia del ciclo de acortamiento, de estiramiento (CEA) (Newton y otros, 2006), que se ha identificado como un factor físico fundamental en una variedad de deportes (Riggs & Sheppard , 2009).

El CMJ está asociado con un ciclo de estiramiento-acortamiento (CEA) que mejora el rendimiento, al permitir que se alcance una mayor fuerza o impulso durante la fase concéntrica del salto (Carlock, y otros, 2004). El movimiento durante la realización del CMJ se caracteriza por ser un movimiento acíclico, de cadena cinética compleja, en el que ambas piernas ejecutan la acción concéntrica de empuje simultáneamente, además de ser una evaluación peso-dependiente ya que particularmente tiene como única resistencia externa el propio peso del sujeto (Muriel, Cámara, Fernández, y Pallarés, 2012).

El mecanismo por el cual la fuerza concéntrica puede ser aumentada por un estiramiento previo, no está completamente claro, pero varias posibilidades incluyen según Carlock y otros (2004):

- La reutilización de energía elástica almacenada
- Un reflejo miotático

- Interacciones músculo-tendón, que permiten al músculo permanecer más cerca de su longitud óptima y también acortar a una velocidad más favorable para la producción de fuerza
- Optimizar el patrón de activación muscular
- Provocando una mayor fuerza previa al inicio de la fase concéntrica

Características CMJ.

En esta prueba el sujeto se dispone en posición erguida con las manos en las caderas, a continuación, debe realizar un salto vertical después de un contra movimiento hacia abajo (flexión de rodilla a 90°), durante la acción el tronco debe permanecer lo más recto posible con el fin de evitar cualquier influencia del mismo (Bosco, 1994).

Las principales cualidades evaluadas por este test incluyen: fuerza explosiva, capacidad de reclutamiento nervioso, reutilización de la energía-elástica y coordinación intra e intermuscular (Bosco,1994).

Test de saltos Continuos tipo CMJ

Este test consiste en ejecutar saltos idénticos al CMJ, con la diferencia de que se realizan de forma seguida y durante un período de tiempo preestablecido (5-60segundos), al igual que el salto CMJ, el tronco del sujeto esta erguido y las manos sujetando la cadera todo el tiempo y en todas las ejecuciones (Bosco, 1994).

Además de dar información sobre las cualidades viscoelásticas de los músculos, este test también aporta información sobre los procesos metabólicos que mantienen el trabajo muscular, por un período que en este test puede ir de 5 a 60 segundos. La importancia en la ejecución correcta de esta prueba es muy relevante, ya que al no iniciar la prueba al 100% y no ejecutar los saltos correctamente, esta valoración no puede ser válida, ya que como menciona Bosco (1994), las mínimas variaciones angulares, pueden modificar las condiciones de trabajo mecánico de los miembros inferiores y así obtener una ventaja en el rendimiento energético, y mostrar así resultados que no sean concretos ni comparables.

Y con el objetivo de que este test proporcione información certera sobre la potencia, el sujeto debe esforzarse al máximo de principio a fin, sin intentar distribuir el esfuerzo durante el tiempo de ejecución. Según Bosco (1994) “se debería conseguir un ciclo completo por segundo, un salto por segundo”, en caso de que exista una variación en el resultado del número saltos, comparados con el tiempo del test, pues hablamos de que la prueba no respetó la variación angular.

También Bosco (1994), menciona que “ el número de saltos no guarda correlación con la potencia mecánica desarrollada, ya que si se es poco potente se empleará mayor tiempo de contacto y un menor tiempo de vuelo, con ello se observa solamente que el tiempo total del ciclo sea invariable.”

Ya que en este test la repetición continua de saltos, provoca que el músculo vaya fatigándose, dependiendo de la velocidad de utilización del ATP y la fosfocreatina (PC), y como éstos sistemas energéticos se restablecen durante la actividad. Es por eso que ese test valora la resistencia muscular a la fuerza explosiva, ya que implica el trabajo total del comportamiento visco-elástico de los miembros inferiores, y cómo esta coordinación inter e intramuscular, generen la suficiente energía para resistir los gradientes de fuerza que la actividad máxima requiere, para su ejecución y para poder trasladarlo al campo de juego y competencia

Consideraciones fisiológicas.

Los grupos musculares más empelados durante esta prueba, son el cuádriceps femoral, glúteo y músculos extensores del tronco, el tríceps sural lo hace de forma más ligera, es decir no aporta información tan específica de este grupo muscular según Bosco (1994). Sin embargo, cabe destacar que, a pesar de ser una prueba específica para miembros inferiores, es una forma de valoración que aporta información, tanto de procesos neuromusculares como metabólicos durante la ejecución del gesto específico de las fases del salto.

Las principales consideraciones a nivel fisiológico que se pueden hacer sobre este test se refieren, a que en este tipo de pruebas, las fuentes energéticas proporcionadas por los metabolitos de ATP y Fosfocreatina (PC) en el músculo, son reforzadas con la intervención de la glucólisis con la producción de lactato y H^+ y una aportación del

sistema aeróbico, que tiene probablemente una mayor influencia en la fase final de la prueba.

La valoración de la fatiga muscular depende del tipo de deporte que se realice, ya sea individual o colectivo. También del tipo de prueba que se utilice para evaluar, ya sea de 15, 30 ó 60 segundos, dependiendo las necesidades fisiológicas a observar y acorde al comportamiento temporal de esfuerzos máximos durante la práctica deportiva.

Evaluación y valoración de la fuerza explosiva con el test de Bosco

Los valores que proporciona la prueba de saltos continuos son la potencia biomecánica y la altura media conseguida durante los saltos. En un artículo publicado en 1983 por Bosco, Luhtanen, & Komi llamado “A Simple Method for Measurement of Mechanical Power in Jumping”, ofrecen una explicación físico-matemático, de la razón por la cual estos cálculos nos llevan a la utilización de fórmulas específicas, que arrojan resultados de potencia absoluta y relativa, en esta prueba de saltos continuos; y también justifica la razón por la cual la utilización de este sistema de evaluación puede llegar a ser tan validado. Además de que con los valores de tiempo, de contacto y tiempo de vuelo, estas fórmulas propuestas por Bosco, pueden ser utilizadas y arrojan resultados estandarizados, que permiten ser comparados y evaluados de forma continua.

Para el cálculo del índice, de pérdida de potencia mecánica, Bosco (1994) propone la fórmula:

$$\text{Pérdida de potencia} = P(45-60) / P(0-15)$$

Donde P(45-60) son valores parciales calculados en forma de promedio, y los cuales pueden ser sustituidos dependiendo la duración del esfuerzo, es decir, en la prueba de 30 s, estos valores pueden ser sustituidos por P(15-30) y P(0-15), y así sucesivamente en cada tipo de prueba. La (P) representa la potencia relativa. En este caso cuando el cociente sea más cercano a la unidad, tanto más resistente a la fuerza explosiva será el sujeto y menor será la pérdida de potencia durante la prueba.

La mejora en los microprocesadores y su integración en un mismo sistema, con las plataformas de contacto y las dinamométricas, han permitido que para cada tipo de salto, se pueda obtener de una forma precisa el tiempo de vuelo y tiempo de contacto; y

mediante un análisis matemático, conseguir variables como potencia, velocidad, aceleración y fuerza relativa al peso corporal (Centeno, 2013); que generan los sujetos al realizar este tipo de test mecánicos, y en específico de salto vertical.

Antropometría

La antropometría desarrolla métodos para la cuantificación del tamaño, forma, proporciones, composición, maduración y función gruesa de la estructura corporal. También se conoce como la medición de dimensiones físicas del cuerpo humano, en diferentes edades y su comparación con estándares de referencia (Bezares, Cruz, Burgos de Santiago, & Barrera, 2014). El perfil antropométrico determina la composición corporal y el somatotipo de cada deportista, factor que determina el rendimiento deportivo (Loomis, 2013).

Los principales objetivos de la antropometría son según Bezares y colaboradores (2014):

- Evaluar la composición corporal para detectar excesos o deficiencias
- Valorar las reservas de proteínas musculares
- Estimar porcentaje de grasa corporal total y su distribución
- Determinar la complexión corporal

En voleibol, las características antropométricas de los jugadores son un aspecto importante en el rendimiento, debido a la existencia de un obstáculo que los jugadores deben vencer; una red de 2.43 m de altura para los hombres y 2.24 m de altura para las mujeres. (Palao, Manzanares, & Valadés, 2014). La resistencia que estos atletas vencen es contra la gravedad y su propio peso, ya que sus desplazamientos son verticales, es por eso que las características tanto morfológicas como antropométricas van a determinar en gran parte, que esta actividad de salto vertical sea ejecutada eficazmente.

La fuerza se relaciona con el área de corte transversal de los músculos, y por lo tanto, se relaciona indirectamente con la masa corporal (Siff & Verhoshansky, 2014) . Por lo tanto, un factor importante, que influye en la diferencia entre las alturas de salto del atleta de voleibol masculino y femenino y la generación de fuerza, podría estar relacionado con sus somatotipos, su composición corporal y diferencias en las

capacidades físicas y desarrollo de las mismas. Además de que el voleibol es un deporte explosivo, se menciona que las características morfológicas de los deportistas pueden tener una gran incidencia de entre el 71% y el 83% de la eficiencia en el bloqueo y la eficacia del remate (Bandyopadhyay, 2007). Un alto porcentaje en la masa grasa puede tener efecto negativo en la velocidad de desplazamiento, la altura del salto, la capacidad de aceleración y adicionalmente conducir a un aumento en el gasto energético (Svantesson, Zander, Klingberg, & Slinde, 2008).

Peso corporal y diferencias sexuales en el deporte

Tanto en el deporte, como en las actividades cotidianas y en los roles ante la sociedad, los hombres y mujeres se han distinguido no sólo por sus capacidades sino también por las distintas habilidades y características físicas, antropométricas y psicológicas con las que cada sexo está dotado. Si bien en cuestiones de rendimiento también se han visto distinciones, como son las diferencias en la fuerza, se ha demostrado que la fuerza de una mujer es dos tercios de la de un hombre de la misma edad y peso (Siff & Verhoshansky, 2014). También Komi y Bosco (1978) informaron diferencias generales en la altura del salto femenino del 54 al 67 por ciento por debajo de los hombres al realizar un salto en cuclillas, contra movimiento y salto en caída libre. También informaron diferencias en la utilización de la energía elástica almacenada.

Pérez-Gómez et al. (2008) utilizaron una prueba de Wingate en un cicloergómetro para comparar el pico de potencia de miembros inferiores en hombres y mujeres, jugadores de voleibol de playa y la potencia media.; Los hombres demostraron producir una potencia máxima y media significativamente mayor. La diferencia en la generación de potencia se atribuyó a que las mujeres tenían menos masa muscular en las extremidades inferiores que los hombres, lo que prueba que la masa tiene una relación lineal con la potencia máxima. Las fuertes correlaciones positivas que se muestran en ese estudio, entre la potencia máxima relativa y la altura del salto en los grupos de hombres y mujeres, refuerzan la alta relación entre potencia y el peso corporal del atleta.

Somatotipo en el deporte

El somatotipo se conoce como el conjunto de características que determinan el biotipo ó forma del cuerpo de un sujeto (Bezares, Cruz, Burgos de Santiago, & Barrera,

2014). Se emplean 10 mediciones antropométricas que definen de manera integral la forma corporal de una persona. Ésta es una descripción numérica de la morfología del sujeto, al momento que es evaluado sugieren Bezares y otros (2014).

Se determina con base en tres aspectos:

- Endomórfica adiposidad relativa (gordura- redondez)
- Mesomórfica: desarrollo muscular esquelético relativo (robustez)
- Ectomórfica: linealidad relativa (delgadez)

El somatotipo se utiliza en muchas áreas, en el área del deporte que es donde más se utiliza, y sirve para comparar a un deportista con su equipo o algún biotipo determinado por la disciplina que éste practique, así como con la población normal o con él mismo, de acuerdo con la etapa de entrenamiento que se encuentre (Bezares, Cruz, Burgos de Santiago, & Barrera, 2014).

El somatotipo sólo clasifica, no especifica dimensiones corporales ni regionaliza adiposidad, tampoco indica si el parámetro está bien o mal, únicamente especifica el nivel somatotípico (Bezares y otros, 2014). Existen somatotipos de referencia, que van a ayudar a entrenadores y cuerpos técnicos a orientarse respecto a atletas más experimentados y con carreras deportivas de alto rendimiento, esos valores de referencia aportan a la ciencia del deporte una herramienta más de evaluación y dosificación.

Existen estudios en donde se ha definido tanto el perfil antropométrico como el somatotipo, y la composición corporal en diversas poblaciones y para diferentes disciplinas deportivas. Sin embargo, son ausentes los estudios en selectivos nacionales mexicanos, por lo cual se carece de referentes específicos a partir de los máximos exponentes de disciplinas deportivas, como el voleibol (Rivera, 2014) y fútbol rápido.

A pesar de la preocupación, por el hecho de que los parámetros morfológicos son una parte esencial de la evaluación y selección de deportistas para diversos deportes (Bandyopadhyay, 2007), datos estándar sobre tales parámetros no se tienen en el contexto de jugadores de fútbol bardas y jugadores de voleibol mexicano.

METODOLOGÍA

Tipo de estudio

Este estudio se fundamenta en un diseño no experimental transversal correlacional (Siampieri, Fernández, & Baptista, 2014), ya que analiza diferencias por sexo y disciplina deportiva respecto a variables antropométricas y de potencia en salto vertical. En una muestra no aleatoria por conveniencia (de libre participación).

Población y muestra

En este estudio la muestra seleccionada fue conformada por 23 atletas universitarios de las disciplinas de voleibol femenino (n= 8), varonil (n=7), así como fútbol rápido femenino (n=8). Los sujetos del estudio fueron informados del procedimiento a seguir, al cual accedieron de forma voluntaria firmando así un consentimiento informado.

Criterios de inclusión

- Ser actual jugador universitario
- Estar bajo entrenamientos al menos 5 días a la semana
- No contar con alguna lesión ó patología que pudiera alterar el resultado de las pruebas
- Realización de todas las pruebas ó análisis que requiera la investigación
- Mínimo 5 años de experiencia en la práctica deportiva

Criterios de exclusión

- No aceptar las condiciones del estudio
- Incumplimiento de algunas de las pruebas o análisis

Variables

Potencia del salto vertical (CMJ, CMJ30s), Antropometría (% grasa), Somatotipo (Ectomorfo, Endomorfo, Mesomorfo).

Instrumentos de medición

Los instrumentos que se utilizaron en la realización de las mediciones antropométricas fueron un kit antropométrico marca Slim Guide, una cinta (Luftein) y

un antropómetro corto marca Rosserat modelo Tommy, la altura corporal se midió con un estadiómetro (Seca) y se utilizó una báscula digital para las mediciones de masa corporal.

Para la evaluación del salto vertical se utilizó un sistema de medición óptica (Optojump Next, Microgate) que consiste en 2 barras (barras de transmisión y recepción, 1 m) que están equipadas con 33 leds ópticos. Los leds instalados en la barra de transmisión se comunican continuamente con un ordenador, y por medio del software arroja datos de los tiempos de vuelo y de contacto, elevación del centro de gravedad y altura (cm). La potencia específica (W/kg) cada 5 segundos durante la ejecución de una serie de saltos continuos, se calculó por medio de la fórmula descrita por Bosco (Bosco, Luhtanen, & Komi, 1983), que toma en cuenta el tiempo de vuelo, número de saltos, la constante de gravedad y tiempo de contacto.

Procedimiento

Al comienzo del estudio se tomaron datos del atleta tales como: nombre completo, edad, fecha de nacimiento, así como también información correspondiente a la posición de juego, años de práctica e historial clínico.

La colección de los datos se llevó a cabo por medio de dos tomas, la primera al inicio del mesociclo y otra toma al término del mesociclo de entrenamiento de cada grupo. Se solicitó apoyo a los entrenadores para realizar las evaluaciones y el procedimiento, los cuales se mostraron dispuestos e interesados en el proyecto.

Se procedió a la toma de medidas antropométricas, los sujetos se presentaron en el Laboratorio de Rendimiento Humano de la Facultad de Organización Deportiva de la UANL a partir de las 8:00 de la mañana. Se obtuvieron las medidas de la altura corporal (cm), la masa corporal (kg), se evaluaron 17 variables antropométricas (perfil reducido) utilizando la técnica de la International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK, 2006) con el fin de obtener porcentaje de grasa corporal y somatotipo de los atletas, todas las mediciones fueron realizadas por un especialista certificado nivel 2 de ISAK. Se utilizó el método antropométrico del somatotipo de Carter & Heath (Carter & Heath, 1990), método tricompartmental que divide la morfoestructura en ectomorfo, mesomorfo y endomorfo, entregando una idea de la

forma corporal de los individuos evaluados (Almagia, Rodriguez, Barraza, Lizana, & Ivanovic, 2009).

Para la evaluación del salto vertical, se programó evaluar a todos los atletas previo a una sesión de entrenamiento, antes de la prueba, los jugadores realizaron un calentamiento específico a su sesión, además de 2-3 repeticiones como práctica y corrección de la ejecución del salto tipo CMJ, el protocolo de evaluación consistió en realizar 3 saltos contramovimiento (CMJ) y saltos reactivos tipo CMJ durante 30 seg, de acuerdo con el protocolo descrito por Bosco (1994). Cada sujeto realizó 3 CMJ máximos con un tiempo de reposo entre saltos de 1 minuto, para evitar las técnicas indebidas de salto que pudieran haber afectado la precisión del tiempo de vuelo, se requirió a los sujetos extender completamente los miembros inferiores al despegar y mantener lo más rígido posible sus piernas al aterrizar (Castagna & Castellini, 2013). Se pidió a los jugadores que saltaran lo más alto posible, se obtuvo la mejor ejecución de los saltos CMJ para cada sujeto además se obtuvo altura promedio, potencia relativa cada 5 segundos (5, 10, 15, 20, 25 y 30seg), y potencia absoluta del protocolo de saltos reactivos tipo CMJ durante 30 segundos mediante las fórmulas descritas por Bosco (1983). los sujetos realizaron lo más alto y más rápido posible la ejecución de saltos tipo CMJ durante 30 segundos.

Durante las evaluaciones del equipo femenino de voleibol, se requirió el traslado a la concentración del equipo y las evaluaciones se siguieron conforme al protocolo descrito, obteniendo las medidas de salto vertical por medio de una plataforma de contacto, que igualmente registra los tiempos de vuelo y de contacto por medio de un software llamado Chronojump.

El cálculo del comportamiento de la curva de potencia, se integró gracias a los datos obtenidos por el software Optojump y Chronojump, los cuales muestran un registro de tiempo de vuelo y tiempo de contacto durante cada salto registrado durante toda la prueba. Estos resultados se introdujeron en una base de datos generada para calcular cada 5 segundos (en promedio cada 5 saltos) la potencia relativa promedio, y así sucesivamente durante toda la prueba para cada sujeto. Los cálculos de potencia relativa y potencia absoluta fueron manuales para todos los sujetos.

Análisis estadístico.

Para el análisis de los datos fueron capturados en Excel 2010 y analizados con el programa estadístico para las ciencias sociales SPSS en su versión 22 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA); con un nivel de significancia de $p < .05$, se presentan los datos descriptivos con media y desviación estándar. Se realizó prueba de normalidad utilizando el test de Shapiro-Wilk, para los resultados paramétricos se utilizó la prueba de ANOVA y posteriormente el post-hoc de Tukey. Para los datos no paramétricos se utilizó la prueba de Friedman y posteriormente el post-hoc de Wicolxon. Por último, para observar la relación entre variables, se utilizó correlaciones paramétricas y no paramétricas mediante los test de Pearson y Spearman respectivamente.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos durante las evaluaciones son expresados en las siguientes tablas y figuras.

Tabla 1.

Promedio y desviación estándar de las variables de cada grupo

	Voleibol Femenil (n=8)		Voleibol Varonil (n=7)		Futbol rápido Femenil (n=8)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Edad	22.6	± 2.1	21.5	± 1.7	21.1	± 2.2
Peso	70.5	± 12.9	74.3	± 9.1	55.3	± 5.0
Talla	173.3	± 7.5	179.2	± 3.7	159.3	± 6.3
% Grasa	18.5	± 3.0	8.6	± 2.5	15.7	± 4.3
CMJ	23.7	± 3.5	41.9	± 6.3	23.5	± 2.8
CMJ30s (h)	17.7	± 2.5	33.4	± 6.7	16.9	± 3.0
P media (w)	243.4	± 34.2	387.2	± 44.8	261.3	± 26.6
PP (W)	4668.2	± 389.8	5644.7	± 327.1	4780.0	± 377.4
CMJ30s (w/kg)	15.9	± 2.3	24.2	± 5.0	13.2	± 2.5
ENDO	4.3	± 1.1	2.4	± 1.1	4.1	± 0.9
MESO	3.3	± 1.1	4.6	± 1.0	3.6	± 0.9
ECTO	2.3	± 1.4	2.7	± 1.1	2.1	± 0.9

Nota. Salto contramovimiento (CMJ) expresado en watts (W), prueba de saltos tipo CMJ durante 30 segundos (CMJ30s), altura (h), Potencia media (P media), potencia absoluta (PP), valores relativos (W/kg), Endomorfo (ENDO), Mesomorfo (MESO), Ectomorfo (ECTO).

En la tabla 1 se presentan los resultados generales obtenidos por deporte (media ± desviación estándar); en esta tabla se observa que las muestras evaluadas pertenecen al mismo rango de edad, sin embargo, para el peso y la talla, se observan diferencias ya que los atletas de voleibol tanto femenino como masculino presentan valores más altos comparados con el deporte de futbol rápido femenino, también se observan diferencias en cuanto al porcentaje de grasa de cada grupo, siendo el grupo femenino de voleibol el que

obtuvo mayores porcentajes de grasa durante las evaluaciones. De igual manera los valores de altura durante la ejecución del salto CMJ de la batería de Bosco, muestran valores más altos en el grupo varonil de voleibol, diferenciándolo así de los grupos femeniles de voleibol y futbol rápido.

También podemos observar, que en la ejecución de la prueba de saltos continuos tipo CMJ durante 30 segundos, el equipo varonil presenta valores más altos para la altura promedio y la potencia media y absoluta presentada en esta prueba, siendo los valores entre los grupos femeniles un poco más similares entre sí pero aun así el equipo de voleibol femenil con valores más altos.

Para los valores de somatotipo, observamos que el grupo varonil tiene una predominancia mesomórfica comparada con los grupos femeniles, los cuales presentan valores con tendencias endomórficas para los dos grupos. El perfil de somatotipo de voleibol femenil es endo- mesomórfico (4.3, 3.3, 2.33) y de igual manera el grupo de futbol femenil (4.1, 3.6, 2.1), mientras que en el voleibol varonil presentaba un mesomorfismo aumentado y un equilibrio en su ectomorfa y endomorfa, obteniendo la clasificación de mesomorfo-balanceado (2.4, 4.6, 2.7).

Tabla 2

Variables	3.	4.	5.	6	7.	8. (5) seg	9. (10) seg	10. (15) seg	11. (20) seg	12. (25) seg	13. (30) seg
1. CMJ (h)	-.203	.012	-.149	.179	.094	.367	.431	.574*	.196	.472	.586*
2. CMJ (W)	.375	.338	-.501*	.403	.004	-.041	-.168	-.188	-.303	-.179	-.394
3. ENDO		.503*	-.508*	.705**	-.501*	-.125	-.147	-.402	-.295	-.548*	-.569*
4. MESO			-.892**	.386	-.082	.092	.165	.011	-.481	.007	.054
5. ECTO				-.405	.196	-.202	-.310	-.040	.350	-.008	-.065
6. %grasa					-.163	-.041	-.168	-.188	-.303	-.179	-.394
7. Índice PP						-.526*	-.361	.077	-.451	.432	.395

Correlaciones entre variables en voleibol femenil

Nota. **. La correlación es significativa en el nivel .01.

*. La correlación es significativa en el nivel .05 .

Las principales correlaciones encontradas en este grupo de voleibol femenil, podemos observar que la altura alcanzada en el salto CMJ tiene una correlación significativa ($p < .05$) con la potencia relativa alcanzada a los 15 y 30 segundos de la prueba de saltos continuos.

Hablando de somatotipo, la tendencia del endomorfo suele correlacionar negativo para la potencia relativa al finalizar la prueba de saltos continuos (25 y 30 segundos), además de correlacionar negativo con el índice de pérdida de la potencia, descrito por Bosco (1994). Para el porcentaje de grasa no se encontraron significancias en las pruebas físicas.

Tabla 3.*Correlaciones entre variables voleibol varonil*

Variables	3.	4.	5.	6.	7.	8. (5) seg	9. (10) seg	10. (15) seg	11. (20) seg	12. (25) seg	13. (30) seg
1. CMJ (h)	.921*	-.179	.508	-.877**	.161	.783**	.874**	.826**	.837**	.732**	.705**
2. CMJ (W)	-.459	.168	-.159	-.358	.412	.396	.499	.446	.434	.420	.634*
3. ENDO						-.688**	-.732**	-.679**	-.785**	-.657*	-.600*
4. MESO			-.642*	.015	-.094	-.360	-.265	-.358	-.283	-.484	-.306
5. ECTO					-.033	.531	.552*	.552*	.579*	.538*	.342
6. %grasa						-.631*	-.684**	-.635*	-.719**	-.622*	-.578*
7. Índice PP						-.090	.068	.103	.012	.281	.711**

Nota. **. La correlación es significativa en el nivel 0,01.

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05.

Para el grupo de voleibol varonil, se puede observar que la correlación es significativa ($p < .05$) para las variables de altura en el salto CMJ, con la potencia relativa producida durante toda la prueba y más alta en el rango de los 10 segundos de la prueba. Además de que también se observan correlaciones negativas de la tendencia de somatotipo endomórfico durante el desarrollo de toda la prueba de saltos continuos (5, 10, 15, 20, 25, 30 seg), observándose la más alta también durante el rango de los 10 seg.; además de observarse correlaciones negativas para el porcentaje de grasa durante el desempeño de toda la prueba con mayor significancia al rango de los 20 segundos.

Tabla 4

Variabes	3	4	5	6	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
						(5)	(10)	(15)	(20)	(25)	(30)
						seg.	seg.	seg.	seg.	seg.	seg.
1. CMJ (h)	-.204	-.140	.253	.380	-.158	.862**	.707**	.778**	.650**	.576*	.508*
3. ENDO		-.720**	-.765**	.883**	-.055	-.403	-.533*	-.468	-.481	-.382	-.384
4. MESO			-.911**	.570*	.076	-.438	-.472	-.540*	-.534*	-.329	-.291
5. ECTO				-.512	-.055	.293	.528*	.488	.377	.193	.324
6. % grasa					-.043	.088	.079	.100	-.094	.041	-.103
7. Índice PP						-.141	-.035	-.059	.197	.338	.706**

Correlaciones entre variables futbol rápido femenino

Nota. **. La correlación es significativa en el nivel 0,01. *. La correlación es significativa en el nivel 0,05.

En el grupo de futbol rápido femenino, podemos apreciar que el comportamiento de las variables de salto es significativo ($p < .05$) para el CMJ, con el desarrollo de toda la prueba de saltos durante 30 seg, encontrando la correlación más alta al inicio de la prueba durante el período los primeros 5 segundos. También observamos una correlación negativa entre la tendencia de somatotipo endomorfo, con la producción de potencia relativa durante el período de 10 segundos en la prueba de saltos continuos tipo CMJ. Por último, observamos una correlación negativa entre el índice de pérdida de potencia con el período de los 30 segundos.

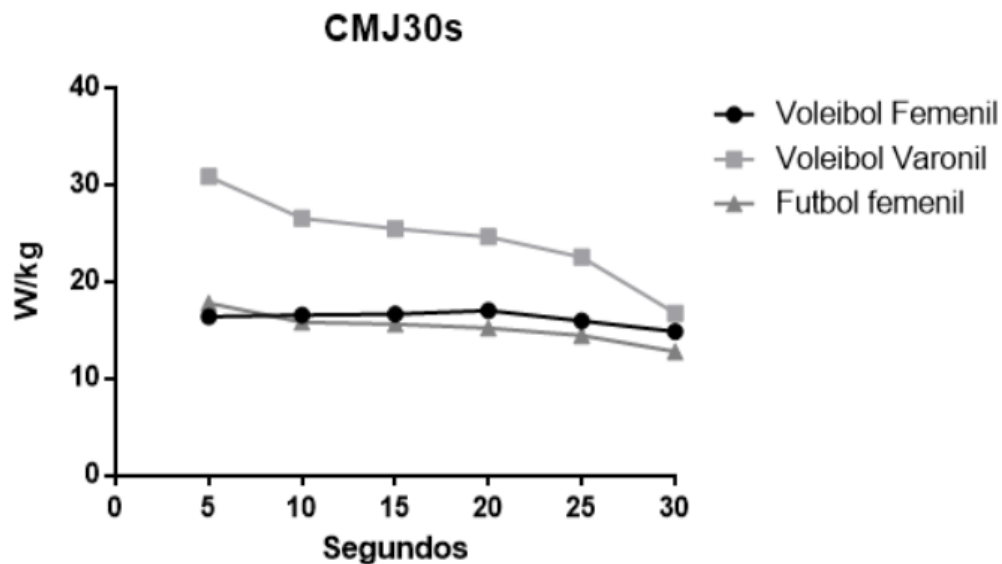


Figura 1. Comportamiento de la potencia relativa (w/kg) de los diferentes grupos de deportistas.

En la figura 1, observamos el comportamiento correspondiente a la curva de potencia mecánica en el desempeño de la prueba de saltos continuos CMJ, durante 30 segundos en los tres grupos evaluados (voleibol femenino, voleibol varonil y futbol rápido femenino), donde ésta se comporta similar tanto en el grupo de voleibol femenino como en el grupo de futbol rápido, observando así un claro comportamiento diferente a la curva de potencia del voleibol varonil, ya que el equipo varonil obtuvo valores más altos en la producción de potencia relativa.

En las figuras 2,3 y 4, observamos el comportamiento de la curva de potencia por tendencia de somatotipo, y se observan los comportamientos del equipo femenino de voleibol (figura 2), del equipo varonil de voleibol (figura 3) y el equipo de futbol rápido (figura 4).

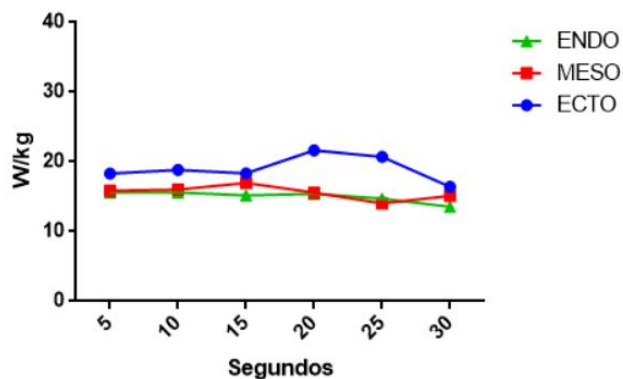


Figura 2. Curva de potencia por perfil de somatotipo en prueba de CMJ30s en voleibol femenino.

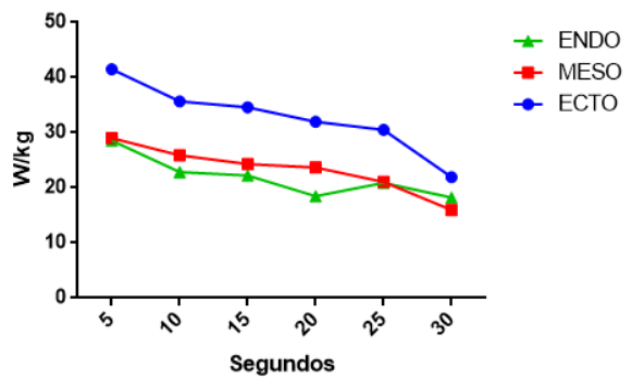


Figura 4. Comportamiento por tendencia de somatotipo en prueba de CMJ30s en voleibol varonil.

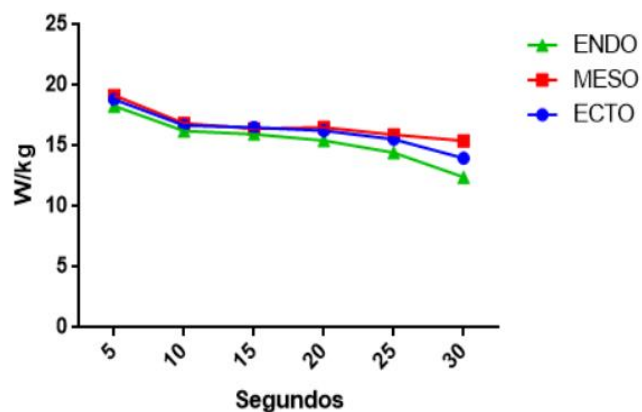


Figura 3. Comportamiento por tendencia de somatotipo en prueba de CMJ30s en futbol femenino.

Siendo el grupo femenino (figura 2), donde el comportamiento de los valores más altos de potencia mecánica se muestra para los sujetos con tendencia ectomorfa a partir de los 15 segundos, teniendo mayor producción de potencia al cierre de la prueba; siendo lo contrario para los sujetos con tendencia endomórfica quienes obtuvieron los valores más bajos durante todo el desarrollo de esta prueba.

El grupo varonil (figura 3), obtuvo valores mayores de potencia mecánica durante toda la prueba para los sujetos con tendencia ectomorfa, observando diferencia con los sujetos con tendencia mesomorfo, que durante toda la prueba no lograron obtener valores cercanos a los sujetos con tendencia ectomorfa, y, por último, el comportamiento de la tendencia endomorfa obtuvo los valores más bajos excepto para el final de la prueba, donde se encontraron valores por encima de los sujetos mesomorfos.

Observando un comportamiento más uniforme para el grupo de fútbol rápido femenino (figura 4), mostrando los valores para las tres tendencias somato típicas muy similares hasta los 20 seg. de la prueba y un desempeño más alto durante el cierre de la prueba, para los sujetos con tendencias mesomórficas.

DISCUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio permitieron comparar y describir el comportamiento de la curva de potencia, por tendencia somatotípica (ectomorfo, mesomorfo, endomorfo), de jugadores universitarios de voleibol (femenil y varonil) y futbol rápido femenil, durante la prueba de 30 segundos de saltos continuos tipo CMJ descrita por Bosco (1994). Cabe mencionar que el grupo de voleibol femenil evaluado pertenecía a la preselección nacional universitaria, que representaría a México en la Universiada mundial 2017; el cual mostró valores muy irregulares, en cuanto a la prueba de saltos tipo CMJ durante 30 s, ya que la mayoría de los sujetos no ejecutó la prueba de principio a fin al máximo, distribuyendo el esfuerzo y mostrando picos de potencia, incluso hasta los 20 seg, Según Bosco (1994), una forma de corroborar que la prueba es válida y realizada al máximo, la altura obtenida en el CMJ tiene que ser similar o igual a la altura obtenida durante los primeros saltos de la prueba, si no es así, es posible que la prueba no sea realizada con un máximo esfuerzo. La realidad es que ninguna de estas atletas estaba familiarizada con las pruebas de salto vertical realizadas, y a pesar de que se les instruyó correctamente los resultados muestran lo contrario. A diferencia de los grupos de futbol femenil y voleibol varonil, donde al corroborar que la altura del CMJ y los primeros saltos de la prueba coinciden, asumiendo que se realizaron con un máximo esfuerzo.

En el contexto mexicano, son escasos los estudios realizados en atletas de voleibol universitario, tomando en cuenta variables de antropometría, somatotipo, capacidades físicas y potencia. Un estudio realizado por Rivera (2014), donde se realizó un análisis cineantropométrico a selecciones varoniles universitarias de basquetbol y voleibol, rumbo a un evento mundial, evaluaron a 21 atletas comparando solamente perfiles antropométricos y de somatotipo, para las diferentes evaluaciones; concluyen que ambas muestras de atletas universitarios nacionales, presentan un somatotipo diferente en cuanto su categoría somatotípica, el somatotipo de voleibol es meso-endomórfico 3.5- 4.1- 2.9 , mientras que el del baloncesto es mesomorfo-balanceado 2.7- 4.9- 2.86, obteniendo valores distintos a nuestro estudio, en el cual para el equipo varonil de voleibol, se obtuvieron valores de somatotipo (2.4- 4.6- 2.7) y de porcentaje de grasa (8.6 ± 2.5), muy por debajo del obtenido en el estudio de Rivera (2014); ya que

ellos encontraron porcentajes de grasa en voleibolistas varoniles universitarios de 26 ± 4.4 . Las técnicas de medición, a pesar que fueron las mismas (ISAK), las diferencias se pueden encontrar en la persona(as) que realizan las mediciones, las fórmulas utilizadas en el análisis de los datos, o bien, en la realidad de que seleccionados nacionales universitarios cuentan con altos porcentajes de grasa, para la práctica deportiva del voleibol. Similar a nuestro estudio donde se encontraron valores altos de porcentaje de grasa, para el grupo de voleibol femenino y futbol femenino, 18.5 ± 3.0 y 15.7 ± 4.3 respectivamente; en cuanto al somatotipo, encontramos que estos grupos tienden al somatotipo endo-mesomorfo.

En un estudio hecho por Palao y colaboradores (2014), encontraron valores mayores de ectomorfia sobre los valores endomórficos y mesomórficos, los rasgos fueron encontrados en atletas olímpicos y de primera división de voleibol femenino y varonil. Además distinguieron estos valores por la posición de juego, y encontraron diferencias entre los jugadores bandas y el resto de las posiciones (centros, atacantes, y opuestos), a pesar de que en este estudio no hicimos esa distinción, por la muestra tan limitada, ellos encontraron para ambos sexos, que los jugadores bandas presentaron los valores mesomórficos más altos y los centrales presentaron los mayores valores de ectomorfia. Esto puede deberse sin duda a la participación del jugador de voleibol en el remate y bloqueo, ya que es distinta en relación con la posición del juego, porque los jugadores tienen diferentes acciones y responsabilidades con respecto a su posición. Por ejemplo: los jugadores centrales son los jugadores que ejecutan la mayor cantidad de bloqueos, y una de sus responsabilidades es hacer la entrada igual de enérgica cada vez que la bola está en manos del acomodador dispuesto a distribuir el ataque. Los centrales son aquellos atletas que están listos para contactar el balón en todo momento, entonces en teoría, deberían poseer mayor capacidad de resistencia a la fuerza explosiva y tener una adecuada antropometría para cumplir este rol (Palao, Manzanares, & Valadés, 2014).

En una revisión hecha por Fernández, Rubiano & Hoyos (2015), donde evaluaron a voleibolistas de altos logros (jugadoras de los trece mejores países del ranking mundial de la Federación Internacional de Voleibol del año 2013) con el

objetivo de identificar el perfil morfológico en voleibolistas de élite, y establecer un perfil ideal para las mismas, revisaron más de 65 artículos publicados entre los años 2000 y 2013, obteniendo como resultados de su revisión que no hay una tendencia específica entre todas estas atletas evaluadas. Sin embargo, encontraron una relevante prevalencia de la estatura, dentro de esta característica principal en jugadoras de voleibol de élite, mencionan que en las últimas décadas la importancia de la talla pudo pasar a ser un factor condicional en el voleibol, debido al cambio en las estrategias de entrenamiento de la saltabilidad, por las lesiones crónicas que a largo plazo puede generar este tipo de entrenamiento y por el volumen de tiempo que era necesario destinarle. Por lo tanto, la talla en las voleibolistas se puede deber más a los requerimientos de los nuevos métodos de entrenamiento, que a la misma evolución del deporte. La segunda variable más estudiada fue el somatotipo, y se identificó que las voleibolistas de élite presentan un perfil meso-ectomórfico. El grupo de voleibol femenino evaluado en este estudio presenta un perfil endo-mesomorfo en comparación con jugadoras de élite mundial, en quienes predomina la altura y un bajo porcentaje de grasa, con tendencia mesomórfica y manejando perfiles endomórficos muy bajos.

Hablamos de que las variaciones según la competencia y el nivel de los deportistas de élite nacional se encuentran en rangos muy por debajo de élite mundial, ya que han sido reportados en la literatura que equipos de niveles bajos competitivos muestran mayor endomorfia y mesomorfia, mientras que se observa que la tendencia ecto-mesomorfa refleja el voleibol de élite mundial, es decir, atletas fuertes y altos con un cuerpo esbelto y largo. Para el voleibol esto es considerado una característica fundamental, sin embargo, a pesar de que los atletas universitarios son la base de las selecciones nacionales tanto femenino como varonil, en México, los valores de talla y somatotipo no reflejan los parámetros referenciados por la élite mundial, y es difícil competir a niveles tan altos si no se obtiene los mínimos valores de referencia para la élite.

En cuanto al comportamiento de la curva de potencia en relación con el perfil de somatotipo, no encontramos estudios que arrojen datos o correlaciones con este tipo de variables, a pesar de que la literatura que se consultó fue basta, ninguno relacionaba

estas variables de forma específica como en este estudio. Es importante resaltar que las variables tomadas en cuenta hacen referencia a las cualidades específicas de los deportes analizados, ya que tanto el voleibol como el futbol bardas requieren de la capacidad de resistencia a la fuerza explosiva y la producción de potencia, son para nosotros fundamentales; es por eso que, en el análisis del comportamiento de la curva de potencia, por perfil somato típico, nos pareció el hecho más relevante en este estudio.

Refiriéndose a estudios, donde relacionan variables de salto vertical y antropométricas, encontramos que Nikoladis y colaboradores (2015), en un estudio realizado con jugadoras femeninas de voleibol de 4 divisiones de élite en Grecia también llevaron a cabo pruebas antropométricas y evaluaciones de salto vertical, tanto pruebas de saltos continuos como evaluaciones de CMJ, y obtuvieron valores muy por encima a los obtenidos en este estudio, tanto en altura del CMJ (25.7 ± 4.3 ; 25.7 ± 3.8 ; 27.9 ± 4.6 ; 23.6 ± 3.7) como en potencia relativa, promedio para los saltos continuos tipo CMJ 30 s (27.3 ± 4.6 ; 29.2 ± 3.9 ; 27.2 ± 4.8 ; 25.3 ± 4.5), en equipos femeniles de voleibol. El principal hallazgo de este estudio fue encontrar diferencias en potencia anaeróbico y la fuerza muscular en jugadoras de voleibol femenino según su nivel de rendimiento, también observaron diferencias significativas entre las pruebas de salto con respecto a la composición corporal antropométrica y características del somatotipo; los resultados confirmaron la tendencia de los jugadores de la primera división quienes tienden a características de mayor talla y un perfil más ectomórfico y en menor grado mesomórfico y endomórfico. Sin embargo, en este estudio no muestran resultados específicos de la curva de potencia ni su relación con el somatotipo como en nuestro estudio.

En el estudio Bandyopadhyay (2007) donde el principal objetivo fue la evaluación de los parámetros físicos, medidas antropométricas, composición corporal y somatotipo de jugadores de fútbol y voleibol en la India, la muestra fue varonil, los resultados muestran una diferencia en cuanto al perfil de somatotipo, así como de las mediciones antropométricas. Los jugadores de voleibol mostraron un perfil más ectomesomorfo comparado con atletas de futbol, quienes tendían más al mesomorfo-balanceado. Al contrario, de nuestro estudio los sujetos en el grupo de voleibol varonil

tienden mayormente al mesomorfo-balanceado, las diferencias en cuanto al perfil somatotípico en los grupos femeniles no es tan marcada como en el estudio de Bandyopadhyay (2007). En nuestro caso, los grupos femeniles muestra un perfil endomesomórfico para las dos selecciones, no enmarcando así diferencia en cuanto al perfil, pero sí en el comportamiento de la curva de potencia, ambos grupos femeniles muestran características particulares en relación al comportamiento de la potencia y el somatotipo, ya que en el grupo de futbol rápido se observó parámetros similares en los tres diferentes somatotipos, a diferencia de lo encontrado en el grupo de voleibol, el cual presenta un comportamiento variado y diferente entre los tres somatotipos.

La correlación entre la fuerza y la masa corporal disminuye a medida que aumenta la velocidad a la que la fuerza se desarrolla, en resumidas cuentas, una correlación alta entre fuerza y masa corporal no es viable en actividades explosivas, sobre todo en los ejercicios de salto (Siff & Verhoshansky, 2014).

En un estudio observacional de salto vertical realizado por Ziv & Lidor (2010) donde analizaron; diferencias entre jugadores de diferentes niveles, cambios en el rendimiento de salto vertical durante la temporada, factores que afectan el rendimiento de salto vertical, variaciones en las técnicas de salto y el rendimiento de salto vertical, concluyen que monitorear el rendimiento de salto vertical en toda la temporada puede ser útil para controlar las ganancias y disminuciones en el rendimiento, además mencionan que las pruebas permitirán cambios en el programa de acondicionamiento que se lleve a cabo con el fin de remediar cualquier disminución en el rendimiento. La prueba de salto vertical es simple, no consume mucho tiempo y requiere relativamente dispositivos de prueba baratos.

En otros estudios como el de Carlock y otros (2004) intentan relacionar el salto vertical con el levantamiento de pesas y encuentran características mecánicas similares en el salto vertical con algunas técnicas de levantamientos de pesas. Los propósitos principales de este estudio fueron correlacionar estimaciones de la potencia promedio y potencia pico, derivados del salto vertical, con el rendimiento en los movimientos de levantamiento de pesas (sentadillas, arranque y clean) para determinar la fiabilidad de este método de evaluación sin necesidad de hacer evaluaciones constantes de

repeticiones máximas (RM), que pudiera presentar mayor riesgo para el atleta. El salto tipo CMJ y SJ son consideradas pruebas ideales para la evaluación de la potencia mecánica y están correlacionados con gestos mecánicos del sprint, sentadilla, potencia anaeróbica (test de Wingate) que proporcionan datos específicos y comparables entre grupos para el control de las cargas de entrenamiento y el rendimiento.

Los resultados del presente estudio pueden ser considerados un referente para futuros estudios y como herramienta útil para evaluaciones constantes en ambas disciplinas de nivel universitario en México, que requieren de la capacidad de resistencia a la potencia y de fácil acceso para utilizarse en el proceso de preparación y evaluación del atleta y equipos deportivos.

Conforme el principio de la especificidad en el entrenamiento, sugerimos que las pruebas en voleibol y fútbol rápido deben incluir el salto CMJ y saltos continuos para la evaluación de la resistencia a la fuerza explosiva. Este tipo de evaluaciones se sugieren que sean aproximadamente al término o inicio de cada mesociclo de preparación. Los procedimientos de evaluación se sugieren que se elijan al principio de la temporada y se mantengan, para fines de seguimiento y para evitar evaluaciones que no están relacionados con el desempeño de los atletas. El uso de los mismos protocolos de evaluación permite que estos datos se puedan comparar y así mejorar las capacidades específicas en el deporte.

Conclusiones

La constante evaluación antropométrica y la definición del perfil somatotípico puede representar un parámetro para la medición del rendimiento en potencia mecánica en los deportes de fútbol rápido y voleibol, esto en conjunto con las pruebas físicas de salto vertical. Ya que en este estudio los valores más altos de potencia en el salto vertical fueron para los sujetos con tendencias ecto-mesomorfas, se puede concluir que para los requerimientos del voleibol y fútbol rápido de elite los sujetos con tendencias ecto-mesomórficos muestran valores mayores de resistencia a la potencia y menor índice de pérdida de potencia que los sujetos que presentan un somatotipo endomórfico. Si en México se busca la mejora en este deporte es importante ir introduciendo estos requerimientos en los voleibolistas y futbolistas que aspiren al alto rendimiento.

REFERENCIAS

- Almagia, A. F., Rodriguez, R. F., Barraza, G. F., Lizana, P. J., & Ivanovic, D. &. (2009). Anthropometric Profile of Professional Volleyball Sudamerican Players. *International Journal Morphologic*, 53-57.
- Ayuso, J. M., Calleja-González, J., Clemente-Suárez, J., & Zourdos, M. (2015). Influence of anthropometric profile on physical performance in elite female volleyballers in relation to playing position. *Nutrición Hospitalaria*, 849-857.
- Bag, A., Borman, A. S., Das, S., & Chawdhury, B. (2015). Comparative Study on Physical Fitness of Volleyball and Football Players in University Level. *Journal of Sports and Physical Education*, 01-05.
- Bandyopadhyay, A. (2007). Anthropometry and Body Composition in Soccer and Volleyball Players in West Bengal, India. *Journal of Physiological Anthropology*, 501-505.
- Bar-Or, O. (1987). *Test Anaeróbico Wingate*. Ontario, Canadá.: McMaster.
- Bezares, S. V., Cruz, B. R., Burgos de Santiago, M., & Barrera, B. M. (2014). *Evaluacion del estado de nutricion en el ciclo vital humano*. Mexico, D.F.: Mc Graw Hill.
- Bialoskorska, M., Tomczyk, B., Tomczyk, A., & Szafraniec, R. (2016). Relations between vertical jump height and volleyball players body composition. *Scientific Review of Physical Culture*, 56-62.
- Bompa, T. O. (2009). *Periodizacion del Entrenamiento Deportivo*. (P. G. Román, Trad.) Barcelona, España: Paidotribo.
- Bosco, C. (1994). *La valoracion de la fuerza con el test de bosco*. Barcelona: Paidotribo.
- Bosco, C. (2000). *La Fuerza Muscular*. España: INDE.
- Bosco, C., Komi, P., Tihanyi, J., Fekete, G., & P., A. (1983). Mechanical power test and fiber composition of human leg extensor muscles. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* , 29-35.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A Simple Method for Measurement of Mechanical Power in Jumping., (págs. 273-282).
- Brazo, S. J., Nikolaidis, P. T., Camacho, C. A., Camacho, C. M., Timón, R., & Olivares, P. R. (2017). Acute Effects of Block Jumps in Female Volleyball Players: The Role of Performance Level. *Sports* , 5-15.

- Brizuela O., M. (2017). Perfil antropométrico y aptitud física en voleibolistas juveniles de colima. *Revista Mexicana de Investigación en Cultura Física y Deporte*, 2017-2030.
- Cabral, B. G., Cabral, S. A., Miranda, H., Dantas, P. M., & Reis, V. (2011). Discriminant effect of morphology and range of attack on the performance level of volleyball players. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*, 13(3):223-229.
- Carlock, J. M., Smith, S. L., Hartman, M. J., Morris, R. T., Ciroslan, D. A., Pierce, K. C., . . . Stone, M. H. (2004). The relationship between vertical jump power estimates and weightlifting ability: a field-test approach. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 534-539.
- Centeno, P. R. (2013). *Valores de referencia para saltos en plataforma dinamométrica en una población de deportistas andaluces*. Sevilla: Tesis Doctoral.
- Chamari, K., Ahmaidi, S., Blum, J., Hue, O., Temfemo, A., Hertogh, C., . . . Mercier, J. (2001). Venous blood lactate increase after vertical jumping in volleyball athletes. *European Journal Appl Physiologic*, 191-194.
- Dietrich, M., Klaus, C., & Lehnertz, K. (2001). *Manual de Metodología del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Paidotribo.
- Fernández, J., Rubiano, P., & Hoyos, L. (2017). Morphological profile of elite women volleyball players. Review article. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 775-794.
- Fonseca, C. L., Dantas, P. M., Fernandes, P. R., & Fernandes, F. J. (2008). Dermatoglyphic, somatotype, and explosive strength profiles of women's volleyball of the Brazilian team. *Fitness & Performance*, 35-40.
- Gabbett, T., & Georgieff, B. (2007). Physiological and anthropometric characteristics of junior national, state, and novice volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 902-908.
- Gathercole, R. J., Sporer, B. C., Stellingwerff, T., & Sleivert, G. G. (2015). Comparison of the Capacity of Different Jump and sprint field test to detect neuromuscular fatigue. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2522-2531.
- Hanjabam, B. S., Shalini, G., Konthoujam, K. M., Jyoti, D., & Sanjay, D. (2017). Anthropometric Basis of Vertical Jump Performance: A Study in Young Indian National Players. *Journal of Clinical and Diagnostic*, CC01-CC05.
- Koley, S., Singh, J., & Sandhu, J. S. (2010). Anthropometric and physiological characteristics on Indian inter-university volleyball players. *Journal of Human Sport & Exercise*, 389-399.
- Lara, S., Abián, J., Alegre, L. M., Jiménez, L., & Aguado, J. (2005). Medición directa de la potencia con el test de salto en voleibol femenino. *Archivos de medicina del deporte*, 111-120.

- Lidor, R., & Ziv, G. (2010). Physical and physiological attributes of female volleybal players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1963–1973.
- Loomis, G. W. (2013). *Seasonal Changes in Body Composition, Block Jump, Attack Jump and Lower Body Power Index in Male Collegiate Volleyball Players*. Brigham: All Theses and Dissertations. 4281.
- Malisoux, L., Francaux, M., Nielens, H., & Theisen, D. (2006). Stretch-shortening cycle exercises: an effective training paradigm o enhance power output of human single muscle fibers. *Journal of Applied Physiology*, 771–779.
- Malousaris, G., K., B. N., Barzouka, K. G., Bayios, L. A., Nassis, G. P., & Koskolou. (2008). Somatotype, size and body composition of competitive female volleyball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 337—344.
- Martinez, D. B. (2017). Consideration for Power and Capacity in Volleyball Vertical Jump Performance. *Strength and Conditioning Journal*, 1-13.
- Muriel, X., Cámara-Tobalina, J., Fernández-López, J. R., & Pallarés, J. G. (2012). Validez de test de salto para la valoracion del rendimiento anaerobico y la asimétris en el ciclismo de alto nivel. *Revista Euroamericana de ciencias del deporte* , 39 - 46.
- Nájera, L. R., De León, F. L., Feriche, F.-C. B., Carrasco, L. C., & Candia, L. B. (Diciembre de 2015). *Análisis de salto vertical repetido en jugadores de baloncesto*. Obtenido de Educación Física y Ciencia.: <http://www.efyc.fahce.unlp.edu.ar/article/view/EFyCv17n02a04/>
- Nejic, N., Trajkovic, R., Stankovic, Z., & Milanovic, G. S. (2013). A comparison of the jumping performance of female junior volleyball players in terms of their playing positions . *Physical Education and Sport*, 157 - 164.
- Nicol, C., Avela, J., & Komi, P. V. (2006). The Stretch-Shortening Cycle, A Model to Study Naturally Occurring Neuromuscular Fatigue. *Sports Medicine*, 977-999.
- Nikoladis, P. T., Alfonso, J., & Busko, K. (2015). Differences in anthropometry, somatotype, body composition and physiological characteristics of female volleyball players by competition level. *Sport Sci Health*, 29-35.
- Nikolaidis, P. T., Afonso, J., Clemente-Suarez, V. J., Padilla, A. J., Driss, T., Knechtle, B., & Torres-Luque, G. (2016). Vertical Jumping Tests versus Wingate Anaerobic Test in Female Volleyball Players: The Role of Age. *Sports* , 1-7.
- Nikolaidis, P. T., Ziv, G., Arnon, M., & Lidor, R. (2012). Physical characteristics and physiological attributes of female volleyball players- the need for individual data . *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2547–2557.
- Nikolaidis, P., Krzysztow, B. J., Ingebrigtsen, J., Chtourou, H., & Martin, J. (2015). Positional differences of physical traits and physiological characteristics in female volleyball players – the role of age. *Kinesiology*, 1:75-81.

- Palao, J. M., Manzanares, P., & Valadés, D. (2014). Anthropometric, Physical, and Age Differences by the Player Position and the Performance Level in Volleyball. *Journal of Human Kinetics*, 223-236.
- Portela, P. J., & Oyalvides, P. Y. (04 de 06 de 2009). Sistemas energeticos en el voleibol. Habana, Cuba.
- Rivera, S. J. (2014). Análisis cineantropométrico de selecciones nacionales universitarias de baloncesto y voleibol de México . *Revista Mexicana de Investigación en Cultura Física y Deporte* /, 141-156.
- Sattler, T., Sekulic, D., Hadzic, V., Uljevic, O., & Dervisevic, E. (2012). Vertical Jumping Test in Volleyball: Reliability, Validity, and Playing-Position Specifics. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1532–1538.
- Schaal, M., Ransdell, L. B., Simonson, S. R., & Gao, Y. (2013). Physiologic Performance Test Differences in Female Volleyball Athletes By Competition Level and Player Position. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1841–1850.
- Siampieri, H. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. P. (2014). *Metodologia de la investigacion* . México, D.F: Mc Graw Hill Education.
- Siff, M. C., & Verhoshansky, Y. (2014). *Superentrenamiento*. Badalona, España: Paidotribo.
- Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisloff, U. (2005). Physiology of soccer. *Sports Medicin*, 501-536.
- Valladares, N., Joao, P. V., & Garcia-Tormo, J. (2016). Análisis de las variables antropométricas y físico técnicas en voleibol femenino. *E-Balonmano.com Revista de Ciencias del Deporte*.
- Ziv, G., & Lidor, R. (2010). Vertical jump in female and male volleyball players: a review of observational and experimental studies. *Scandinava Journal Medicine & Science in Sports*, 556–567.

Resumen autobiográfico

Bianca Angelica Cejas Hernández

Candidato para obtener el Grado de Maestría en Actividad Física y Deporte Con
Orientación en Alto Rendimiento Deportivo.

Tesina: RESISTENCIA A LA POTENCIA EN MIEMBROS INFERIORES,
COMPARATIVO ENTRE COMPOSICIÓN CORPORAL EN VOLEIBOL Y FUTBOL
RÁPIDO

Campo temático: Entrenamiento Deportivo, Alto rendimiento.

Lugar y fecha de nacimiento: Chihuahua, Cd. Juárez Chihuahua, 25 de septiembre 1990.

Lugar de residencia: Monterrey, Nuevo León.

Procedencia académica: Licenciatura en Entrenamiento Deportivo en la Universidad
Autónoma de Ciudad Juárez.

Experiencia Propedéutica y/o Profesional:

Docente titular de las materias de voleibol y entrenamiento deportivo I (Asesoría
Ordinaria), en la licenciatura en ciencias del ejercicio (UANL) (2018).

Docente auxiliar, en la licenciatura en ciencias del ejercicio en la Universidad Autónoma de
Nuevo León (UANL) (2017).

Terapeuta físico en Centro de Rehabilitación e Hidroterapia, cd. Juárez (2015-2016)

Terapeuta físico en la institución Servicio Fisiátrico Avanzada A. C. Medicina privada
atendiendo pacientes en todo tipo de lesiones y patologías (2014).

Terapeuta físico del Centro de Rehabilitación Integral del DIF municipal, 2012- 2013

Auxiliar de entrenadora de Natación en el CODE Jalisco (2011).

E-mail: bianka_2509@hotmail.com