

PRIMERA PARTE

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La fuerza absoluta se refiere a la capacidad de un deportista a ejercer la máxima fuerza sin tener en cuenta su peso corporal, al tomar en cuenta el peso corporal nos da como resultado la fuerza relativa que esta representada por el cociente entre la fuerza absoluta y su peso corporal, esta fuerza es muy importante en el fútbol por cuanto el jugador debe realizar acciones específicas como el desplazar su cuerpo lo mas rápido posible, saltar lo mas alto posible etc. la fuerza absoluta que debe ser el mínimo suficiente para compensar el peso corporal del atleta, es evidente que los jugadores cuando aumenta su peso corporal la fuerza relativa decrece. Esta realidad es de gran significado para deportes donde la potencia aláctica es la capacidad dominante. Esta fuerza esta influenciada por el comportamiento del peso corporal, bajos niveles de condición física de fuerza y por ende va a repercutir directamente en el sistema anaeróbico aláctica utilizado como capacidad para obtener grandes reservas de ATPPc que transformadas a potencia podremos observar el comportamiento del jugador en acciones específicas tanto en entrenamiento como en partidos oficiales.

Este estudio de estas dos capacidades importantes nos permitirá resolver problemas como bajos índices de fuerza en musculaturas específicas del fútbol e implicadas en acciones

técnicas, así como de determinar el macrociclo de trabajo e individualizar los casos en donde se requiera de este trabajo.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿CÓMO INCIDE LA FUERZA ABSOLUTA Y RELATIVA EN LA CAPACIDAD Y POTENCIA ANAERÓBICA ALÁCTICA DE LOS JUGADORES DEL CLUB DEPORTIVO ESPOLI?

1.3 OBJETIVOS:

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Analizar la incidencia de la Fuerza absoluta y relativa en la capacidad y potencia anaeróbica aláctica de los jugadores del club deportivo ESPOLI.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la Fuerza absoluta de los jugadores del club deportivo ESPOLI.
- Analizar la Fuerza relativa de los jugadores del club deportivo ESPOLI.
- Analizar la capacidad aláctica de los jugadores del club deportivo ESPOLI.
- Analizar la capacidad aláctica de los jugadores del club deportivo ESPOLI.
- Establecer la incidencia de la fuerza absoluta y relativa en la capacidad y potencia anaeróbica aláctica.

1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

En nuestro país no se han realizado investigaciones científicas en relación a trabajos con futbolistas profesionales.

Es precisamente la intervención en este tópico donde se encuentra el trabajo especializado y fundamentalmente dirigido a lograr perfiles de la fuerza y sus incidencia en el sistema anaeróbico aláctica para el alto rendimiento.

Vamos a centrarnos en nuestro caso en el desarrollo de la fuerza y su transformación en capacidad y potencia aláctica siempre en

estrecha relación con la condición física y su influencia en el sistema anaeróbico aláctica.

Por ende será de mucha utilidad en el estudio del entrenamiento y competición de los jugadores no solo de nuestro equipo sino a toda la población que práctica este deporte, este estudio aportara en forma significativa en el desarrollo de la fútbol en todas sus categorías, para esto se establecerá una batería de test que permitirá la evaluación constante de los jugadores para realizar los correctivos en forma científica.

La presente investigación contará con los recursos humanos requeridos y con recursos materiales y financieros necesarios, para la culminación de mi tesis de grado , además con la asesoría de especialistas en la rama del deporte y en el área del fútbol y entrenamiento deportivo, con el aval del club deportivo ESPOLI de Pichincha con su dirigencia y cuerpo técnico, I, así también se contará con la asesoría especializada del personal docente vinculado con el tema conjuntamente con el director y codirector de tesis. Es importante tener presente que se cuentan con una batería de tests para la evaluación de la fuerza absoluta y relativa así como de la capacidad y potencia aláctica.

1.5 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

1.5.1 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	SUB DIMENSIONES	INDICADORES
FUERZA ABSOLUTA Y RELATIVA	<p>Se refiere a la capacidad de un atleta a ejercer la máxima fuerza si tener en cuenta el peso corporal.</p> <p>La fuerza relativa representa el cociente entre la fuerza absoluta del atleta y su peso corporal.</p>	<p>Fibras tipo I</p> <p>Fibras tipo II A</p> <p>Fibras tipo II B</p>	<p>ADAPTACIÓN ANATÓMICA</p> <p>HIPERTROFIA</p> <p>FUERZA MÁXIMA</p> <p>FUERZA RÁPIDA.</p> <p>RESISTENCIA VELOCIDAD.</p>	<p>1RM</p> <p>Velocidad de contracción.</p> <p>Número de Fibras Rápidas</p>

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	SUB DIMENSIÓN	INDICADOR
ANAERÓBICO ALÁCTICA	Sistema de energía que asegura la resíntesis de ATP utilizado como sustrato el fosfato de creatina.	Capacidad. Potencia.	Velocidad de reacción. Velocidad de acción. Resistencia al esprint	Test físicos.

SEGUNDA PARTE

MARCO TEÓRICO

CAPITULO I

2.1. LA VELOCIDAD

2.1.1. INTRODUCCIÓN

El Fútbol debido a sus reglas y su metodología de entrenamiento efectuado en la actualidad, se caracteriza por tener un intenso nivel de trabajo por lo tanto los jugadores realizan un esfuerzo máximo para su desempeño.

Por esto es necesario hablar de velocidad, concepto sobre el cual en el ambiente deportivo se puede tratar de una forma amplia.

La velocidad depende de muchos parámetros para poder llegar a su plenitud, como por ejemplo: La técnica motriz, la fuerza máxima y explosiva, los desequilibrios musculares y la elasticidad muscular, al observar que depende de todos estos parámetros podemos ver que la velocidad si se la puede entrenar mediante procesos que tengan mucha planificación.

Los jugadores de fútbol sala se pueden considerar rápidos si son capaces de jugar a velocidades máximas y sintiendo las variaciones de estas.

2.1.2 DEFINICIÓN

Desde el punto de vista de la física la velocidad depende de dos variables: el espacio recorrido y el tiempo que demora en recorrerlo.

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{Espacio}}{\text{Tiempo}}$$

Pero desde el punto de vista deportivo existen varias teorías para definir esta capacidad, como por ejemplo:

“Capacidad que permite, en base a la movilidad de los procesos del sistema neuromuscular y de las propiedades de los músculos para desarrollar la fuerza, realizar acciones motrices en un lapso de tiempo situado por debajo de las condiciones mínimas dadas”¹

“La velocidad es la capacidad de hacer uno o varios movimientos en el menor espacio de tiempo posible. Se tratan de movimientos que se hacen en un espacio de tiempo mínimo”²

“La velocidad es la relación entre el espacio recorrido y el tiempo en recorrerlo, o la variación del espacio respecto al tiempo”³

¹ Frey (1977) Citado por www.efdeportes.com, La Velocidad

² Cuadernos de Atletismo, “Velocidad y Vallas”, p 5

³ Manual de Educación Física y Deportes, “Técnicas y Actividades Prácticas”, p 122

Estas teorías hablan de las variables de espacio recorrido en un corto lapso de tiempo mediante los estímulos a los músculos.

Una de las principales señales para la velocidad es la movilidad de los procesos nerviosos y el nivel de la coordinación neuromuscular. El grado de velocidad depende también de las particularidades del tejido muscular.

La velocidad es determinante en los deportes explosivos (esprints, saltos y la mayoría de deportes de campo) mientras que en las competencias de resistencia su función como factor determinante parece reducirse con el aumento de la distancia. Al igual que con la característica de la fuerza, la contribución relativa de la velocidad en cada deporte varía según las exigencias de la disciplina, el biotipo del jugador y las técnicas específicas practicadas por el atleta.

La velocidad se mide en metros por segundo, el tiempo empleado para desarrollar cierta tarea puede considerarse también como una medida de la velocidad del atleta, y la forma de tratar el tiempo varía de acuerdo con el nivel, edad y sexo del atleta.

2.1.3. TIPOS DE VELOCIDAD

Para la velocidad se han formulado e identificado dentro del contexto deportivo muchos y variados tipos o manifestaciones de velocidades, se encontraran unas manifestaciones de velocidades antes de iniciar la acción motriz, otras manifestaciones en el momento y durante el acto motor.

2.1.3.1 VELOCIDAD DE REACCIÓN

“Capacidad de reaccionar en el menor tiempo a un estímulo”⁴

“Es el tiempo que media entre el estímulo y la respuesta, para medir es necesario hacerlo con una precisión de 1/1000 segundos.”⁵

Según ZACIORSKIJ (1968) y KRÜGER (1982) hay hasta cinco componentes (fases) en el tiempo de reacción, de los cuales unos son entrenables y otros no son entrenables.

T1= Fase de percepción

Tiempo en que tarda en excitarse el receptor (el oído, la vista) por el estímulo o señal (silbato, pañuelo, balón), depende de la percepción y de la capacidad de atención, esto es entrenable.

T2= Fase de transmisión, aferente

Tiempo de transmisión del estímulo, del receptor hasta el sistema nervioso central, también llamado vía aferente, depende de la condición nerviosa, es poco o nada entrenable.

T3= Fase de tratamiento de la información

Tiempo de formación de la orden de ejecución en el sistema nervioso central, depende del grado técnico y de la coordinación.

⁴ GROSSER (1992) Citado por www.efdeportes.com, La Velocidad

⁵ Cuadernos de Atletismo, “Velocidad y Vallas”, p 5

Existen aquí dos situaciones:

- Tener que elegir entre varias respuestas con lo que el tiempo de tratamiento de información es mayor.
- Tener que reaccionar ante una sola respuesta con lo que el tiempo de tratamiento de la información es menor.

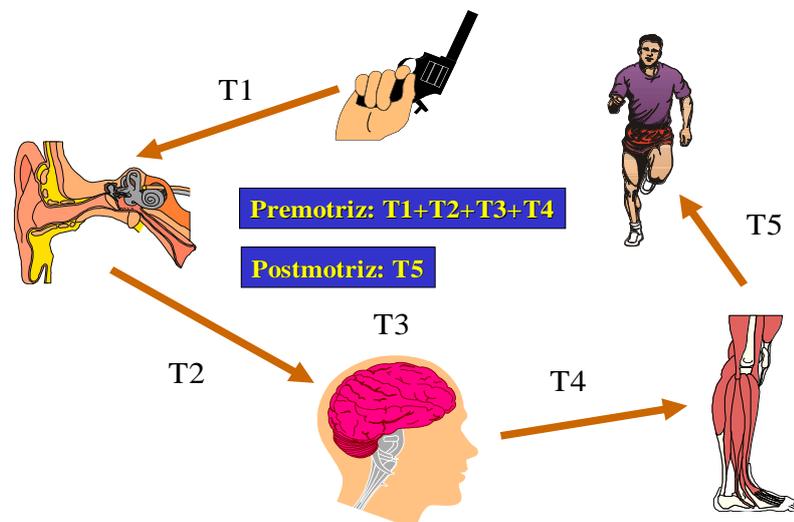
Esta fase es altamente entrenable.

T4= Fase de conducción aferente

Tiempo de transmisión de la respuesta dada desde el sistema nervioso central hasta el músculo, también llamado vía eferente, esta fase es poco o nada entrenable.

T5= Fase de tiempo latente

Tiempo de activación de las placas motrices y la contracción muscular. Esta fase es entrenable a través de la fuerza y la coordinación.



Por otro lado el concepto de velocidad de reacción se refiere al tiempo que transcurre entre la presentación de los estímulos y el acto motor. En este caso se habla de rapidez de reacción, ya que siempre se buscará que sea en el menor espacio de tiempo. Se distingue en velocidad de reacción simple y velocidad de reacción compleja.

- **VELOCIDAD DE REACCIÓN SIMPLE**

Se trata del tiempo o velocidad de reacción a un estímulo conocido con una respuesta preestablecida, hay una única respuesta al estímulo presentado. Como por ejemplo una salida de velocidad, en el que el atleta ante el disparo de salida reaccionará con una salida baja.

- **VELOCIDAD DE REACCIÓN COMPLEJA**

Esta manifestación se da en los deportes que se caracterizan por la comunicación y la incertidumbre de las acciones (deportes de equipo, deportes de lucha, deportes de motor) la mayoría de las reacciones complejas son selectivas, el deportista se enfrenta a un problema, ya que tiene que elegir la mejor reacción ante un número de reacciones posibles. Como por ejemplo en el atajar un tiro penal, el portero debe adaptar su respuesta (con las manos, con los pies o cualquier parte de su cuerpo).

Aunque es un marcado factor de manera hereditaria y es poco influenciado por el entrenador, los deportistas en especial aquellos que realizan acciones desde posiciones variadas y repitiéndolas innumerables veces para automatizar el gesto, y

estímulos distintos (sensitivos, auditivos, táctiles), haciendo hincapié en los que le va ayudar en el acto a realizar.

“El tiempo de reacción depende de la capacidad de concentración. Cuando mayor sea la capacidad de concentración, menor será el tiempo de reacción”⁶

El tiempo de reacción no depende directamente de las demás características de las personas, la velocidad y el tiempo de reacción no dependen entre sí, podemos tener un buen tiempo de reacción y una mala velocidad.

El tiempo de reacción debe ser debe ser analizado en conjunto con la capacidad de concentración.

Hay personas que consideran que el tiempo de reacción es innato, por lo que no puede ser modificado por medio del entrenamiento.

2.1.3.2 VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO

Es la capacidad de un deportista para desplazarse una trayectoria en el menor tiempo posible, se pueden dar con acciones cíclicas y acíclicas, segmentarias y globales. Esta es la velocidad más estudiada puesto que es la más entrenable con métodos de entrenamiento para la velocidad, aunque siempre se a de tener en cuenta que la mejora del resto de las cualidades físicas influirá obviamente en la mejora de la velocidad.

Dentro de la velocidad de desplazamiento existen diferentes expresiones o manifestaciones de la velocidad.

⁶ Cuadernos de Atletismo, “Velocidad y Vallas”, p 6

- **VELOCIDAD DE ACELERACIÓN**

Es la capacidad de conseguir la máxima velocidad en el menor tiempo posible partiendo desde una velocidad cero (Vel = 0).

“Velocidad de aceleración es el tiempo desde el inicio de la acción hasta el final de la misma o hasta cuando el deportista llega a la velocidad máxima.”⁷

Mientras más larga sea la capacidad de aceleración mejor es el rendimiento de un deportista, una respuesta motora se produce ante la situación dada, puede ser un estímulo simple o situaciones de incertidumbre más complejas.

Esta manifestación de velocidad depende exclusivamente de la fuerza muscular por el extenso contacto que existe con el suelo, la velocidad de aceleración se puede desarrollar con entrenamientos planificados de fuerza que ayudan a mejorar esta capacidad.

- **VELOCIDAD MÁXIMA**

La velocidad máxima esta basada en la técnica y la coordinación. Mejorando indirectamente los parámetros de amplitud y frecuencia para la carrera.

Esta velocidad solo se puede dar después de una aceleración dada en un desplazamiento 40-50 metros, por lo que se puede mantener muy poco.

⁷ Manual de Educación Física y Deportes, “Técnicas y Actividades Prácticas”, p 487

Los ejercicios realizados a máxima velocidad deben ser sencillos dada su naturaleza, para realizar ejercicios complejos primero se debe dar tiempo a un aprendizaje del movimiento correcto para luego para luego realizar repeticiones con el máximo de velocidad.

Si una técnica no es correcta no se puede exigir que se ejecute a velocidad máxima.

- **RESISTENCIA A LA VELOCIDAD**

Es la capacidad que tiene una persona para mantener una velocidad próxima a la velocidad máxima el mayor tiempo posible realizando acciones motrices con intensidad máxima durante un tiempo relativamente prolongado, ejecutado un trabajo a alta velocidad (75 al 100 % de su máxima capacidad). Ejemplo: En la carrera de 100 metros correspondería a los últimos 20 metros.

2.1.2.3. VELOCIDAD OPERACIONAL

Tiene tres etapas en las cuales se manifiesta este tipo de velocidad y estas son las siguientes:

- **PERCEPCIÓN**

La percepción consiste en controlar el movimiento del objeto para interceptarlo en un lugar determinado, es decir ¿Qué veo? ¿Cómo están situados mis compañeros? ¿Cómo esta situado el contrario? ¿Estoy lejos o cerca de mi compañero? ¿Y de la portería?

- **ANTICIPACIÓN**

La anticipación significa que ya con anterioridad, sobre la base de las percepciones al comienzo de un determinado proceso y de las circunstancias que lo acompañan el desarrollo de lo que sucede, es ver la situación por ejemplo si el defensa contrario esta sin cobertura, entonces puedo decidirme hacer un 1x1, intentar superarlo y si lo consigo crear una superioridad numérica provechosa para mi equipo.

- **DECISIÓN**

La decisión es la puesta en práctica la visualización y representación mental de la problemática puesta por nuestra percepción y anticipación previa. Es aquí donde se ejecuta el gesto técnico como tal.

2.1.3.3. VELOCIDAD GESTUAL

La velocidad gestual es la capacidad de realizar un movimiento de forma rápida, esta sirve para realizar las acciones técnicas (lanzamientos, pases, conducciones, recepciones, fintas).

2.1.3.5. DESARROLLO DE LA VELOCIDAD

Para desarrollar la velocidad se debe tener en cuenta algunos parámetros para no llegar a desarrollar otras capacidades involuntariamente y que no son el propósito propuesto.

Como por ejemplo: Se deben realizar pocas repeticiones. Caso contrario estaremos desarrollando la resistencia anaeróbica en lugar de la velocidad.

Los movimientos deben realizarse siempre a máxima velocidad, o si no el estímulo sería insuficiente y no obtendríamos beneficios de este trabajo.

El entrenamiento de la velocidad puede iniciarse en edades tempranas, en especial la velocidad de reacción.

Los desplazamientos han de ser cortos y la recuperación prolongada entre ejercicios. El atleta debe estar totalmente recuperado antes de iniciar el siguiente ejercicio.

Los niveles de velocidad van en aumento llegando a alcanzarse los valores máximos alrededor de los 19 a los 24 años.

Existen diversos métodos y medios de entrenamiento de las diferentes velocidades, de forma muy general podemos enumerar algunos ejemplos de ejercicios que nos ayudarán a mejorarla:

- Repeticiones de series cortas hasta 30 segundos realizadas a máxima intensidad.
- Practicar salidas y puestas en acción partiendo desde diferentes posiciones.
- Carreras facilitadas (cuesta abajo, con gomas).
- Entrenar la fuerza máxima y la fuerza explosiva.
- Ejercicios de técnica.

- Ejercicios Pliométricos (Multisaltos)

Estas recomendaciones dadas es para el desarrollo de la velocidad en general, si queremos desarrollar independientemente sus manifestaciones se puede anotar los siguientes ejemplos:

Para la velocidad de reacción se emplearan movimientos acíclicos y se realizaran después de un estímulo que puede ser visual, acústico o táctil.

En la velocidad de aceleración se utilizará movimientos cíclicos pero sin estímulo, el deportista empezará cuando él decida y una vez iniciada la carrera intentará alcanzar la máxima velocidad posible. El trabajo de fuerza-velocidad tiene muy buenos efectos para el desarrollo de este tipo de velocidad.

Para desarrollar la velocidad máxima podremos realizar carreras lanzadas mejorando principalmente este tipo de velocidad y luego la velocidad de aceleración. Y mediante series cortas aumentando paulatinamente y disminuyendo la recuperación entre cada serie se podrá mejorar la resistencia a la velocidad, trabajando en distancias un poco más largas (100 metros).

Por último vale recordar que el desarrollo de la velocidad deberá ir acompañado de un trabajo paralelo de fuerza para no disminuir los resultados.

2.1.4. FACTORES DETERMINANTES DE LA VELOCIDAD

Existen de manera básica dos grandes grupos de factores que determinan la velocidad, los factores internos que son los que dependen directamente del deportista, y los factores externos que son los que no tienen que ver con la fisiología del deportista.

2.1.4.1. FACTORES INTERNOS

Son factores propios del ser humano que ya resulta complicado desarrollar con el entrenamiento, además son individuales de cada deportista.

- **EL SEXO**

El sexo supone diferencias en la capacidad de velocidad, desde el momento que aparecen distintos niveles de fuerza, o sea hasta la pubertad no se aprecian diferencias, pero una vez que la mujer recibe la carga hormonal puberal, le iguala o supera cuando el hombre sufre el aporte hormonal, este es capaz de manifestar una mayor velocidad. Durante el resto de la vida, el hombre al tener un mayor porcentaje muscular, posee mayor potencial para desarrollar mayor rapidez que la mujer

- **TEMPERATURA MUSCULAR**

La necesidad de un buen calentamiento para las actividades de velocidad nace de los beneficios que conlleva a distintos niveles: Disminuye la viscosidad muscular, aumenta la

elasticidad y extensibilidad, aumenta la capacidad de reacción y mejora el metabolismo.

“El efecto del calentamiento puede mejorar hasta un 20% la velocidad de contracción muscular.”⁸

- **LA ESTATURA**

No existe limitación alguna de estatura en un velocista, aunque la estadística ha demostrado que los grandes especialistas de la velocidad en pista, miden entre 1,65 metros y 1,90 metros. Los técnicos coinciden en asegurar que el exceso de altura es más un impedimento que la falta de talla física a la hora de formar un gran velocista de 100 y 200 metros lisos.

- **EL PESO**

El velocista debe ser un atleta armónico que tiene que estar en su peso justo. Hay que tener en cuenta que los velocistas eliminan muy mal las grasas y por tanto deben extremar sus precauciones a la hora de encontrar una dieta sana y equilibrada. En los análisis de porcentajes de grasa en atletas han revelado que son especialistas de 400 metros lisos, maratón y 100 metros lisos los que tiene menos cantidad de grasa en sus cuerpos.

- **CALIDAD DE LAS FIBRAS**

En el músculo se pueden distinguir varios tipos de fibras: rojas (lentas), mixtas las cuales son fibras rápidas con capacidad

⁸ JONATH (1988) Citado por www.efdeportes.com, “La velocidad”, Aspectos Teóricos 1

aeróbica y las explosivas que son fibras rápidas con capacidad anaeróbica para esfuerzos muy cortos, el número de estas últimas fibras es el que caracteriza al velocista de 100 y 200 metros planos.

Por todo esto se dice que un velocista nace ya que posee un gran porcentaje de fibras explosivas en su cuerpo, pero también tiene que hacerse con el tiempo.

- **TÉCNICA DEPORTIVA**

Existe en principiantes una relación inversamente proporcional entre velocidad y precisión de acción de forma que un aumento en la velocidad de ejecución vuelve el gesto más impreciso y viceversa.

Por esto hay que tener siempre presente que es preciso acentuar el aprendizaje y el perfeccionamiento de las técnicas deportivas, poder hacer las acciones motrices con menos impedimentos y a máxima velocidad.

- **ENFERMEDADES PREVIAS**

Un deportista que a sufrido enfermedades puede padecer lesiones con mayor frecuencia y su rendimiento deportivo se notara disminuido, estos pueden ser defectos físicos evidentes, y otros no tan evidentes como los problemas del corazón, por esto no se debe realizar actividad física y tampoco deporte de alto rendimiento sin haber realizado previamente un reconocimiento médico.

2.1.4.2 FACTORES EXTERNOS

Estos factores influyen mucho en los resultados deportivos y nada tienen que ver con el deportista en lo que se refiere a su fisiología, pero si modifican su comportamiento en las competencias y entrenamientos.

- **LA CANCHA**

La cancha es un factor externo muy importante a tomar en cuenta, ya que el estado y el mantenimiento de esta también son determinantes para un positivo o a su vez negativo desarrollo de la velocidad.

El entrenador en lo posible debe realizar las prácticas con los deportistas en un campo similar a la del juego y con los implementos adecuados, para que la técnica sea ejecutada de manera correcta en los partidos.

- **NUTRICIÓN**

En un velocista el principal gasto en sus entrenamientos se produce en los hidratos de carbono. El glucógeno muscular juega un papel fundamental porque estos atletas trabajaban especialmente el aspecto anaeróbica y se puede decir que el glucógeno es la gasolina súper de los corredores de 100, 200 y 400 metros, por eso deben reponerlo diariamente a base de los hidratos de carbono complejos. El almidón que contienen la mayoría de los vegetales es un ejemplo claro de este tipo de nutrientes.

Por la característica de su entrenamiento los velocistas casi no queman la reserva de las grasas ya que tienen mayor dificultad para eliminarlas.

Por esto hay que tener mucho cuidado con la ingesta de dulces y grasas (frituras), ya que les cuesta mucho eliminar este tipo de sustancias que a la larga pueden ocasionar el sobrepeso y puede ser muy perjudicial para el velocista.

Para asimilar adecuadamente su dieta d carbohidratos, estos atletas deben beber bastante agua, ya que el glucógeno se almacena hidratado en el organismo.

El organismo necesita tener siempre una cantidad suficiente de agua para mantenerse hidratado ya que por el mecanismo de almacenamiento de glucógeno si se produce una carencia de hidratación podrían producirse calambres en los deportistas.

- **EQUIPO Y MATERIAL DEPORTIVO**

Si el equipo o material utilizado no es el adecuado para la actividad que se va a realizar, el deportista tendrá un gran porcentaje de posibilidad de ser afectado por una lesión, o de no conseguir los propósitos esperados en el desarrollo de la disciplina. Por ejemplo: Jugar el Fútbol con zapatos lisos, esto ocasionará lesiones o una rápida pérdida de potencia (fuerza _ velocidad).

CAPITULO II

2.2. ORGANIZACIÓN, ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE LA UNIDAD GENERADORA DE TENSIÓN

2. 2.1 ASPECTOS GENERALES

El sistema muscular esquelético conforma el órgano más grande del cuerpo humano ocupa alrededor del 40-50% del peso corporal total y está organizado en cientos de entidades aisladas (músculos), cada uno de los cuales tiene asignada una tarea específica que posibilita una gran diversidad de acciones y movimientos; los músculos varían en tamaño y forma de acuerdo con la ubicación y la función que han de realizar sobre una articulación determinada (Tortora y Reynolds, 2006).

2.2.2. FORMA DE LOS MÚSCULOS

Las formas de mayor relevancia en el rendimiento físico son: músculos fusiformes y músculos reniformes (Grosser et al, 1991; Platonov, 1991).

Músculos fusiformes:

Son músculos cuyos fascículos se encuentran en disposición paralela de acuerdo con la longitud del músculo. Se ubican en zonas donde se requiere gran amplitud y velocidad de movimiento. (GROSSER, Manfred. et al. Entrenamiento de la fuerza. Barcelona: Martínez Roca, 1991. p. 104)

Músculos peniformes:

Los fascículos de estos músculos se disponen a manera de alas y se insertan al tendón en posición oblicua. Cumplen principalmente funciones de sostén, esto obedece a que

presentan importantes capas intermedias de tejido conjuntivo que limitan su extensibilidad, pero favorecen el trabajo estático.

(PLATONOV, Vladimir. La adaptación en el deporte. Barcelona: Paidotribo, 1991. p. 39)

Son músculos que aumentan su volumen más fácilmente que los de fibras paralelas. (GROSSER, Op.cit., p. 108).

Los músculos peniformes se clasifican en: monopeniformes, bipeniformes y multipeniformes.

Músculos monopeniformes o unipenados: Solo poseen un ala de fascículos musculares, los cuales se insertan en un solo tendón.

Músculos bipeniformes o bipenados: A pesar de su tamaño discreto, los músculos bipeniformes están diseñados para expresar gran fuerza. (PLATONOV, Op.cit., p. 40)

Poseen dos alas de fascículos que se insertan a lado y lado del tendón, con un ángulo de abertura considerable.

Músculos multipeniformes o multipenados: Son músculos que poseen múltiples alas de fascículos de fibras. Se ubican en zonas donde se requieren movimientos de circunducción.

Se describen otras formas de modo más general: músculos planos y músculos con inserciones tendinosas.

Músculos planos: Son músculos de poco volumen o grosor, pero son de gran amplitud, dado que su función generalmente es de recubrimiento o estabilización. Actúan en conjunto con otros músculos y fascias.

Músculos con inserciones tendinosas: El caso específico de ésta clase de músculo es el recto anterior del abdomen. Es un músculo que está implicado en la formación de la pared abdominal como medio de protección de las vísceras, dado que en esta zona no hay estructuras óseas que cumplan tal función,

pero a la vez es un potente flexor del tronco, estabilizador y sinergista en la rotación del tronco. (SPALTEHOLZ, Werner. Atlas de anatomía humana. Barcelona: Labor, 1974. p. 366)

2.2.3 ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA INTERNA DEL MÚSCULO ESQUELÉTICO

Cada músculo está rodeado por una cubierta de tejido conjuntivo llamado epimisio. Un músculo se compone de un gran número de subunidades, que toman el nombre de fascículos o haces, los cuales están separados entre sí por una capa de tejido conjuntivo conocida como perimisio. A su vez los fascículos albergan un elevado número de fibras musculares. Las fibras son estructuras adaptadas en paralelo y están recubiertas por una capa de tejido conjuntivo denominada endomisio (Lopategui Corsino, 2006).

Generalmente las fibras se extienden de un tendón a otro. Estas fibras son propiamente las células musculares, las cuales tienen propiedades contráctiles y metabólicas, que dependen de factores genéticos y adaptativos. Las fibras continúan la subdivisión para dar origen a las miofibrillas, que a su vez se componen de numerosas subunidades distribuidas en serie, conocidas con el nombre de sarcómeros (Lopategui Corsino, 2006).

El sarcómero es la unidad contráctil del músculo, y está conformado por miofilamentos gruesos (miosina), filamentos delgados (actina) y proteínas citoesqueléticas. Los miofilamentos gruesos y los filamentos delgados, son propiamente los encargados de producir la contracción de la fibra muscular. Su interacción está relacionada con las alteraciones que sufre el sarcómero en el ciclo de puentes cruzado (Lopategui Corsino, 2006).

Las proteínas citoesqueléticas son las encargadas de estabilizar el sarcómero al momento de producirse la contracción muscular.

2.2.4. FUNCIONAMIENTO DEL MÚSCULO ESQUELÉTICO

En un músculo, la fuerza es generada por la acción conjunta de billones de cabezas de miosina interactuando con la actina, moviéndose, desligándose, interactuando con otra actina y el proceso se repite una y otra vez, esta reiterada interacción entre actina y miosina, ligada al desdoblamiento del ATP, es llamada el ciclo de puentes cruzados, se postula que en estado de reposo, la unidad regulatoria (complejo troponinatropomiosina), se encuentra cubriendo (inhibiendo), los sitios activos de la actina, evitando que los puentes cruzados de la miosina interactúen en estas zonas.

Cuando la concentración de calcio en el sarcoplasma es lo suficientemente grande, esta inhibición se supera. Éste evento ocurre cuando un impulso eléctrico se traslada por las fibras nerviosas hasta la fibra muscular, generando cambios sustanciales en el ambiente intracelular. (SIFF, Mel y VERJOSHANSKI, Yuri. Superentrenamiento. Barcelona: Paidotribo, 2000. p. 54 .21)

2.2.4.1. EL ACOUPLE ENTRE LA EXCITACIÓN Y LA CONTRACCIÓN

Cada fibra muscular esta inervada por una Terminal nerviosa; la exacta coordinación de esas fibras y los músculos en su totalidad es ejecutada por una subdivisión de esta amplia proporción de fibras en unidades funcionales, denominadas unidades motoras.

Cada unidad motora está integrada por un nervio motor y las fibras musculares que inerva; el nervio motor, en el caso de los músculos de los miembros inferiores, tienen su cuerpo nervioso y núcleo ubicados en la sustancia gris de la médula espinal y forma un largo axón, que baja por la extremidad hacia el músculo, donde se ramifica e inerva múltiples fibras a través de una sinapsis, ubicada en la mitad de cada fibra (López Chicharro, 2006).

Cuando se activa una unidad motora, los impulsos viajan a lo largo de su axón, a una velocidad de varios metros por segundo, y son distribuidos conjuntamente a todas las fibras musculares de la unidad motora. La excitación del nervio es transferida por la sinapsis a la membrana de la fibra muscular. La despolarización de la membrana de la célula muscular se traslada a través del sistema de túbulos **T** hacia el interior de la fibra muscular, donde el calcio es liberado desde las cisternas terminales en el retículo sarcoplásmico, esos iones de calcio activan los complejos de troponina, los cuales a su vez encienden la maquinaria contráctil. Este es un proceso que se desarrolla en pocos milisegundos (Lopategui Corsino, 2006).

2.2.4.2. LA SINAPSIS

La sinapsis es el punto de transducción de impulsos eléctricos desde la membrana del nervio motor hacia la membrana de la fibra muscular. Se ubica en la porción final del axón y está separada de la membrana del músculo por la hendidura subneural, este sitio de interacción es denominado la unión neuromuscular, cuando un impulso eléctrico llega a la sinapsis, es liberada una pequeña molécula conocida como acetilcolina desde la terminal nerviosa y es difundida rápidamente a través

de la pequeña hendidura subneural hacia la membrana muscular. Allí se une a un receptor de acetilcolina, que cumple la tarea de abrir canales de iones para el sodio, facilitando el viaje del impulso eléctrico a través de la membrana muscular. Este proceso es referido como una despolarización y genera el potencial de acción. La acetilcolina es liberada rápidamente y captada nuevamente por el nervio terminal (Lopategui Corsino, 2006).

Existen reportes que plantean que el volumen del retículo sarcoplásmico determina en gran medida la velocidad de la contracción y la relajación del músculo, por lo tanto; está relacionada con la frecuencia de contracción muscular. Los investigadores afirman, que una de las causas de la fatiga frente a un esfuerzo físico es la reducción en la liberación de calcio, aspecto que influye negativamente en la producción de fuerza.

(Bassey et al, 1993; Fuglevand et al, 1993, en LI Jia L. et al, 2002. p. 912)

2.2.4.3. LA CONTRACCIÓN MUSCULAR

Cuando una fibra muscular es activada durante una contracción normal, generalmente no recibe un solo impulso nervioso, sino varias descargas. Los iones de calcio no pueden ser bombeados de regreso hacia las cisternas terminales lo suficientemente rápido entre esos impulsos. El calcio puede así acumularse hasta alcanzar altos niveles en el interior de la fibra, por lo tanto, se pueden activar múltiples unidades regulatorias.

Cuando los iones de calcio hacen contacto con el glóbulo de troponina C, se genera una reacción en la que la troponina C levanta la molécula de tropomiosina y quedan al descubierto los sitios activos de la actina⁸. Se crean así las condiciones propicias

para que se inicie la interacción entre los puentes cruzados de la miosina y los sitios activos de la actina.

La interacción entre actina y miosina permite el acortamiento del sarcómero, las cabezas de miosina arrastran los filamentos delgados hacia el centro del sarcómero. Ésta acción se conoce como "the power stroke of myosin" (el potente halón o tirón de la miosina), generalmente, después que la cabeza de la miosina se inclina y realiza su acción, se separa del sitio activo, rota, retrocede a su posición original y se dirige a unirse a otro sitio activo.

Éste proceso puede continuar hasta que los extremos de los miofilamentos gruesos alcanzan los discos Z, o dado el caso, hasta que los filamentos delgados se encuentran en el centro del sarcómero y desaparece la zona. La contracción muscular es un proceso activo que demanda gran cantidad de energía, por lo tanto, se hace necesario revisar los aspectos claves del suministro de energía para la contracción muscular.

2.2.5. ESTRUCTURA DEL TEJIDO CONECTIVO

En este tejido existe abundante material intercelular llamado matriz, que consta de proporciones variables de tres tipos de fibras glucoproteicas: colágenas, que dan la consistencia; elásticas, que proporcionan la elasticidad y reticulares, que le dan el volumen al tejido¹⁰.

Fibras colágenas

Las fibras colágenas son las de más alta distribución, son muy poco elásticas y a ellas se debe la gran fuerza tensil (rigidez); éstas fibras están formadas por haces de fibrillas, cúmulos de

moléculas de colágeno. La molécula de colágeno básica es llamada tropo colágena, que consta de tres cadenas polipeptídicas helicoidales, enrolladas en una triple hélice, se han identificado hasta 12 tipos distintos de colágeno, que se diferencian por las características estructurales de sus cadenas. El colágeno tipo I, que se encuentra en estructuras como el tendón, presentan dos cadenas iguales de tipo alfa I, y otra cadena de tipo alfa II, que corresponden a cadenas de aminoácidos fuertemente polares, lo que permite que permanezcan muy cerca unas de las otras (casi en paralelo) (Tortora y Reynolds, 2004).

Las fibras de colágeno se caracterizan por ser consistentes y resistentes a la tracción, pero no puede decirse lo mismo en cuanto a su elasticidad, porque son fibras que no resisten elongaciones por encima del 10% de su longitud. Esto les confiere una gran resistencia a la extensión y les permite soportar tensiones superiores a 10.000 veces su propio peso sin romperse o apreciarse distensión. Por esta razón, son aptas para transmitir la fuerza desde el músculo hacia la inserción, con bajo riesgo de ruptura o pérdida de tensión en el sistema (Tortora y Reynolds, 2004).

2.2.5.1. FIBRAS ELÁSTICAS

Las fibras elásticas dan extensibilidad y elasticidad al tejido, generando un efecto de suma importancia en los procesos de elongación y contracción. Las fibras elásticas están formadas por una proteína llamada elastina, a la que grandes cantidades de micro fibrillas circundantes le dan el aspecto fibroso; son homogéneas, altamente refractarias y casi en su totalidad

isótropas, gracias a los aminoácidos apolares; alanina y otros tipos alifáticos (Tortora y Reynolds, 2004).

La elastina está presente en elevada proporción en el sarcolema y en las cubiertas musculares, como el epimisio, el perimisio y el endomisio; además de ser el determinante de la extensibilidad muscular, manifiestan una propiedad amortiguadora de la fuerza muscular sobre otras estructuras, potencializan movimientos rítmicos en las diferentes zonas del cuerpo y permiten conservar la energía de la contracción en la relajación muscular (Tortora y Reynolds, 2004).

2.2.6. COMPROMISO DEL TEJIDO CONJUNTIVO EN LA ACCIÓN MUSCULAR.

Se debe asumir el músculo como un sistema integrado por dos elementos con diferencias sustanciales: el componente contráctil y el conjuntivo. La activación del componente contráctil produce la disminución de la longitud del sistema, al tiempo que el factor mecánico de sostén se le atribuye al componente conjuntivo.

El análisis del mecanismo de generación tensil resulta incompleto si no se analiza el papel del tejido conectivo, pues éste rodea el músculo, transmite energía de un sarcómero a otro, de una fibra a otra, de una fibra al tejido conectivo y viceversa. Es bien conocido que hay fibras musculares cortas que terminan en el medio de la longitud muscular, sus nexos mecánicos se mantienen a través del tejido conectivo.

Se ha postulado reiteradamente que la propiedad elástica del tejido conjuntivo permite acumular energía, la cual es útil para propiciar el ciclo de estiramiento acortamiento, manifestación del

trabajo muscular en la que una fase de preestiramiento de la unidad músculo-tendinosa promueve una contracción subsiguiente con gran eficiencia, afirmación que hasta cierto punto es válida desde la perspectiva estructural de las fibras. Se llegó a plantear la acción del reflejo miótatico como una gran determinante de dicho fenómeno, incluso se llegó a comparar el músculo con un resorte, pero en la actualidad, se afirma que esta unidad no es propiamente elástica, que cuando se somete a elongación su ultra estructura se resiste a la deformación, le es posible nuevamente contraerse principalmente gracias a eventos "preflejos" (aprendizaje), y no reflejos. (Tidball y Daniel, en KOMI, Paavo. Strength and power in sport, 1992. p. 88).

La elasticidad es una propiedad física que le permite a una estructura deformarse y regresar a su estado inicial por sí sola. Un individuo no puede rebotar al caer desde una altura determinada, como ocurre con una pelota¹³. Se afirma que el tejido conectivo es viscoelástico y esto se demuestra en su sensibilidad a diferentes tasas o porcentajes de deformación. Éste comportamiento depende de la duración, la frecuencia y magnitud de la carga aplicada.

2.2.6.1. ASPECTO MORFOLÓGICO

El tejido conectivo tiene una gran incidencia en el diámetro transversal del músculo, representando cerca del 13% del volumen muscular (7% de colágeno y 6% de otros elementos). (Mac Dougall, 1984, en GARCÍA MANSO, Juan M. La fuerza. Fundamentación, valoración y entrenamiento. Madrid: Gymnos, 1999. p. 49)

Se ha afirmado reiteradamente que el entrenamiento con pesas incrementa el tamaño y la eficacia del tejido conectivo. Este incremento (del grosor), permite incentivar la capacidad elástica

del músculo y poder realizar trabajo con cargas altas sin riesgo de ocasionar lesión a la célula muscular. Está demostrado que algunas metodologías de trabajo con pesas, trabajo estático y en elongación contribuyen al incremento del tamaño del tejido conectivo. (SIFF y VERKOSHANSKI, Op. Cit., p 86)

2.2.7. LAS ACCIONES MUSCULARES

Actualmente, los científicos del deporte distinguen dos tipos básicos de acción muscular: la cocontracción y el movimiento balístico.

La cocontracción: expresa que los músculos agonistas y antagonistas se contraen al tiempo, pero el primero sobresale en la ejecución del movimiento.

El movimiento balístico: contiene fases de actividad muscular y fases de relajación, las cuales se pueden continuar gracias a la cantidad de movimiento almacenada en la extremidad (energía elástica, mecanismos preflejos); los movimientos balísticos rápidos y continuos son pre-programados en el sistema nervioso central (no demandan retroalimentación desde los músculos y articulaciones al sistema nervioso central), lo que no ocurre con los movimientos lentos o discontinuos.

No obstante, desde el punto de vista metodológico siguen siendo prácticos los conceptos tradicionales que hacen regencia a las acciones musculares.

2.2.8. REGÍMENES DE TRABAJO MUSCULAR

Es necesario comprender que una acción muscular se puede presentar en condiciones estáticas (en ausencia de movimiento) y dinámicas (en presencia de movimiento); además, la acción del músculo puede manifestarse de manera concéntrica, isométrica y excéntrica.

2.2.8.1. ACCIÓN CONCÉNTRICA O POSITIVA

En general, se refiere a la acción en la que el músculo se acorta; para un mejor entendimiento, es necesario recordar los aspectos tratados sobre el ciclo de los puentes cruzados y el deslizamiento entre las proteínas contráctiles. En una acción concéntrica, los filamentos de actina son halados cerradamente y el sarcómero reduce su longitud, por lo tanto, la miofibrilla, la fibra y el músculo también reciben dicho efecto. Algunos autores expresan que la acción concéntrica pretende superar la carga impuesta al músculo; si en este evento se produce movimiento articular, la acción es considerada como dinámica concéntrica. Cuando se intenta el acortamiento pero no se produce ningún movimiento externo, la acción es estática concéntrica.

2.2.8.2. ACCIÓN EXCÉNTRICA O NEGATIVA

Los músculos pueden ejercer fuerza (tensión) incluso mientras se elongan; si en este evento se presenta el movimiento articular, la acción es considerada como dinámica excéntrica. En caso de darse un estiramiento resistido, pero sin modificación del estado de la articulación, la acción se considera estática excéntrica. En esta acción los filamentos de actina son halados

alejándolos del centro del sarcómero (estiramiento) es el régimen de trabajo muscular más estudiado en la actualidad, por dos

razones: desde el punto de vista de la eficiencia metabólica, la acción excéntrica demanda menor cantidad de oxígeno, genera menor concentración de lactato y eleva más la temperatura del músculo (una buena alternativa para el calentamiento). Desde la perspectiva de la integridad estructural, la acción excéntrica predispone el sarcómero a serios daños y aumenta la posibilidad de caer en sobreentrenamiento. La eficiencia en una ejecución excéntrica está ligada en gran medida a la participación del tejido conjuntivo, ya que es propiamente una acción de ceder y las estructuras conectivas estabilizan las fibras musculares (FRENETTE, J. Y COTE, C. 1972, p. 314.)

2.2.8.3. ACCIÓN ISOMÉTRICA

Expresa igual longitud muscular; se afirma que es un estado que sólo es posible cuando un músculo está relajado. (SIFF Y VERKOSHANSKI, Op. Cit., p. 70)

De hecho, no es apropiado plantear que la longitud muscular no se modifica, ya que el músculo para actuar, de una u otra forma debe contraerse, y la contracción hace referencia a acortamiento, por lo tanto, es claro que la acción isométrica implica una contracción que conlleva a todos los eventos característicos del ciclo de puentes cruzados.

Es más preciso plantear que la acción isométrica tiene lugar cuando no se presenta un movimiento o una modificación en el ángulo articular. Se afirma que solo en condiciones isométricas

es posible que un individuo exprese fuerza máxima en un momento determinado; en una acción muscular, el individuo supera (concéntrica) o cede (excéntrica) ante la resistencia externa, por lo tanto no hay un reto máximo para el músculo en el buen sentido de la palabra.

Además, gran cantidad de definiciones de fuerza máxima, hablan de la mayor sollicitación posible del sistema neuromuscular ante la oposición que ejerce un agente externo, y se sabe a plenitud que en la acción excéntrica por ejemplo, hay gran participación del tejido conectivo. (Zernicke y Loitz, en KOMI, Paavo. Op cit , 1992. p. 90)

Como procedimiento metodológico, es valido distinguir la acción de un músculo en su nivel microscópico; pero hay autores que plantean que el análisis de las acciones concéntrica, isométrica y excéntrica, debe hacerse desde el sarcómero. Se ha demostrado que los sarcómeros en serie en una misma miofibrilla no tienen la misma longitud, lo cual obedece a factores genéticos, procesos de remodelación celular y adaptación al entrenamiento (acciones excéntricas). FERNANDEZ BOTERO, 2002. p. 34.

Un sarcómero en determinado momento puede estar alargándose, halando a otro, puede estabilizarse o acortarse; éste fenómeno varía entre los individuos y entre los diferentes músculos.

2.2.9. EL CICLO DE ESTIRAMIENTO-ACORTAMIENTO (CEA)

Los movimientos rara vez involucran formas puras de contracciones isométricas, concéntricas o excéntricas, debido a que los segmentos corporales son periódicamente sometidos a

fuerzas de impacto, como en la carrera o el salto, o porque algunas fuerzas externas tales como la gravedad elongan el **músculo** (González Badillo y Ribas, 2002; Knutgen y Kraemer, 1987; Komi, 1992).

En esas condiciones, los músculos realizan una acción excéntrica seguida de una acción concéntrica, cuya transición está mediada por una fase isométrica. La combinación de acciones concéntricas y excéntricas formas un tipo natural de función muscular llamado ciclo de estiramiento acortamiento (CEA), el propósito de esta integración funcional es hacer el inicio de la acción final (fase concéntrica) más poderosa que la proveniente de una acción concéntrica aislada (González Badillo y Ribas, 2002; Knutgen y Kraemer, 1987; Komi, 1992).

2.2.10. LAS FORMAS DE ACCIÓN MUSCULAR ISOTÓNICA E ISOCINÉTICA.

Son dos formas de acción muscular relativamente teóricas. Isotónico viene del griego isos (igual) y tonikos (tensión) es ciertamente difícil que un músculo mantenga una tensión igual en el transcurso de un movimiento. Una tensión constante, solo es posible durante una fase corta de movimiento, en condiciones de movimiento lentas (casi isométricas) y en un periodo de tiempo limitado (cualquier índice de aceleración, desaceleración o fatiga altera la tensión). (SIFF Y VERKOSHANSKI, Op. Cit., p 70)

Una tensión constante se puede manifestar cuando el músculo está relajado (tono muscular de reposo) la palabra isocinético hace referencia a igual velocidad, lo cual desde el punto de vista práctico, resulta imposible de obtener. Considerando que un movimiento articular consta de varias fases, se puede deducir

que la transición de una a otra, demanda un cambio de velocidad.

En el campo de la rehabilitación han tratado de aproximarse a este tipo de acción muscular, por medio del diseño de equipos especiales que se programan para permitir que un segmento corporal regule el nivel de velocidad en un momento determinado.

2.2.10. LA FUERZA Y EL SISTEMA MUSCULAR

La fuerza es un componente esencial para el rendimiento y desarrollo normal de cualquier ser humano; la fuerza es el producto de la acción muscular, iniciada y regulada por múltiples procesos que se desarrollan en el sistema nervioso. Se entiende como la capacidad de un músculo o un grupo muscular para generar una contracción voluntaria máxima en respuesta a la oposición que ofrece un agente externo, el cual puede estar representado por el propio peso del cuerpo o uno de sus segmentos, el peso de otra persona, la densidad del agua, el peso de objetos, las características de un terreno, las condiciones en las que se realiza un movimiento (saltos, acciones de frenado, incremento de la velocidad), entre otros ejemplos.

En el nivel ultra estructural, ésta capacidad se relaciona con el número de puentes cruzados de miosina que pueden interactuar en paralelo con los filamentos de actina.

Cada puente cruzado de miosina es un generador independiente de fuerza, y éste atributo está condicionado por el tipo de

proteínas que posee la cadena pesada que forma el puente cruzado de miosina.

Se ha demostrado que no todos los puentes cruzados generan la misma cantidad de fuerza, y además que solo un porcentaje de ellos puede ser activado en una contracción máxima. De acuerdo con esta teoría (Goldspink, 1992), es claro que cualquier acción o movimiento implica ejercer un nivel de fuerza muscular sobre una determinada zona del cuerpo, por lo tanto, se podría plantear al menos desde la perspectiva mecánica, que la fuerza es la única capacidad motora, y que la velocidad y la resistencia son derivaciones que se complementan. (Goldspink. 1992, en KOMÍ, Op. cit., 213.)

En el caso de la velocidad, por la influencia de aspectos neurales (sincronización y frecuencia de impulsos nerviosos) y coordinativos (anticipación, equilibrio y regulación); en el caso de la resistencia, el rendimiento queda determinado en gran medida, por adaptaciones en los sistemas que proveen la energía en el transcurso de un esfuerzo. (BOSCO, Carmelo. La fuerza muscular. Barcelona: Inde, 2000. p. 19)

Bosco plantea que es sumamente complejo diferenciar la fuerza y la velocidad producida por un músculo, debido a que son generadas por el mismo mecanismo de control y guía, y que además la mecánica muscular y la magnitud de la carga externa determinan el grado de velocidad y fuerza muscular que se requiere en un esfuerzo. Pero la ejecución de un gesto motor no obedece solo a factores mecánicos, sino también a procesos complejos elaborados en la corteza motora (engramas motores). (LATASH, M. Progress in motor control. 1998, p 25.)

Fernández Botero (2002) plantea que la producción de fuerza requiere un profundo análisis en: los patrones de reclutamiento, la regulación y activación hormonal, el compromiso del tejido conectivo y los tipos de trabajo muscular.

2.2.12. LA TENSIÓN MUSCULAR

La fuerza influye de manera sustancial en la ejecución de las diferentes actividades deportivas, y no se manifiesta de una manera uniforme, cambia según las condiciones en las que se ejecuta la acción. Por lo tanto, se necesita identificar el carácter específico de la tensión (forma en como se manifiesta la contracción muscular), específicamente, se deben analizar factores como la velocidad con la que se desarrolla la tensión, la magnitud, la duración y el número de repeticiones, así como el estado del músculo antes de la realización del trabajo. (SIFF Y VERJOSHANSKI, Op. Cit., p 158)

Por lo anterior, la tensión muscular se puede clasificar en: tónica, fásica, fásico-tónica, explosiva-isométrica, explosiva-balística, explosivo-reactivo-balística (Siff y Verjoshanski, 2000)

2.2.12.1. LA TENSIÓN MUSCULAR TÓNICA

Se caracteriza por incluir contracciones musculares importantes y relativamente prolongadas y la velocidad con la que se desarrolla es poco significativa. En algunos casos los músculos pueden alcanzar su máximo potencial (cuando un levantador de pesas sostiene la barra por encima de la cabeza), pero en otros; la tensión se puede ejercer para mantener una postura (el tiro con pistola) (Siff y Verjoshanski, 2000).

2.2.12.2. LA TENSIÓN MUSCULAR FÁSICA

Se refiere al trabajo muscular dinámico que se desarrolla en movimientos de tipo cíclico (repetitivo), los cuales se presentan con fases de relajación y contracción que poseen un ritmo propio de desarrollo.

Cumplen un papel primordial en este tipo de tensión: el tipo de ejercicio, la magnitud de la tensión, el tiempo (relación ritmo-velocidad) del movimiento cíclico, o tiempo y la tensión juntos. Algunos ejemplos de actividades en las que se presentan tensiones fásicas son: el remo. La natación, el patinaje, las carreras (Siff y Verjoshanski, 2000).

2.2.12.3. LA TENSIÓN MUSCULAR FÁSICO-TÓNICA

Se presenta en acciones donde hay transición desde trabajo dinámico a una fase de estabilización, o cuando de un estado de estabilización se pasa a un movimiento, lo cual generalmente se produce por la dependencia de un ritmo tiempo (la gimnasia rítmica, el ballet) (Siff y Verjoshanski, 2000).

2.2.12.4. LA TENSIÓN MUSCULAR EXPLOSIVO-ISOMÉTRICA

Es un tipo de tensión característico de las acciones en las que se vence la resistencia (levantar una pesa, lanzar un objeto pesado) el factor básico de éste tipo de tensión, es que requiere alcanzar un gran nivel de trabajo, cuyo pico máximo se obtiene en condiciones isométricas al final del movimiento (Siff y Verjoshanski, 2000).

2.2.12.5. LA TENSIÓN MUSCULAR EXPLOSIVO-BALÍSTICA

Éste tipo de tensiones se manifiestan en movimientos en los que se aplican una fuerza máxima contra una resistencia relativamente pequeña (lanzamiento de la jabalina, lanzamiento de la pelota de béisbol); la fuerza motriz asciende a su nivel máximo de una forma rápida durante las amplitudes inicial y media del movimiento, y luego presenta un declive (Siff y Verjoshanski, 2000).

2.2.12.6. LA TENSIÓN MUSCULAR EXPLOSIVO-REACTIVO-BALÍSTICA

Cuenta con las mismas características de la tensión explosivo-balística, pero difiere en el régimen de trabajo muscular. Aquí el período de transición entre la fase de estiramiento (excéntrica) a la concéntrica es súbito y pronunciado (gimnasia olímpica, patinaje artística y el pateo en el fútbol) (Siff y Verjoshanski, 2000).

2.2.13. LAS UNIDADES MOTORAS.

Se afirma que las contracciones musculares son inducidas por la excitación de moto neuronas de la médula espinal. Se distingue el término unidad motora para describir la entidad integrada por una motoneurona, su axón y las fibras musculares que son inervadas por esa motoneurona. LOPEZ CHICHARRO, J y FERNANDEZ VAQUERO, A. Fisiología del ejercicio. 1995.

El número de fibras musculares pertenecientes a una unidad motora puede variar entre 5-10 a más de 100, como regla general, los músculos pequeños que cumplen tareas de precisión, tales como los que mueven los dedos de las manos, están compuestos por unidades con pocas fibras musculares,

mientras que los músculos del tronco y las partes proximales de las extremidades contienen unidades motoras con gran cantidad de fibras musculares. Las fibras musculares de una unidad motora ocupan variadas cantidades de sección transversal de un músculo. En el bíceps braquial, el territorio de una unidad motora simple tiene un diámetro de 5-10 mm. (López Chicharro, 1995).

La excitación de una motoneurona causa la contracción de todas las fibras musculares pertenecientes a su unidad motora; esto ocurre en varios pasos: La acción potencial de la motoneurona viaja a lo largo del axón mielinizado al músculo en una manera de "todo o nada", luego la transmisión de excitación desde el axón al músculo ocurre con un factor de alta seguridad. Los eventos que suceden entre la excitación de la fibra muscular y la contracción resultante son denominadas acople excitación-contracción; este término incluye, en breve, la invasión de la despolarización de la fibra muscular por vía de los túmulos T, la liberación de calcio en el mioplasma y el subsiguiente deslizamiento de los miofilamentos entre sí, lo cual finaliza en la acción muscular (López Chicharro, 1995).

2.2.13.1. TIPOS DE UNIDADES MOTORAS

La tensión desarrollada por una unidad motora en respuesta a un simple potencial de acción invadiendo el axón terminal es llamado tirón, contracción o disparo, la tensión de contracción es medida normalmente en condiciones isométricas. La medición de esos parámetros de contracción revela las marcadas diferencias existentes entre las unidades

motoras, aún para las unidades motoras pertenecientes al mismo músculo (López Chicharro, 1995).

Las fibras musculares de una misma unidad motora, exhiben similares propiedades bioquímicas, físicas y ultra estructurales, lo cual indica la importancia de la motoneurona en el control de esos parámetros. Debido a este hecho, es necesario analizar los tipos de fibras musculares (López Chicharro, 1995).

2.2.13.2 TIPOS DE FIBRAS MUSCULARES

Es necesario tipificar las fibras musculares, lo cual implica el reconocimiento de las tres distintas isoformas de miosina, que pueden ser distinguidas en las bases de la sensibilidad de la actividad de su ATPasa a soluciones alcalinas y ácidas (Shiaffino y Reggiani, 1996)

Tipo I: Estas fibras son llamadas de contracción lenta, fibras tipo I, rojas o internacionalmente con ST (slow twitch) normalmente, a excepción de situaciones de hipertrofia selectiva de las fibras ST, como la que se da en atletas de fondo, estas presentarán un menor diámetro que las fibras FT. Esto es aplicable, teniendo presente un gran nivel de entrenamiento, porque en un individuo sedentario, la prevalencia de actividad postural y poco movimiento, ocasiona un incremento notable de las ST (estas fibras-lentas-) con respecto a las FT, por lo que su respuesta en esfuerzos prolongados es fundamental. Sólo en esfuerzos de elevada intensidad, las ST pueden utilizar el lactato como fuente de energía (Weineck, 2005).

Tipo II: Estas fibras son llamadas de contracción rápida, fibras tipo II, blancas o en la denominación figuran como FT (fast twitch) (Astrand y Rodahl, 1985).

Tipo II A: Fibras rápidas y resistentes a la fatiga, con alto contenido de glucógeno y de enzimas oxidativas. Se solicitan en esfuerzos prolongados y relativamente forzados (Astrand y Rodahl, 1985).

Tipo II B: fibras rápidas sensibles a la fatiga, con alto contenido de glucógeno y baja densidad mitocondrial, se aprovisionan de energía en corto término a expensas de la glucólisis; su acción se manifiesta en acciones intermitentes, cuando se requiere alta producción de fuerza o en un sprint (Astrand y Rodahl, 1985).

Tipo II C: Fibras intermedias entre tipo I y tipo II; reaccionan tanto, con las fibras rápidas como las lentas (Astrand y Rodahl, 1985).

Las fibras FT poseen un retículo sarcoplásmico más desarrollado, lo cual facilita una disposición elevada de calcio para promover la contracción muscular intensa; cuentan con una buena provisión de alfa-glicerofosfato deshidrogenasa, que promueve una alta capacidad glucolítica.

Ésta identificación, brinda la posibilidad de retomar conceptos relevantes en el deporte de competencia, dado que el tipo de fibra caracteriza en amplio margen la actividad deportiva y al deportista.

2.2.13.3 CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LOS TIPOS DE FIBRAS

Se tiene claro que, la composición del músculo estriado con respecto a los diversos tipos de fibras obedecen en gran medida a aptitudes innatas (genética), la gran mayoría de los individuos cuenta con una relación entre FT:ST de 50:50, que en casos especiales puede variar hasta 90:10 o incluso 10:90³¹. Ese potencial dado, define en gran medida la modalidad deportiva en la que un individuo obtendría un óptimo desempeño. (Grosser, M., 1991).

De modo genérico, se puede afirmar que en la población normal, la distribución de fibras es aproximadamente de un 52-55% de ST, de un 30-35% de FT A y de un 12- 15% de FT B (Grosser, M., 1991).

El tamaño de cada fibra tiene relación directa con el nivel y tipo de sollicitación motriz de la cual son objeto; mientras que los diferentes tipos de fibra muestran claras diferencias en velocidad de contracción, la fuerza desarrollada en una acción máxima estática es independiente del tipo de fibra, en cambio está íntimamente relacionada con el diámetro transversal.

2.2.13.4. INFLUENCIAS NEURONALES EN LAS PROPIEDADES DE LAS UNIDADES MOTORAS

El músculo esquelético se diferencia en el período postnatal en músculos rojos, pálidos o mixtos; esta diferenciación está basada en unas complejas interacciones tróficas y neurofisiológicas entre motoneuronas y fibras musculares.

La importancia de las motoneuronas en la expresión de propiedades contráctiles de un músculo se refleja en el clásico experimento de cruce de inervación; Buller et al³⁴, analizaron en gatos los cambios ocurridos luego de conectar el nervio de un músculo lento (sóleo) a un músculo rápido (flexor largo de los dedos) y viceversa. El músculo rápido adquirió propiedades del músculo lento, e igual se encontró una ganancia de propiedades rápidas en el músculo lento.

Esta bien establecido en la actualidad que no sólo las propiedades biomecánicas son cambiadas, sino también muchas de las diferencias histoquímicas, mitocondriales y estructurales entre los músculos rápidos y lentos que están bajo el control neural. Como regla, la transformación de músculos rápidos a lentos es mucho más fácil de obtener después de un cruce de inervación que lo inverso³⁵. La transformación por lo tanto puede ser causada por factores tróficos, los principales puntos de análisis sobre los efectos de estimulación nerviosa crónica por cruce de inervación son los siguientes (Dum et al, 1985 en KOMI, 1992):

La estimulación crónica transforma la composición de las fibras de un músculo mixto, el cual llega a ser un músculo lento con miosin ATPasa homogénea tipo I. esto es confirmado aún con tasas de disparo de 100 Hz. Los efectos fueron aparentes incluso con un patrón de estimulación cubriendo solo el 0.5% de un ciclo de 24 horas.

La rapidez de una acción de disparo isométrica es marcadamente retrasada, independiente del patrón de activación aplicado.

La máxima fuerza tetánica decrece luego de extremas cantidades de activación diaria; esto es en parte debido al encogimiento del diámetro de la fibra. Para el mantenimiento de la fuerza máxima y el tamaño de la fibra, es necesaria una alta frecuencia de estimulación.

La resistencia a la fatiga se incrementa, la estimulación crónica también neutraliza la depresión del EMG como medida durante un test de fatiga.

Esos efectos no están precisamente correlacionados uno con el otro. Para el entrenamiento muscular en varias disciplinas deportivas, esos hallazgos tienen dos implicaciones mayores (Dum et al, 1985 en KOMI, 1992):

En primer lugar, la transformación de un músculo lento a rápido por medio de un programa de entrenamiento involucrando cortos períodos de acciones musculares máximas, es impedida probablemente por el uso prolongado de esos músculos en la actividad postural.

En segunda instancia, la transformación de un músculo rápido a un músculo lento debe involucrar acciones máximas, porque las unidades motoras con propiedades de contracción rápida son también las de más alto umbral. El hallazgo experimental de un declive en la expresión de fuerza máxima por grandes cantidades de uso diario, es un importante factor en este contexto.

2.2.14. RECLUTAMIENTO DE UNIDADES MOTORAS

2.2.14.1. PRINCIPIO DEL TAMAÑO

La graduación de la fuerza en un músculo puede ocurrir de dos maneras. Cuando la tasa de descarga de una unidad motora incrementa, las fuerzas generadas por cada impulso se suman (tétano difuso), así; la expresión de fuerza es positivamente relacionada con la tasa de descarga de una unidad motora en el rango de frecuencia del tétano difuso. Adicionalmente, la expresión de fuerza puede ser regulada por el reclutamiento de unidades motoras de umbral más elevado.

El reclutamiento sigue una regla, la cual fue descubierta primero por Henneman y colaboradores, 1965 y ha pasado a ser una de las leyes de mayor confiabilidad en neurobiología; el principio del tamaño, esto determina que durante la activación refleja de las motoneuronas, aquellas con las ramificaciones mas pequeñas, tienen el más bajo umbral, y las células más grandes tiene el más alto umbral. Motoneuronas con pequeñas ramificaciones, como regla, inervan unidades motoras con pequeña expresión de fuerza, mientras que las motoneuronas con ramificaciones grandes generan grandes cantidades de tensión.

Las motoneuronas grandes inervan fibras musculares que son más sensibles a la fatiga (FT), integrando lo que se conoce como unidades motoras fásicas, con un umbral de excitación de aproximadamente 20-45 Hz (que inervan FT a) y 45-60Hz (que inervan FT b), motoneuronas pequeñas inervan fibras musculares resistentes a la fatiga (ST), conformando las denominadas unidades motoras tónicas, cuyo umbral de excitación oscila entre los 10-15Hz. La experiencia ha

demostrado que el factor que determina la cantidad y el tipo de unidades motoras que funcionarán es la resistencia a vencer. En cada caso solo son reclutadas las unidades motoras que se precisan para la acción muscular. Las unidades motoras activas y las que están en reposo alternan su funcionamiento para evitar una fatiga general. Cuando la resistencia es baja (inferior al 20-30% de la máxima) se reclutan las fibras ST. Si la resistencia es moderada (30-50% del máximo) se reclutan además de las ST también las FT a. Si la resistencia aumenta, se reclutan todos los tipos de fibras ST, FT a y FT b (López Chicharro, 1995).

2.2.14.2. SINCRONIZACIÓN DE UNIDADES MOTORAS

El pico máximo de tensión que puede alcanzar un músculo es principalmente a raíz de una contracción sincronizada de la mayor cantidad de unidades motrices. En personas con un considerable nivel de entrenamiento, el porcentaje de movilización de unidades motoras en una tensión máxima asciende al 80-90%, mientras que los sedentarios escasamente alcanzan un 25-30%³⁶. Éste fenómeno se conoce también como coordinación intramuscular.

En múltiples ocasiones, los textos de entrenamiento de la fuerza han referenciado la coordinación intramuscular como el máximo reclutamiento de unidades motoras, proceso encaminado a superar resistencias sumamente elevadas, lo cual da una idea específica de cantidad. Pero se debe tener claro que las unidades motoras se pueden sincronizar también para realizar movimientos veloces, para movimientos fino (dedos de las manos), y para movimientos de precisión (los ojos).

2.2.14.3. LA COORDINACIÓN INTERMUSCULAR

Es un fenómeno que está íntimamente ligado a las relaciones que establecen los músculos de una zona del cuerpo determinada, para contribuir a la expresión de fuerza; hace referencia propiamente a las relaciones entre agonistas y antagonistas.

La sincronización de ciclos de contracción-relajación muscular, posibilitan una eficacia sustancial en la labor de los diferentes músculos implicados en el movimiento; independientemente de la función que les sea encomendada en la acción (agonista, antagonista, sinergista, estabilizador), se ha evidenciado que cuando se establece una coordinación en la acción de varios músculos, se da una expresión más elevada de fuerza que la que puede manifestar un músculo aisladamente.

En individuos no entrenados se visualiza mayor proporción en el fenómeno de coactivación antagonista (cocontracción), que trae consigo falta de economía en el movimiento y un gran gasto de energía. No obstante, es un hecho modificable con entrenamiento y mejora técnica.

2.2.15. LAS MANIFESTACIONES DE LA FUERZA

2.2.15.1. LA FUERZA ABSOLUTA

Es la mayor fuerza que puede ejercer un grupo muscular en condiciones involuntarias, lo cual se logra (por ejemplo), por medio de estimulación eléctrica, por el reclutamiento de un potente reflejo de estiramiento en una carga repentina, o bien por enfrentarse a situaciones inusuales (hipnosis, riesgo súbito);

desde otra perspectiva, la fuerza absoluta puede entenderse como la fuerza máxima que puede realizar un individuo independiente de su masa corporal⁴⁰.

2.2.15.2. LA FUERZA RELATIVA

Es la relación entre la fuerza máxima y la masa corporal (fuerza máx. / Peso corporal), el incremento del peso corporal por encima de la relación óptima no es eficaz, dado que se debe movilizar una masa muy elevada; por lo tanto decrecen la fuerza relativa y la velocidad de aceleración. En general, el indicador de la fuerza relativa debe situarse idealmente en uno o por encima de uno.

2.2.16. LA FUERZA DE ACUERDO A LA FINALIDAD DE SU APLICACIÓN

2.2.16.1. FUERZA GENERAL

Es la fuerza que se aplica a todo programa de entrenamiento, con el objetivo de establecer bases anatómicas y funcionales sólidas en la unidad generadora de tensión. Grosser y colaboradores la denominan fuerza de base. Se involucran grandes grupos musculares (no se enfatiza en zonas específicas) generalmente incluye medios (ejercicios), muy básicos, con el peso del propio cuerpo y objetos de un peso liviano.

2.2.16.2. FUERZA ESPECÍFICA

Es un tipo de fuerza que adquieren los músculos movilizados principales. El carácter de especificidad incluye tanto el grupo muscular como la actividad deportiva; la fuerza específica se

debe comenzar a entrenar en el periodo preparatorio, incluye ejercicios similares a las situaciones y acciones musculares de competición.

2.2.16.3. FUERZA MÁXIMA DE ENTRENAMIENTO

Más que una manifestación de la fuerza, es un indicador para el control del entrenamiento y se expresa como la TF máx. o 1RM (una repetición máxima), se puede hallar mediante evaluaciones indirectas, que generalmente emplean ejercicios auxiliares derivados de la halterofilia, los cuales se consideran adecuados para realizar una transferencia positiva a la disciplina; el individuo debe movilizar el máximo peso posible en un solo movimiento. La TF máx es siempre menor que la fuerza máxima de competición.

2.2.16.4. FUERZA MÁXIMA DE COMPETICIÓN

Es la fuerza que aplica el deportista impulsado por factores emocionales y de motivación específicos de la competencia. En la competencia, son pocas las oportunidades de llegar a una ejecución máxima, pero el estrés psicológico y nervioso, hace que los estímulos sean más exigentes. Se ha podido comprobar plenamente que una gran cantidad de marcas se superan en competencia (caso típico de la halterofilia).

Bompa denomina ésta manifestación como reserva de fuerza, además afirma que surge de la diferencia entre la fuerza absoluta y la cantidad de fuerza que se requiere para ejecutar el movimiento en competición.

2.2.17. CLASIFICACIÓN GENERAL DE LA FUERZA Y SU RELACIÓN CON OTRAS CAPACIDADES MOTRICES

Varios autores representativos en el área del entrenamiento deportivo, coinciden en la siguiente clasificación de la fuerza: fuerza máxima, fuerza velocidad y fuerza resistencia.

2.2.17.1. FUERZA MÁXIMA

Es la máxima expresión de la tensión muscular para vencer una resistencia externa en condiciones voluntarias, se puede manifestar en condiciones dinámicas y estáticas. Los factores decisivos para un óptimo rendimiento en la fuerza máxima son: sección transversal del músculo, el número de fibras reclutadas, longitud de las fibras musculares, ángulo de tracción, coordinación intra e intermuscular, velocidad de contracción de los músculos, fuentes de aprovisionamiento de energía, características antropométricas, extensión (longitud) previa del músculo y motivación.

2.2.17.2. FUERZA - VELOCIDAD

Generalmente se encuentra como fuerza explosiva, se refiere a la aplicación de la fuerza en el menor tiempo posible para vencer la resistencia externa. Bompa la retoma desde el concepto de potencia, expresando que es el producto de la fuerza y la velocidad.

Según Grosser y colaboradores, éste tipo de fuerza depende de los siguientes factores: la fuerza máxima, la sección transversal

y el número de fibras de contracción rápida, la capacidad de inervación de las fibras y fuentes anaeróbicas de energía.

Según Siff y Verjoshanski, se puede asumir que el grado en el cual se manifiesta la fuerza explosiva se determina mediante la eficacia de los procesos biomecánicos y fisiológicos por los que pasan aquellos músculos que están comprometidos en el desarrollo de la tensión inicial. Algunos de esos mecanismos son: la capacidad general para desarrollar la fuerza explosiva, la fuerza absoluta (potencial de fuerza), la capacidad de los músculos para desarrollar con rapidez la fuerza de aceleración.

En esta manifestación de la fuerza es necesario diferenciar dos conceptos: la rapidez y la capacidad reactiva.

La rapidez es un proceso neuromuscular que permite contraer y relajar el músculo sin que intervenga un estiramiento previo, donde se consiguen movimientos de alta velocidad en condiciones que no demandan mucha fuerza ni potencia y se mide como el tiempo entre la aparición del estímulo y la respuesta (inicio del movimiento).

La capacidad reactiva es un proceso que requiere actividad refleja (las señales nerviosas no viajan al encéfalo para recibir un procesamiento consciente, sino que siguen un arco reflejo mucho más rápido al nivel de la médula espinal), dado que las situaciones de movimiento se presentan como una reacción ante un estímulo demasiado rápido. La capacidad reactiva se considera como la capacidad neuromuscular para generar fuerza explosiva dependiendo de un estiramiento previo y de la rapidez de reacción.

De aquí se desprende la clasificación de la fuerza retomada por García Manso, autor que considera que la fuerza se debe diferenciar en las formas activa y reactiva. La forma activa se refiere a las condiciones en las que un músculo genera contracción voluntaria de sus componentes y tiene las siguientes subdivisiones:

Fuerza Máxima: (la mayor capacidad del sistema neuromuscular de desarrollar fuerza en condiciones voluntarias).

Fuerza Veloz: (capacidad del sistema neuromuscular de vencer una resistencia en el menor tiempo posible), que a su vez se subdivide en: fuerza explosiva tónica (contra resistencias relativamente altas; arranque en halterofilia), fuerza explosiva balística (contra resistencias relativamente pequeñas ; saltos o lanzamientos de artefactos ligeros) y fuerza rápida (contra resistencias mínimas; golpe en boxeo, golpe de drive en el tenis).

Fuerza Resistencia: (capacidad de mantener un nivel de fuerza constante durante un período de tiempo determinado). La forma reactiva según García Manso, se presenta en acciones que requieren una fase de estiramiento previo, lo cual brinda la posibilidad de incrementar la fuerza debido a la deformación de los componentes elásticos y la activación refleja de unidades motoras.

La forma reactiva se subdivide en: fuerza elástico refleja (cuando la fase excéntrica del CEA no se ejecuta a alta velocidad), y

explosivo elástico refleja (cuando el estiramiento previo es de amplitud limitada y ejecutado a alta velocidad).

2.2.17.3. FUERZA RESISTENCIA

Es una forma específica de fuerza que se requiere en actividades de larga duración, en las cuales se debe aplicar tensión con una reducción mínima de eficacia. Esta manifestación de la fuerza, es un complejo intrincado de capacidades motrices que pueden presentarse en forma dinámica y estáticas.

2.2.18. LAS PROPIEDADES ELÁSTICAS DE LA UNIDAD GENERADORA DE TENSIÓN Y SUS COMPONENTES

2.2.18.1. COMPONENTE ELÁSTICO EN PARALELO (CEP):

Corresponde a fascias y aponeurosis; algunos autores plantean que solo interviene en algunas situaciones sobre la estabilidad muscular (longitud muscular superior a la de equilibrio), al tiempo que otros han determinado que su acción es decisiva para el desempeño en acciones pliométricas.

El CEP es el responsable de la fuerza ejercida por un músculo relajado cuando se estira más allá de su longitud de reposo; el CEP es la vía de transmisión de tensión, de las fibras musculares cortas que finalizan en medio de la longitud muscular. El entrenamiento pasivo es una forma de entrenamiento del CEP (García Manso, 1999).

2.2.18.2. COMPONENTE ELÁSTICO EN SERIE (CES)

El CES se pone en tensión cuando se presenta la activación del músculo; el CES está representado por el tendón, los miofilamentos, el cito esqueleto del sarcómero, el endomisio y principalmente los puentes cruzados. Pretender incidir por medio de un estiramiento pasivo sobre el tendón es inadecuado, por que requiere la activación del músculo.

Los músculos se pueden clasificar según las propiedades elásticas que los regulan en: músculos lentos y músculos rápidos (Fernández Botero, 2002).

Músculos lentos

La elasticidad de estos músculos cuando se encuentran activos es mayor, por lo tanto la fuerza para ocasionar su deformación es menor. El hecho de tener mayor contenido de colágeno, permite su reclutamiento en acciones prolongadas como correr, trotar, montar en bicicleta. Su CEP incrementa la tensión cuando se aumenta la longitud del músculo en acciones activas o cuando ya está activado (preactivación), la tensión de un músculo lento está dada en gran medida por el tejido conectivo tendinoso, por lo tanto sus fibras musculares trabajan menos y eso es lo que les permite estar activos durante largos periodos sin fatigarse. Ni requieren activar y desactivar puentes, sino que simplemente modifican la anatomía de los mismos.

Músculos rápidos

La elasticidad de un músculo rápido activo es menor, por lo tanto la fuerza para deformarlo es mayor, la tensión está determinada por el CE.

2.2.19. ASPECTOS HORMONALES RELACIONADOS CON EL TRABAJO MUSCULAR

Durante la ejecución de un esfuerzo físico, los impulsos nerviosos originados en los centros motores y los estímulos aferentes provenientes de diferentes receptores sistémicos y de las zonas musculares que están comprometidas en la acción (barorreceptores, quimiorreceptores, osmorreceptores, entre otros), son enviados hacia el sistema nervioso central (S.N.C). Se plantea que hay una zona del S.N.C que se encarga de regular estos mecanismos, la cual se ubica en el hipotálamo y se denomina comando central; el comando central desarrolla su labor con base en tres componentes: el rápido, el intermedio y el lento.

El componente rápido: Se relaciona con la actividad simpático-suprarrenal, que se manifiesta con la producción de catecolamina (epinefrina y norepinefrina, contrarreguladoras o de estrés), y es un evento que puede iniciar incluso antes del comienzo del ejercicio (respuesta ante estímulos motores y del sistema límbico); en el transcurso del ejercicio, se generan estímulos desde los receptores situados en los músculos que se ejercitan, las cápsulas articulares, los tendones, receptores pulmonares y receptores sensitivos (cutáneos y viscerales).

El componente intermedio: Se manifiesta después de cierto tiempo de estímulo, debido a la secreción de hormonas hipofisarias, por esto, luego de pocos minutos de ejecución del ejercicio se detecta un aumento en los niveles sanguíneos de la hormona del crecimiento (GH), la hormona adrenocortico trópica

(ACTH), la hormona estimulante de la tiroides (TSH), la hormona antidiurética (ADH), entre otras.

El componente lento: Que se origina a causa de las alteraciones del medio interno (hipoxia, la acidez, hipoglicemia), se encarga de regular las respuestas anteriores y estimula la actividad vagal, produciendo hormonas gastroenteropancreáticas tales como el péptido histidina-isoleucina (PHI), la gastrina, la secretina, la somatostatina, el polipéptido pancreático, la sustancia P y el glucagón.

Al analizar el comportamiento de las distintas hormonas durante el ejercicio, se debe tener presente que, además de factores fisiológicos, la actividad hormonal también está condicionada por aspectos externos, algunos de ellos son:

La intensidad y duración del ejercicio, el nivel de entrenamiento de los deportistas, el tipo de alimentación, el sexo, la edad, el tipo de trabajo realizado (número de repeticiones y de series, pausas de recuperación entre ellas y la intensidad relativa de cada repetición), las características individuales de los sujetos, la articulación de los distintos tipos de trabajo dentro de un ciclo determinado de entrenamiento (semanas o meses), el período de preparación, las condiciones ambientales.

Reconociendo la importancia de éstas respuestas hormonales ante un estímulo (carga), es necesario expresar que el rendimiento de un individuo en una actividad o ejercicio físico determinado, no depende solo de las alteraciones inmediatas del medio interno (activación del metabolismo, funcionamiento de los grandes sistemas, cardiovascular y respiratorio), sino

también de procesos adaptativos más retardados en los que se incluye la remodelación y reparación de los tejidos.

En el caso del músculo esquelético, que es un tejido expuesto a un constante estrés mecánico (ejercicio físico, incluso algunas actividades cotidianas), se detecta la aparición de micro traumatismos en las estructuras contráctiles (principalmente en el sarcómero), lo cual trae consigo la activación de mecanismos que garantizan que la integridad estructural no se verá comprometida a mayor escala. Esos mecanismos de remodelación celular, están en íntima relación con la actividad de ciertas hormonas, que son conocidas como anabólicas, y las principales son: la testosterona, la GH, la insulina, las hormonas tiroideas y los factores de crecimiento similares a la insulina (IGF).

2.2.19.1 LA TESTOSTERONA

Esta hormona es el principal andrógeno y es secretada principalmente desde los testículos (en el hombre); el mecanismo de acción de esta hormona generalmente se malinterpreta. Constantemente se usa como un indicador fisiológico del estatus anabólico del cuerpo, pero se ha comprobado que el efecto directo de la testosterona sobre el crecimiento del músculo esquelético, no es tan marcado como el de otras hormonas, y puede decirse que es más bien un mediador en otras interacciones.

La testosterona se une e interactúa con receptores ubicados en el músculo esquelético para participar en procesos tales como:

- El transporte e interacción con proteínas de unión de la membrana.
- Teóricamente es un segundo mensajero.
- Actúa también como un receptor citoplásmico que migra al núcleo, donde hay un ambiente propicio para las potenciales interacciones con proteínas nucleares.
- Promueve la síntesis y disminuye el desdoblamiento de proteínas.
- Disminuye los efectos de corticoides catabólicos.
- Regula el mecanismo del calcio en las fibras tipo II.

Tiene un efecto anabólico secundario, que se expresa al causar una retención moderada de sodio, potasio, agua, calcio, fosfato y sulfato; además actúa sobre el glucógenosintetasa, aumentando la síntesis del glucógeno y moviliza los depósitos de fosfocreatina, favoreciendo la producción de fuerza muscular.

Examinando los posibles efectos de esta hormona en la expresión de fuerza, se establece que tiene una influencia sobre factores neurales y posibilita la transición de fibras tipo II a subtipos más glucolíticos. La testosterona estimula la producción de la hormona del crecimiento (GH), y a su vez promueve la secreción de factor de crecimiento similar a la insulina (IGF), tomando así lugar en algunos procesos anabólicos que antes le eran atribuidos.

Se afirma que la testosterona influye en la arquitectura muscular, en aspectos muy específicos como el incremento del ángulo de pinación de los fascículos musculares (por ende incrementa el volumen y la fuerza muscular), lo cual, al menos desde la perspectiva arquitectónica permite establecer una

relación de esta hormona con el desarrollo muscular. (FERNANDEZ BOTERO, Op. cit, p. 21)

Los incrementos en la secreción de ésta hormona son mayores cuando se utilizan ejercicios que involucren grandes grupos musculares (deadlift-peso muerto, benchpresspresión en banca plana)⁶⁴. Sin embargo, las opiniones con respecto a la influencia del entrenamiento en el incremento de los niveles de testosterona sérica son divididas.

Hakinnen y colaboradores demostraron que hubo incrementos de este tipo en levantadores de pesas en un proceso de entrenamiento de fuerza que duró 2 años. Pero se requieren más estudios al respecto, porque la variabilidad de los protocolos, los parámetros de carga y los procesos de medición, pueden conducir a la obtención de resultados diferentes.

2.2.19.2 EL EJE HIPOTALÁMICO-PITUITARIO.

Se reconoce que la hormona del crecimiento (GH), un polipéptido secretado desde la glándula pituitaria anterior, está íntimamente involucrada con los procesos de crecimiento del músculo esquelético y otros tejidos del cuerpo. Su acción se encuentra mediada por las hormonas secundarias IGF (principalmente la IGF-1 o somatomedina C).

La GH estimula la liberación de los factores del crecimiento y la disponibilidad de aminoácidos para la síntesis de proteínas; también ayuda en la reparación y recuperación de los tejidos y en conjunto con las IGF, contribuye al crecimiento del cartílago

(diferenciación de precondrocitos en condorcitos y posterior maduración de estos últimos).

La GH juega un papel fundamental en la función de las IGF, porque solas no pueden expresar su potencial. Sus concentraciones se incrementan con el sueño⁶⁷, la nutrición y el ejercicio, su síntesis tarda de 3 a 9 horas; se pueden resaltar los siguientes aspectos:

- Reduce la utilización de la glucosa por el músculo.
- Disminuye la síntesis del glucógeno.
- Aumenta el transporte de aminoácidos a la célula.
- Aumenta la utilización de ácidos grasos.
- Aumenta la síntesis del colágeno.
- Estimula el crecimiento del cartílago.
- Promueve el crecimiento del riñón y el flujo de sangre a este órgano.

Es una hormona anticatabólica, porque compite con el cortisol por los receptores celulares.

Parece ser que un rol primordial de la GH en el tejido muscular, es contribuir en las modificaciones que ocurren en las células musculares inmaduras; además se ha hipotetizado que la GH tiene un efecto directo en el crecimiento del tejido muscular embrionario.

Hay una inquietud permanente de los científicos por determinar cual es la hormona que marca el estatus anabólico del organismo; los hallazgos permiten concluir que la concentración de hormona del crecimiento, se incrementa con el volumen

(cantidad) elevado de trabajo, inverso a la testosterona que manifiesta un declive.

2.2.19.3 LA INSULINA

Es una hormona que se sintetiza en el páncreas, su liberación generalmente obedece a la presencia excesiva de sustancias energéticas en la sangre (glucosa, aminoácidos), los efectos de la insulina pueden ser: rápidos, intermedios y tardíos.

Los efectos rápidos: Aparecen en segundos, apuntan principalmente al transporte de glucosa, aminoácidos y potasio en células sensibles a la insulina.

Algunos de los efectos intermedios: Aparecen en minutos, son: la estimulación de la síntesis proteica e inhibición de su degradación, activación de la sintetasa de glucógeno, inhibición de la fosforilasa y de las enzimas gluconeogénicas.

Los efectos tardíos: Se relacionan con el incremento en el ARNm. para las enzimas lipogénicas.

No obstante, su oposición a los procesos catabólicos de liberación de energía, la convierte en una hormona contraproducente en los esfuerzos prolongados.

2.2.19.4 LAS HORMONAS TIROIDEAS

La glándula tiroides está ubicada a lo largo de la línea media del cuello, inmediatamente por debajo de la laringe. Se encargan de secretar dos hormonas no-esteroideas (no pueden cruzar

fácilmente la membrana celular, a menos que se unan a receptores específicos fuera de la célula), la triiodotironina y la tiroxina; ambas cumplen funciones similares, entre la principal se encuentra el incremento de la tasa metabólica basal hasta un 60-100%. Estas hormonas cumplen otras funciones sumamente importantes, tales como:

- Incrementan la síntesis de proteínas (como también la síntesis de enzimas relacionadas con el metabolismo energético).
- Incrementa el tamaño y número de mitocondrias en la mayoría de las células.
- Promueven rápidamente la captación de glucosa por la célula.
- Favorecen la glicólisis y la gluconeogénesis (en términos de almacenamiento de glucógeno).
- Incrementa la movilización de los lípidos, causando así un aumento en la disponibilidad de ácidos grasos para la oxidación.
- Incrementa la concentración de isoenzimas rápidas independiente de la GH o la innervación del músculo.
- Estimula la secreción de GH.
- Incrementa el contenido de ARNm de las cabezas pesadas de miosina, que difieren de acuerdo al músculo.

El hipotiroidismo ocasiona que las fibras tipo II se transformen a tipo I, disminuye la velocidad de acortamiento hasta un 60% y retarda el crecimiento muscular.

2.2.19.5 CATECOLAMINAS (EPINEFRINA Y NOREPINEFRINA)

Son hormonas secretadas desde la médula adrenal que están principalmente involucradas en el incremento del metabolismo al iniciar un ejercicio físico (contrarreguladoras).

Su rol en el incremento del tamaño del músculo es poco probable, pero durante ciertas etapas del desarrollo prenatal puede acelerar el proceso de crecimiento. Algunas de sus acciones son:

- Contribuyen al incremento de la fuerza.
- Aumenta la velocidad de contracción.
- Aumentan la disponibilidad de energía.
- Aumentan la presión de la sangre.
- Contribuyen a la liberación de otras hormonas como la testosterona.

La epinefrina se encuentra en mayor concentración en jóvenes, dado que tienen mayor reapsuesta adrenal. Evitan que se presente dolor muscular, evita la destrucción muscular y tiene una mayor reacción al estrés.

2.2.19.6 CORTISOL

También cono conocido como hidrocortisona, es una hormona que se secreta desde la corteza suprarrenal y se ocupa del 95% de la actividad glucocorticoide. Se distingue como una hormona netamente catabólica, dado que:

- Interviene en la conversión de aminoácidos a carbohidratos.

- Incrementa las enzimas proteolíticas.
- Inhibe la síntesis proteica.
- Aumenta la degradación de proteínas, principalmente en las fibras tipo II.
- Incrementa la movilización de ácidos grasos libres, haciéndolos más disponibles como fuente de energía.
- Disminuye la utilización de glucosa (economía para que la utilice el S.N.C).
- Disminuye algunas reacciones inmunes.
- Actúa como un agente anti-inflamatorio⁷³.

2.2.19.7 EL GLUCAGÓN

Es una hormona contra reguladora (o de estrés), que se secreta desde el páncreas cuando la concentración de glucosa en el plasma cae por debajo de los niveles normales (hipoglicemia). Sus efectos generalmente son opuestos al de la insulina.

El glucagón estimula la glucogenólisis a nivel hepático (no en el músculo), promueve la gluconeogénesis, disminuye la glucólisis y aumenta la lipólisis. Su acción está dirigida a mantener la concentración adecuada de glucosa en sangre, para que haya más disponibilidad de este sustrato para las células.

La respuesta de esta hormona se disminuye con el entrenamiento, lo cual puede obedecer a la disminución de la respuesta de las catecolaminas, a la reducción en la producción de insulina (mayor sensibilidad a la insulina), y a menor utilización de CHO (utilización de lípidos como energía).

2.2.20. CARACTERIZACION DE LAS EXIGENCIAS FISICAS DEL FUTBOL Y LOS METODOS DE ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA EXPLOSIVA

En la preparación física de los DEPORTES COLECTIVOS prima la toma de decisiones y la técnica sobre la preparación física, partiendo que no es excluyente y se debe de trabajar acorde a las necesidades específicas de cada deportista y de cada posición en el terreno de juego. En el fútbol y otros juegos deportivos el desarrollo de las capacidades condicionales queda relegada a un segundo plano, ya que de nada sirve tener jugadores muy bien desarrollados condicionalmente, sino saben que hacer o como solucionar un problema táctico que se presente durante la realización de una competencia. Incluso un exceso en el desarrollo de las capacidades condicionales por encima de lo requerido por cada modalidad deportiva atenta contra las ejecuciones técnicas.

También se debe tener en cuenta lo anterior para la organización de las sesiones mixtas donde se trabaja la preparación física y el componente técnico- táctico. Organización de la preparación física:

Debe existir una inversión de prioridades donde la fuerza explosiva sea la base de la preparación física y no lo aeróbico (Cometti, 2002).

La fuerza y la velocidad no deben depender de la resistencia aeróbica.

Las direcciones funcionales anaeróbicas alácticas deberían ser las primeras.

Las direcciones funcionales anaeróbicas lácticas deberían ser las segundas.

Las direcciones funcionales aeróbicas deberían ser las terceras.

Lo que permite ganar (acciones determinantes) es el saltar más alto, lanzar o golpear más rápido (Cometti, 2002). Todo esto se logra mediante trabajos combinados de musculación y estímulos específicos de la modalidad deportiva (que desarrollen la fuerza explosiva-espacios reducidos-). Sin olvidarnos del componente técnico y táctico, puesto que sólo la combinación de estos tres factores permite un entrenamiento integral que posibilita la obtención de buenos resultados en las competencias. Criterios fundamentales de la preparación física (Cometti, 2002):

El objetivo del trabajo físico es mejorar la eficiencia del entrenamiento y no fatigar en extremo al jugador.

Velar por la adecuada recuperación (A todo tipo de carga corresponde una recuperación) después de cargas de entrenamiento.

Recurrir más a esfuerzos cortos y más cualitativos que extensos y cuantitativos (para el jugador de fútbol es determinante el tiempo en los 10 m. por este motivo deben trabajarse los esfuerzos explosivos.)

En el calentamiento se propone invertir el orden que siempre se ha utilizado en equipos de rendimiento; empezar con ejercicios anaeróbicos alácticos: De fuerza con contracciones concéntricas/excéntricas, luego de velocidad de media intensidad y finalizar con ejercicios aeróbicos moderados.

En la construcción de una sesión se debe evitar una fatiga previa al principio, para contar con los factores energéticos nerviosos en las mejores condiciones (organismo fresco) para desarrollar los ejercicios más intensos de la fase central.

“La preparación física en el fútbol debe estar al servicio del trabajo técnico táctico. A menudo, las exigencias del fútbol limitan su desarrollo. Por lo tanto, es necesario ir a lo esencial: El trabajo de calidad y no de cantidad”.

2.2.21. DEMANDAS FÍSICAS DEL FÚTBOL

El esfuerzo de los futbolistas está caracterizado por esfuerzos explosivos repetidos intermitentemente un elevado número de veces. De donde obtenemos dos parámetros, uno cualitativo (explosivo) que implica un entrenamiento fundamentado en la fuerza; y otro cuantitativo (repetidos) que está basado en la resistencia (Cometti, 2002).

No obstante, debemos recordar que muscularmente estos dos tipos de esfuerzos son incompatibles. Las fibras lentas se desarrollan con trabajos de resistencia y las fibras rápidas con estímulos de fuerza explosiva.

2.2.21.1. DURACIÓN Y REPARTO DE LOS ESFUERZOS

Retomando los análisis estadísticos que se han hecho en cuanto a los esfuerzos dentro de un partido de fútbol (90 mn) se ha encontrado que el 5 % de las acciones son esfuerzos rápidos (determinantes en los resultados) y el 95 % restante, son acciones de menor intensidad (Cometti, 2002).

En el fútbol la mayoría de los esfuerzos son inferiores a 7.5 sg. (explosivos-sprints-); considerados junto a carreras moderadas, como esfuerzos importantes desde el punto de vista energético. estos a su vez se alternan con esfuerzos que permiten lograr una

recuperación (andar carrera lenta); aquí el jugador encadena un sprint de 3 sg, una carrera lenta de 10 sg, una aceleración de media intensidad de 5 sg. Seguida de una carrera lenta de 15 sg. y finalmente un sprint de 3 sg. y se relaja. El partido está constituido por una sucesión de este tipo de encadenamientos.

Aunque el número de acciones intensas parece elevado (alrededor de 120-140 sprints cortos de 10-15 m. por partido), debemos recordar que la cronología de los esfuerzos nos muestra que el reposo entre acciones de alta intensidad es relativamente largo (aproximadamente 30-40 sg.) para permitir una recuperación importante (Cometti, 2002).

La aceleración en 10 metros constituye la cualidad fundamental en el fútbol; este factor tiene una clara correlación con el nivel de rendimiento.

2.2.22. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA

2.2.22.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Cuando aplicamos una fuerza en cualquier gesto siempre se alcanza un pico máximo de fuerza, pero para ello es necesario que transcurra un cierto tiempo (ese pico no se alcanza de manera instantánea). Si este pico de fuerza se alcanza manifestando la fuerza a la mayor velocidad o rapidez posible, el valor del pico dependerá del tiempo disponible para manifestar la fuerza; a su vez el tiempo dependerá de la resistencia que se tenga que superar (a mayor resistencia mayor tiempo), lo cual determinará como hemos visto la velocidad de ejecución posible

Esto es muy importante en los deportes, ya que lo que interesa no es tanto la fuerza que se puede aplicar en las condiciones más favorables (mucha resistencia externa y mucho tiempo para manifestar la fuerza), sino la fuerza que se pueda manifestar en el tiempo que duran los gestos deportivos concretos, que difícilmente se prolongan mas allá de los 300-350 ms. La casi totalidad de especialidades deportivas tienen como objetivo alcanzar un determinado valor de fuerza en su acción o gesto específico (que puede variar con la evolución del nivel deportivo) al mismo tiempo que se mantiene o se reduce el tiempo para conseguirlo (González Badillo, 2002)

El fútbol mezcla acciones que exigen requerimientos específicos de fuerza (saltos, cambios de ritmo, cambios de dirección, sprints, golpes o chutes), enmarcados dentro de una perspectiva de trabajo de conjunto o colectivo, en donde dichas exigencias son mas importantes en determinadas posiciones de juego que en otras (delanteros, defensas, volantes y arquero). Sin embargo todos tienen que poseer un nivel de fuerza específico (fuerza útil) que les permita en determinadas circunstancias de juego realizar estas acciones (explosivas).

2.2.22.2. FUERZA ÚTIL

Es la fuerza que aplica el deportista cuando realiza su gesto específico de competición (González –Badillo y E. Gorostiaga, 1993 -1995)⁸². La mejora de este valor de fuerza debe ser el principal objetivo del entrenamiento y el que más relación va a guardar con el rendimiento deportivo. Esta fuerza se produce a la velocidad específica y en el tiempo específico de competición. “En la mayoría de los casos, la velocidad y el tiempo específico

de un mismo sujeto no serán dos valores estables durante toda la vida deportiva, ya que la mejora del rendimiento exigirá necesariamente el aumento de la velocidad y por tanto la reducción progresiva del tiempo de aplicación de fuerza para superar una misma resistencia”.

2.2.2.2.3 FUERZA EXPLOSIVA

Es la relación entre la fuerza producida o aplicada y el tiempo necesario para ello, por lo tanto, es la producción de fuerza en la unidad de tiempo.

Este tipo de aplicación de la fuerza tiene una estrecha relación con la velocidad del movimiento ante una resistencia externa, ya que la mayor o menor velocidad depende de la capacidad de producir fuerza rápidamente.

La fuerza explosiva se puede mejorar con todas las resistencias, siempre que la rapidez en la producción voluntaria de fuerza, sea máxima o casi máxima. La selección de las resistencias prioritarias o la combinación de las mas adecuadas dependerá de las necesidades de fuerza máxima y de la resistencia a vencer en el gesto específico –fuerza útil-(González Badillo, 2002).

Cuanto mejor sea el nivel deportivo del sujeto, mayor es el papel que desempeña la fuerza explosiva, porque cuando mejora el rendimiento, el tiempo disponible para aplicar fuerza y producir el movimiento disminuye; luego lo más importante es mejorar la capacidad de producir fuerza en la unidad de tiempo (Zatsiorsky, 1995).

En términos generales, es posible afirmar que la fuerza explosiva o capacidad de expresar fuerza rápidamente, está en relación con (González Badillo, 2002):

- La composición muscular (porcentaje de fibras rápidas).
- La frecuencia del impulso.
- La sincronización.
- La coordinación intermuscular (técnica).
- Las capacidades de fuerza máxima.
- La producción rápida de la fuerza en la fase estática al inicio del movimiento.
- La velocidad de acortamiento del músculo.

2.2.22.4. CARGA DE ENTRENAMIENTO

Se define de esta manera al conjunto de exigencias biológicas y psicológicas, provocadas por las actividades de los entrenamientos. Los componentes principales de esta carga son el volumen, la intensidad, los ejercicios y la organización que se les da a estas variables.

Volumen

En el entrenamiento de fuerza, el volumen debe expresarse por el número de repeticiones realizadas, que a su vez depende del número de ejercicios, de las repeticiones por serie, de las series por sesión y de la frecuencia de entrenamiento.

El aumento progresivo del volumen puede proporcionar una mejora constante del rendimiento en los primeros años de práctica, pero con el incremento de los resultados y la especialización del entrenamiento esta teoría pierde mucha validez.

Sin embargo los estudios indican que parece haber una zona óptima de cantidad de entrenamiento que proporciona los mejores resultados. Esta zona o carga óptima se entiende como el mínimo estímulo en cuanto a calidad, organización, volumen e intensidad que pueden proporcionar los más altos resultados. En el ámbito del entrenamiento de la fuerza, la carga óptima será el mínimo estímulo que permita levantar más peso a la misma velocidad o el mismo peso a una velocidad mayor (González Badillo, 2002).

Volumen óptimo de una sesión:

Cuando los valores de potencia o velocidad que se alcanzan ya no se ajustan a los programados el efecto del entrenamiento podría estar desviándose del objetivo perseguido, por lo tanto la sesión debería darse por terminada (González Badillo, 2002).

Manejo del volumen

Los deportistas pueden dividirse al menos en tres grupos (todos los deportista no son capaces de soportar las mismas cargas).

- Deportista que necesitan utilizar grandes cargas.
- Deportistas que no necesitan emplear grandes cargas.
- Deportistas de un nivel intermedio.

Intensidad

Es el grado de esfuerzo desarrollado al realizar un ejercicio o actividad de entrenamiento en cada repetición. Representa el grado de actividad muscular para oponerse a una resistencia; podría cuantificarse en términos de potencia, nivel de tensión alcanzado (acciones concéntricas, isométricas y excéntricas) o como cantidad de fuerza producida en la unidad de tiempo. Se

tiene que tener cuidado al considerar las repeticiones totales realizadas en un ejercicio determinado, puesto que aunque pensemos que se están realizando a una misma intensidad, la verdad es que no es así.

Por ejemplo, si el objetivo es mejorar la velocidad o la máxima potencia, las únicas repeticiones que servirían para cumplir el objetivo serían las primeras de la serie, si continuamos realizando más repeticiones de las adecuadas, la intensidad se va modificando y por lo tanto el efecto del entrenamiento tomaría una dirección diferente a la prevista. Sin embargo en otros casos será con las últimas repeticiones con las que se consigue el efecto deseado (si se busca la mejora de la fuerza acompañada de hipertrofia muscular).

Carácter del esfuerzo:

“Es una forma de interpretación y un factor determinante de la intensidad, puesto que se expresa mediante la relación entre las repeticiones realizadas y las realizables (número de repeticiones que podría haber realizado el sujeto con la resistencia utilizada)”.

Densidad:

Es la frecuencia o número de veces que se realiza una acción en la unidad de tiempo. Por lo tanto, el tiempo de pausa entre repeticiones, series o incluso entre sesiones es un determinante de la densidad. La duración de esta pausa tiene mucha importancia en el resultado producido, puesto que modifica los efectos de fuerza, la velocidad de ejecución, la utilización de fibras y la transformación de las mismas (pausa entre repeticiones). También producen una fuerte influencia sobre la estimulación hormonal y la hipertrofia -pausa entre series- (González Badillo, 2002).

Este criterio es fundamental en el entrenamiento deportivo, puesto que haciendo una regulación ideal de las pausas de recuperación se evita los estancamientos y el sobreentrenamiento.

Intensidad expresada como tanto por ciento de 1 RM

La expresión de la intensidad a través de porcentajes de 1 RM tiene la ventaja de que puede servir para programar el entrenamiento para muchos sujetos al mismo tiempo, ya que un mismo esfuerzo para todos los sujetos se puede expresar en términos relativos (% 1 RM) y cada cual puede calcular el peso con el que debería realizar el entrenamiento.

Otro factor importante tiene que ver con el conocimiento de los porcentajes máximos a los que se tiene que llegar en cada entrenamiento.

Esto permite identificar la evolución de la intensidad (carga) y a su vez brinda una información muy valiosa sobre cual es la concepción del entrenamiento, el sistema de trabajo y la exigencia de entrenamiento que se está produciendo (González Badillo, 2002).

2.2.23. LOS EJERCICIOS

En el entrenamiento de fuerza se puede clasificar a los ejercicios en función de dos criterios:

a. Según sus efectos:

- Localizados poca transferencia (entrenamiento de músculos no de movimiento: pectoral, bíceps, isquios y similares).
- Generalizados o de transferencia media o alta

- Fuerza máxima: sentadilla, tirones.
 - Máxima potencia y gran explosividad: ejercicios olímpicos.
 - Potencia media y gran velocidad: saltos, lanzamientos.
- b. Según la velocidad a la que se alcanza 1 RM
- A baja velocidad: ejercicios no olímpicos.
 - A alta velocidad: ejercicios olímpicos.

Ejercicios localizados: Lo característico de estos ejercicios es que los músculos se entrenan de manera aislada, sin una intervención importante de otros grupos musculares de manera coordinada. Esta circunstancia hace que la aplicación o transferencia de la mejora de fuerza muscular a los gestos de competición sea escasa o nula en la mayoría de los casos.

Por lo tanto, los ejercicios localizados tienen, fundamentalmente un papel auxiliar, complementario o de apoyo a aquellos movimientos que son los determinantes para la mejora del rendimiento específico. También pueden tener la función de prevenir lesiones y evitar desequilibrios musculares (González Badillo, 2002).

Ejercicios generalizados: Implican a casi todos los grandes grupos musculares de manera coordinada, generando movimiento que tienen una aplicación o transferencia a la mayoría de los gestos específicos de competición (González Badillo, 2002).

- Los ejercicios de fuerza máxima proporcionan la mejora de la fuerza en movimientos extensores con grandes cargas.
- Los ejercicios de máxima potencia y gran explosividad, permiten generar la máxima potencia mecánica en movimientos extensores y de empuje.

- Los ejercicios de potencia media tienen efectos iguales a los anteriores pero, son realizados con cargas más ligeras.

Por el efecto global tan positivo que tienen estos ejercicios, deberían ser utilizados por todos los deportistas que pretendan mejorar su fuerza para un mejor rendimiento específico.

Ejercicios específicos: Son aquellos que reproducen los gestos de competición, en las mismas condiciones o en situaciones muy semejantes. Para que estos ejercicios se puedan considerar como ejercicios de entrenamiento de la fuerza, el gesto de competición debe dificultarse, añadiendo una ligera resistencia adicional a la que hay que vencer en el gesto específico de competición (González Badillo, 2002).

El efecto que se busca y que debe producirse es la mejora de la aplicación de fuerza (fuerza útil) en el movimiento de competición a una velocidad próxima a la de la competencia (González Badillo, 2002).

Ejercicios olímpicos: Estos ejercicios (arrancada, cargada) añaden cualidades de potencia a los programas de entrenamiento de fuerza, lo cual es difícil de lograr con otros ejercicios. La ventaja de utilizar estos ejercicios son las siguientes:

- Los ejercicios se realizan de pie, lo cual coincide con muchos de los gestos deportivos.
- En cada levantamiento se implican la mayoría de los grupos musculares, y el peso es soportado por todo el cuerpo.

- El levantamiento requiere la actuación de los músculos por fuertes golpes explosivos acentuando la manifestación de fuerza en el menor tiempo posible en cada uno de ellos.
- El potencial de producción de potencia de estos ejercicios no puede ser igualado por ninguna otra forma de entrenamiento de fuerza.
- Para obtener el mejor resultado y mayor beneficio, es necesario realizar estos ejercicios con un alto grado de ritmo, coordinación, y equilibrio, lo cual es esencial en cualquier gesto deportivo.
- Se estimulan los principios de acción-reacción, porque en ejercicios como la arrancada o la cargada se produce una fase de flexión-extensión de rodillas muy rápida en el momento más decisivo del movimiento. Este contramovimiento o recuperación de energía es muy importante para el resultado global de numerosos deportes.
- El uso de estos ejercicios y sus parciales, produce el resultado deseado, incrementa la flexibilidad y garantiza el desarrollo de los modelos de ejercicios explosivos que son necesarios en el entrenamiento deportivo.

En síntesis para Field (1988) , el trabajo con pesos libres es el medio de entrenamiento con cargas más efectivo para el desarrollo de la velocidad, potencia y aceleración. El rendimiento se inicia en muchos deportes por las piernas, por lo tanto, la fuerza de las piernas es importante para el rendimiento óptimo. Para el entrenamiento de estos músculos se recomiendan ejercicios de cadena cerrada (sentadilla), en lugar de extensión de piernas sentados o curl de piernas (cadena abierta).

B. Takano (1992)⁹³ considera que un programa de fuerza que incluya la "cargada de fuerza" es muy productivo, puesto que, este es un ejercicio multiarticular, válido para todos los deportes, pero que puede aumentar significativamente el rendimiento atlético en especialidades que requieren acciones explosivas en posición de pie. Además de lo indicado este ejercicio, si se realiza de forma adecuada, reúne las siguientes condiciones:

En cada repetición de este movimiento participa la mayor parte de los grandes grupos musculares y muchos de los pequeños músculos de sostén.

- Ya que cada repetición requiere un gasto calórico mayor que los ejercicios simples, este ejercicio tiene mayor valor como medio para desarrollar la resistencia anaeróbica.
- Ya que la mayoría de los músculos trabajan sinérgicamente, se produce un fortalecimiento de manera armónica.
- La tensión isométrica constante a la que se ven sometidos los músculos de la espalda, durante todo el movimiento permiten que estos músculos se desarrollen de una forma que no es posible a través de otros ejercicios convencionales aislados.
- Ya que son tantos los grupos musculares estimulados por este ejercicio, el tiempo utilizado para el entrenamiento de fuerza puede ser mejor aprovechado.

2.2.24. MÉTODOS PARA EL DESARROLLO DE LA FUERZA EN EL FUTBOLISTA PROFESIONAL

2.2.24.1. MÉTODOS CONCÉNTRICOS

Se habla de acción concéntrica cuando el músculo se contrae y se encoge. Las inserciones se acercan. Los métodos más eficaces del régimen concéntrico son:

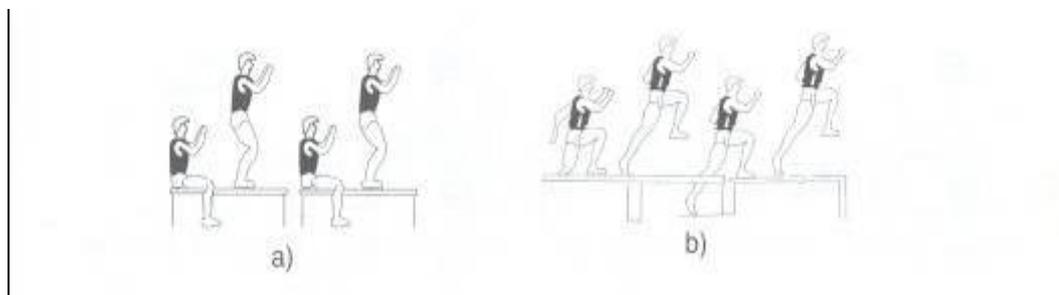
- El método Búlgaro: Se llama así a la utilización en la misma sesión de cargas pesadas y cargas ligeras, ejecutadas rápidamente (es un método por contraste).
- El método Búlgaro en la serie: Consiste en alternar en la misma serie cargas pesadas y cargas ligeras, lo que supone modificar la carga durante la serie. Ejemplo: 2 repeticiones al 70 %, luego 2 al 50 %, luego 2 al 70 % y 2 al 50 %.
- El método de la pirámide en la serie: Supone una modificación de la carga en el transcurso de las repeticiones. Ejemplo: 3 repeticiones al 50 %, dos repeticiones al 60 %, 1 repetición al 70 %, 2 al 60 %, 3 al 50 %; todas encadenadas.
- La prefatiga: Consiste en fatigar un músculo de modo analítico (para el cuádriceps por ejemplo, en una máquina de extensión) y después realizar un movimiento más global (Squat-sentadilla-).
- La posfatiga: Consiste en invertir el proceso anterior, primero se estimularía al cuádriceps a través de los squats y después se realizaría la extensión de rodilla.

Los métodos concéntricos se utilizan esencialmente en período de competición, para afinar la explosividad de los atletas. De la misma manera, podemos efectuar una semana de método búlgaro, cuando un partido importante se presente entre 15 días y 3 semanas más tarde. Es preciso que al terminar la semana Búlgara figure un partido de menos importancia.

Métodos concéntricos y fútbol

En el fútbol podemos utilizar ejercicios sin carga:

Figura 1. Bancos sentados y bancos de pie



Fuente: COMETTI, Guilles. Fútbol y musculación. Barcelona: Inde, 1999. p. 61

Se utilizará en la medida de lo posible el método Búlgaro o método de los contrastes:

Figura 2. Contraste carga/sin carga para piernas



Fuente: Ibíd. , p. 59

Contraste de los regímenes

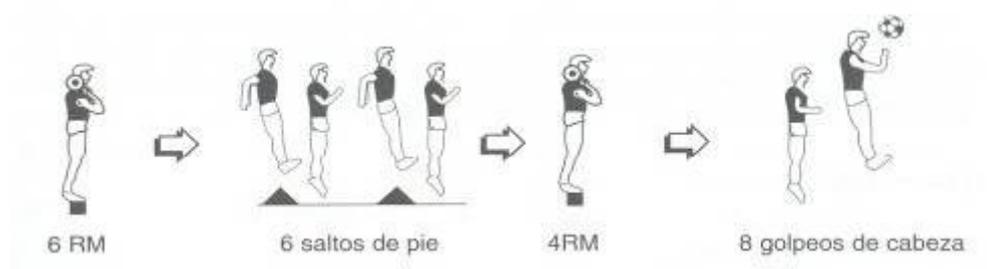
Consiste en poner en dificultad al músculo, alternando ejercicios analíticos concéntricos, seguidos de esfuerzos específicos (pliometría).

Figura 3: Encadenamiento concéntrico para la rodilla



Fuente: Ibíd. , p. 60

Figura 4: Encadenamiento concéntrico para el tobillo



Fuente: Ibíd. , p. 61 58

2.2.24.2. REGIMENES ISOMÉTRICOS

El músculo trabaja contra una resistencia fija, las palancas, y las inserciones musculares no se desplazan. Es un método fácil de poner en práctica; precisa poco material, es muy práctico.

La isometría es un método que actúa muy poco sobre la masa muscular. Esto es interesante en el fútbol, donde la masa muscular no es un objetivo prioritario. La isometría nunca debe utilizarse sola, sino siempre combinada con otros métodos.

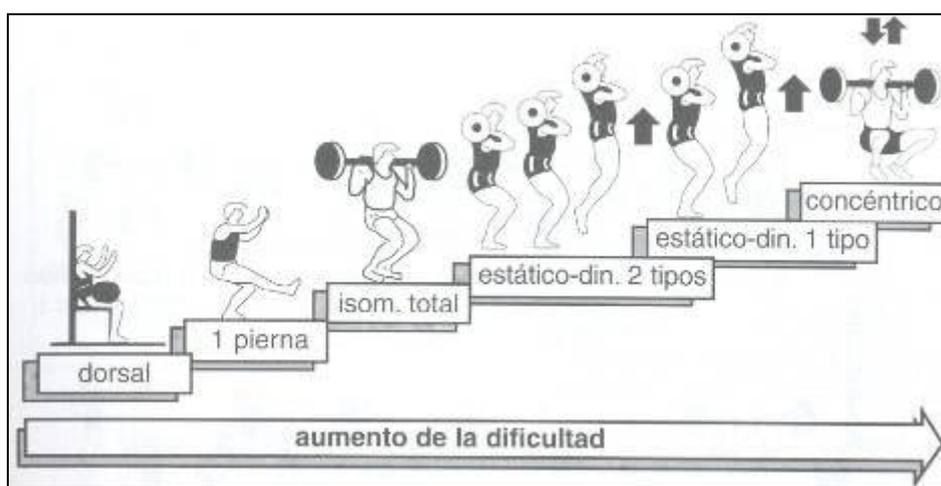
Los métodos más importantes de este régimen son:

- Isometría máxima: El atleta efectúa un esfuerzo máximo contra una resistencia fija, la duración de la contracción debe ser de 4 a 6 sg.
- Isometría hasta la fatiga total: Consiste en tomar una posición y mantenerla hasta el agotamiento completo.
- El estático dinámico: Conlleva fases estáticas, tiempo de parada y las dinámicas, aceleraciones. Existen dos variantes:

1. Estático dinámico 1 tiempo: el movimiento se efectúa con una fase estática, que se incorpora a un movimiento concéntrico.

2. Estático dinámico 2 tiempos: En este caso efectuamos dos tiempos de paradas en diferentes ángulos de movimiento; es muy difícil de soportar y no debe utilizarse en período de competición.

Figura 5: Progresión de la isometría



Fuente: Ibíd. , p. 67

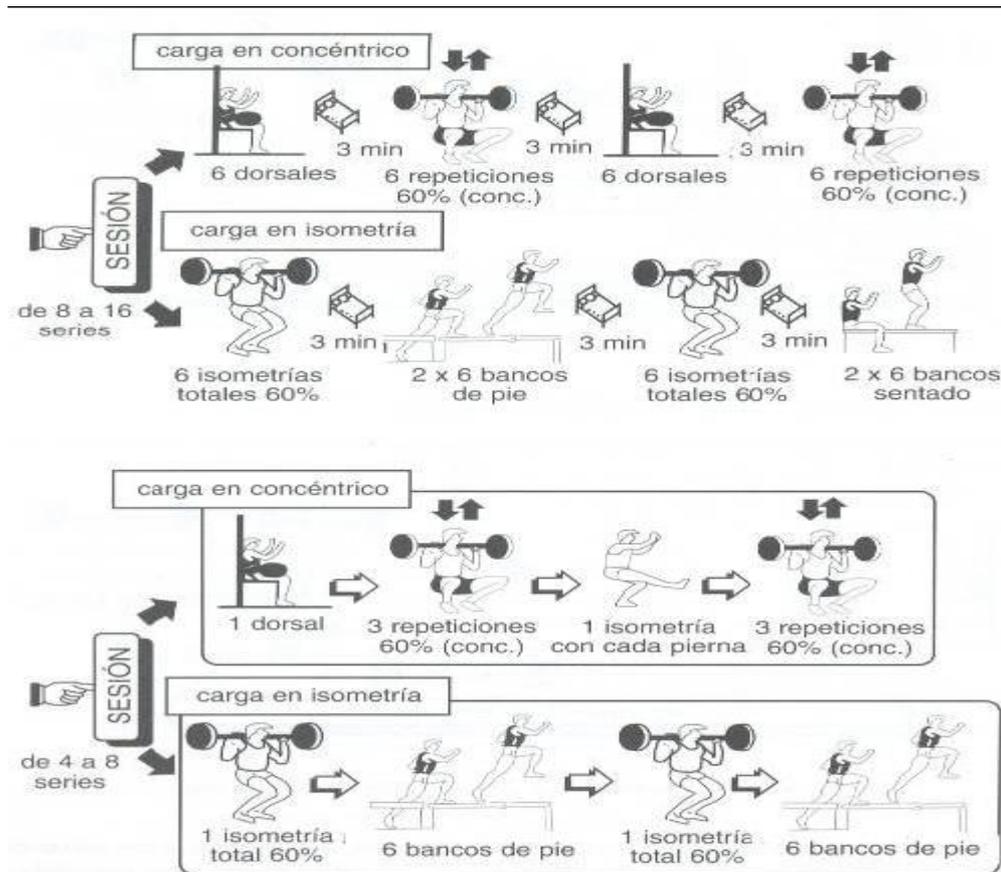
2.2.24.3. MÉTODOS ISOMÉTRICOS Y FÚTBOL

Este método resulta interesante para iniciar a los futbolistas en el trabajo con cargas.

Además tiene la ventaja de prefatigar al músculo evitando la utilización de cargas demasiado pesadas.

Se recomienda utilizar isometría hasta la fatiga total, la carga debe permitir mantener la posición 20" como máximo. Algunos ejemplos de encadenamientos entre isometría y situaciones dinámicas son los siguientes:

Figura 6: Modelos de contrastes con isometría



Fuente: Ibíd., p. 68

2.2.24.4. RÉGIMEN EXCÉNTRICO

Consiste en que el músculo trabaja alargándose, las inserciones se distancian, se excenfran, a menudo se trata de frenar una carga. El trabajo excéntrico debe manejarse con precaución en cuanto a planificación. Un ciclo excéntrico tiene un efecto retardado de 10 a 12 semanas, esto significa que hay que situar el trabajo excéntrico como mínimo 10 semanas antes de una competición importante.

Los métodos más importantes de este régimen son:

- El método excéntrico más concéntrico: consiste en efectuar 4 repeticiones en excéntrico, por ejemplo el atleta frena el descenso y un asistente ayuda a subir la barra (en squat) y realizar 6 repeticiones en concéntrico al 50 %.
- El 120-80: Consiste en bajar una carga del 120 % y subir una carga del 80 %.

Figura 7: Ejercicio excéntrico simple



Fuente: Ibíd., p. 76

Figura 8: Ejercicio excéntrico del tríceps



Fuente: Ibíd., p. 76

2.2.24.5. RÉGIMEN PLIOMÉTRICO

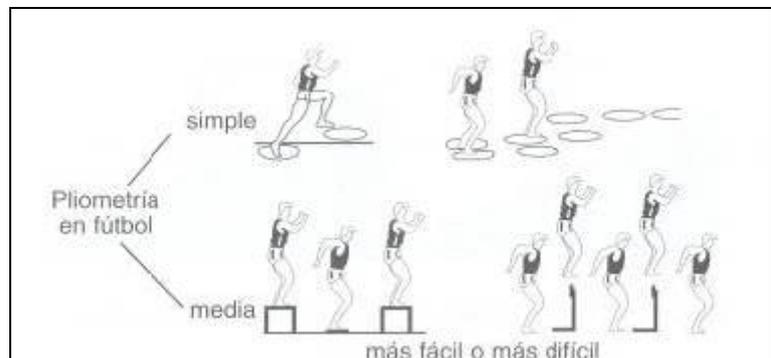
El músculo se somete primero a un alargamiento, luego se encoge inmediatamente; estas acciones son corrientes para los músculos de las piernas en todos los ejercicios de impulsión, parada y saltos. La pliometría en la forma que propone el autor, puede practicarse todo el año.

Este método es el más eficaz para desarrollar la explosividad; vemos pues que en una misma sesión se puede hacer un sólo tipo de flexión o combinar dos o tres ángulos de trabajo.

Los ejercicios pliométricos se clasifican de la siguiente manera:

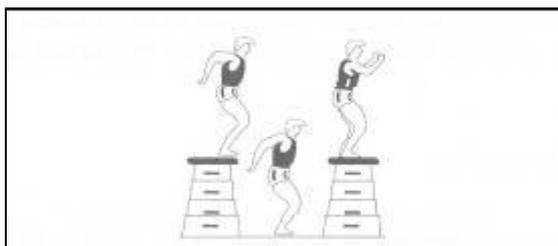
- Pliometría baja: Saltos sobre aros y saltos a la cuerda.
- Pliometría media: Saltos sobre bancos y vallas de mediana altura.
- Pliometría alta: Saltos descendentes desde plintos de 50- 70 cm.

Figura 9: Modalidades pliométricas en el fútbol



Fuente: Ibíd., p. 78

Figura 10: Ejercicio de pliometría alta



Fuente: Ibíd. , p. 78

2.2.24.6. ELECTROESTIMULACIÓN

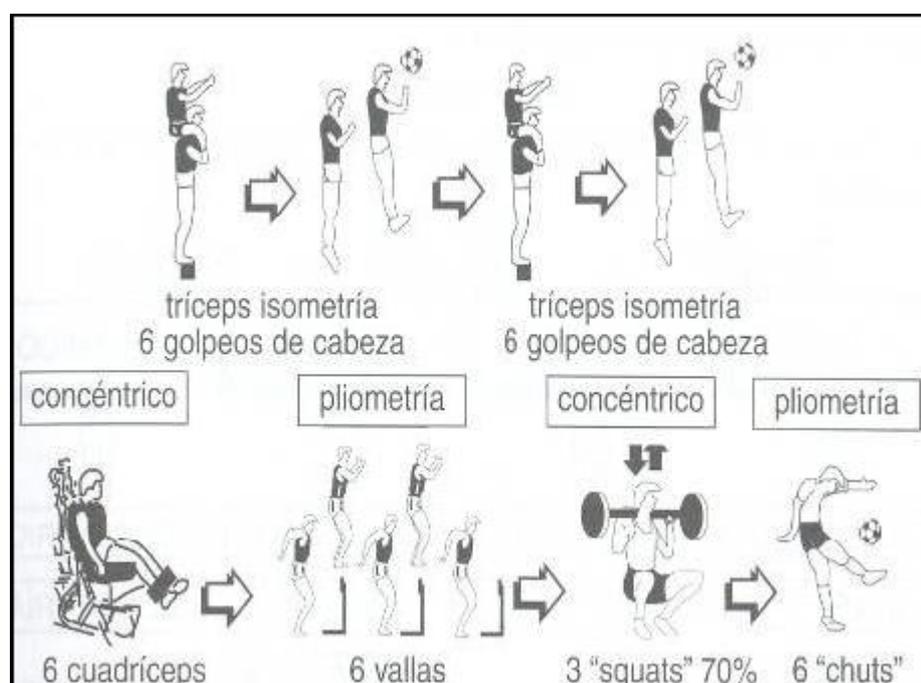
Consiste en hacer trabajar al músculo gracias a una estimulación eléctrica producida por un aparato especial, que produce una corriente muy particular. Para que sea eficaz el trabajo en electroestimulación, debe efectuarse con la intensidad del trabajo máximo soportado por el atleta. Es necesario integrar este método con los otros regimenes de contracción.

2.2.24.7. ALTERNANCIA DE LOS REGIMENES DE ACCIÓN

Lo ideal en los trabajo de preparación moderna, es el trabajo combinado de los diferentes métodos o regimenes de acción muscular.

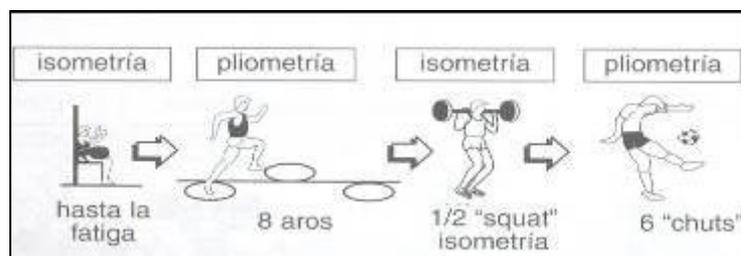
Combinación de 2 regimenes: Estos son los más utilizados, En fútbol, siempre deberá introducirse la pliometría o el trabajo concéntrico.

Figura 11: Combinación concéntrico-pliometría para piernas



Fuente: Ibíd., p. 95

Figura 12: Combinación isometría- pliometría en fútbol



Fuente: Ibíd., p. 95

Combinación de 3 regímenes: Esta combinación, permite estímulos diferentes, que deben seguir una lógica de elaboración

Figura 13: Utilización de 3 regímenes de acción muscular en fútbol



Fuente: Ibíd., p. 96

Combinación de 4 regímenes: Permiten un trabajo muscular completo, pero se debe tener cuidado con su aplicación.

Figura 14: Utilización de 4 regímenes de acción muscular en fútbol



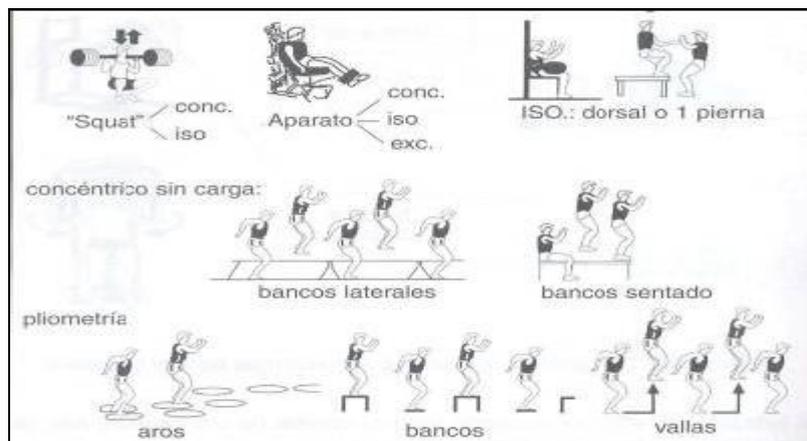
Fuente: Ibíd., p. 96

2.2.24.8. LA MUSCULACIÓN DE LAS PIERNAS

El futbolista es ante todo un sprinter; por ello se introducirán ejercicios para la articulación de la rodilla (squat), tobillo y la cadera. No obstante el trabajo de los glúteos e isquio-tibiales también debe realizarse para evitar imbalances musculares que pueden originar lesiones.

Ejercicios centrados en la articulación de la rodilla: La mayoría de los deportes explosivos requieren de estos ejercicios:

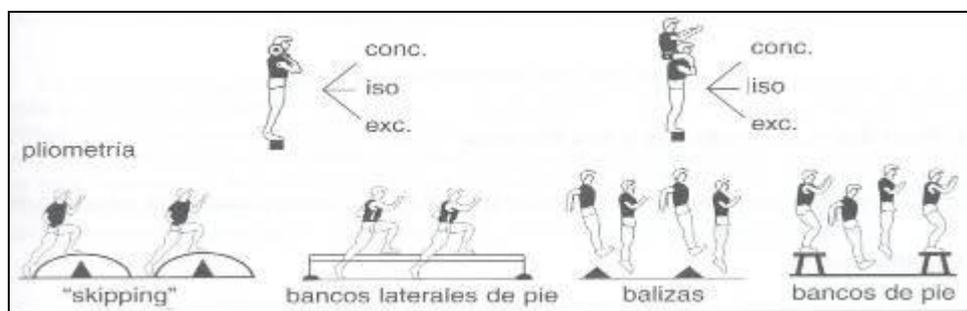
Figura 15: Ejercicios para la rodilla



Fuente: Ibíd., p. 102

Ejercicios centrados en la articulación del tobillo: Se ejecutan con alternancia de los pies o con pies juntos:

Figura 16: Ejercicios para la articulación del tobillo



Fuente: *Ibíd.*, p. 103

Ejercicios centrados en la articulación de la cadera: Se trata de un trabajo destinado a mejorar la fuerza de chut.

Figura 17: Ejercicios de balanceo

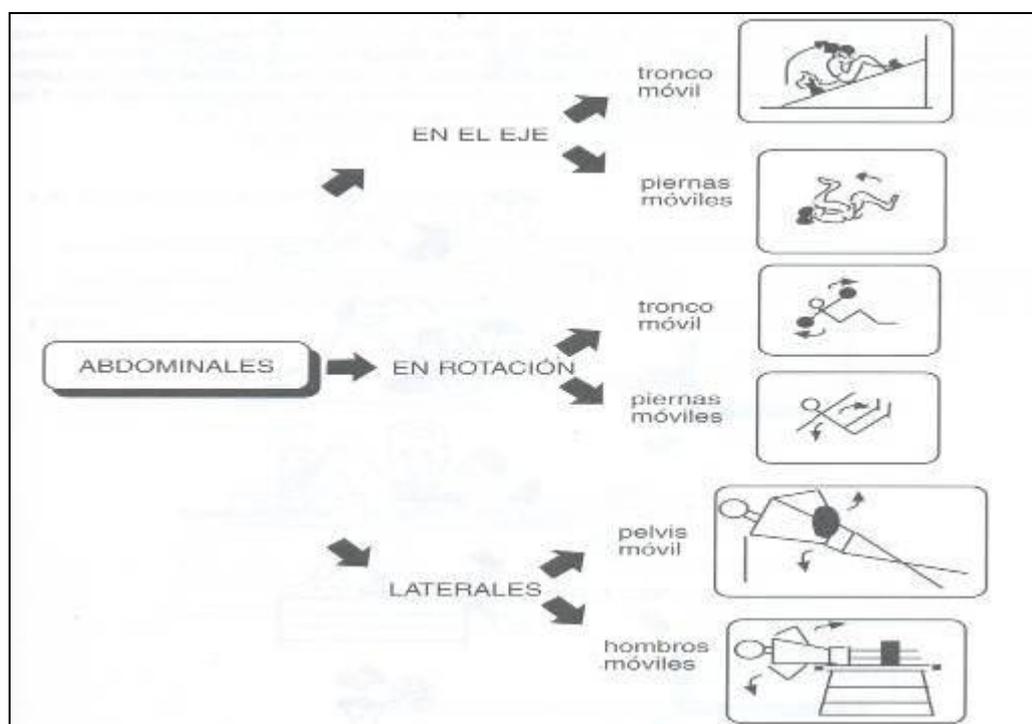


Fuente: *Ibíd.*, p. 104

Ejercicios abdominales y lumbares:

Estos ejercicios son básicos en la musculatura de sostén de los futbolistas, necesitan trabajarse por igual para evitar problemas de cadera.

Figura 18: Ejercicios de balanceo



Fuente: Ibíd., p. 107

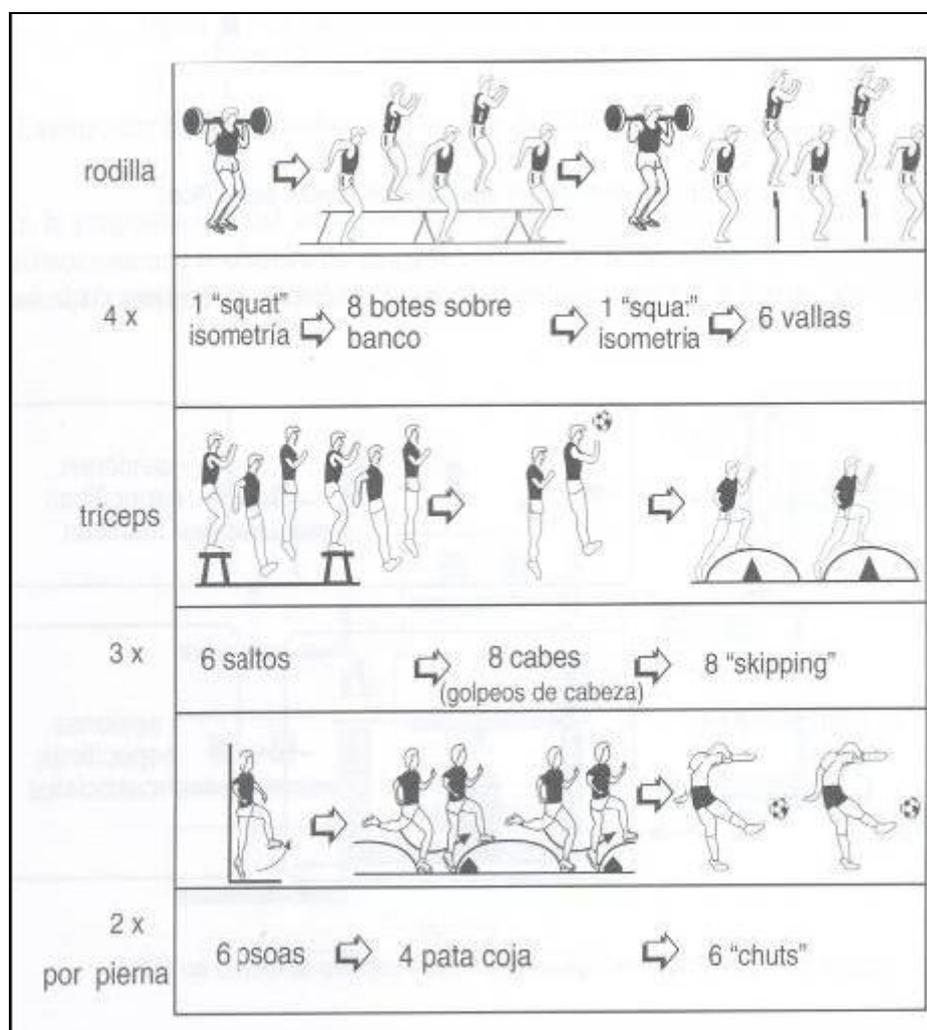
2.2.25. SESIONES DE FUERZA ESPECÍFICA

En este punto se trata de responder a la preocupación concreta de desarrollar la fuerza útil para el jugador de fútbol, teniendo en cuenta las acciones que requieren fuerza (explosiva) y la duración de los esfuerzos. Entonces se requieren 2 tipos de sesiones:

Sesiones específicas técnicas:

Estas sesiones poseen elementos técnicos del fútbol; su objetivo es el de asegurar la transferencia de la fuerza adquirida en los gestos principales del futbolista que exijan explosividad (sprints, chuts y golpes de cabeza).

Figura 19: Sesión de fuerza específica técnica

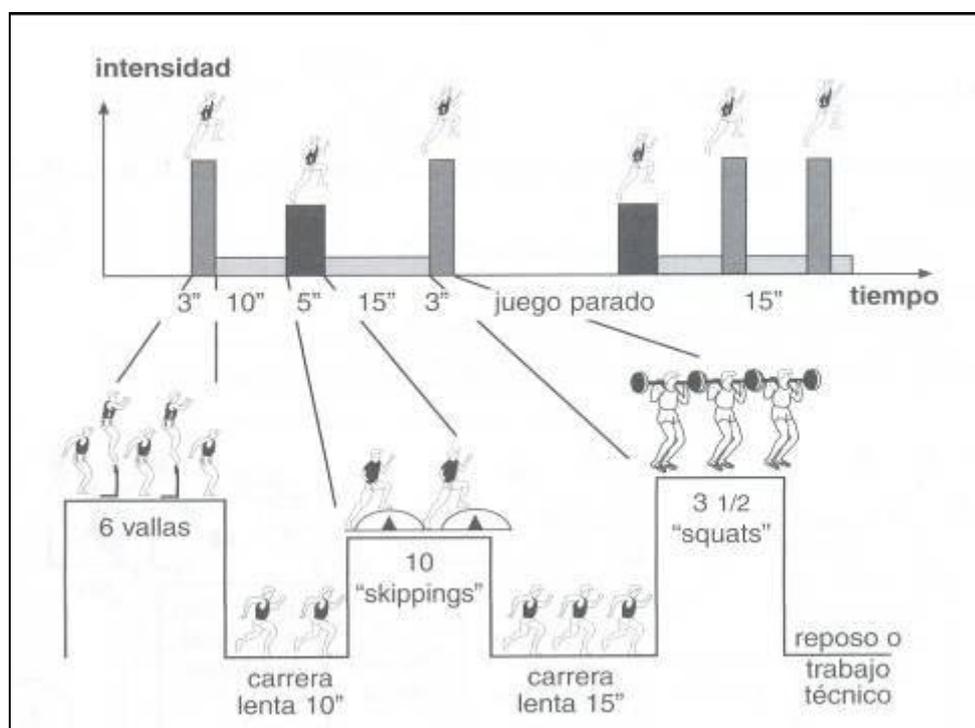


Fuente: Ibíd., p. 134

Sesiones específicas secuenciales:

En estas se trata de tener en cuenta la duración de los esfuerzos: El futbolista es un jugador explosivo, pero que tiene que repetir varias veces secuencias de esfuerzos.

Figura 20: Modelo de sesión de fuerza específica secuencial



Fuente: Ibíd., p. 145

2.2.26. FORMAS DE EJECUCIÓN Y DE ORGANIZACIÓN DEL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA

Los métodos de trabajo antes mencionados se practican bajo diferentes formas de ejecución y organización. En la práctica deportiva, las formas más habituales son las siguientes:

Entrenamiento de estaciones:

Existen tres formas de esta organización de entrenamiento: Con nivel de carga y número de repeticiones constantes, con nivel de carga variable y número de repeticiones constante y con nivel de carga constante y número de repeticiones variable.

Entrenamiento piramidal: Esta forma de entrenamiento debe su nombre al aumento y disminución del nivel de carga. La pirámide se divide en tres partes; en su vértice predomina el desarrollo de la fuerza máxima (coordinación intramuscular- 1 o 5 repeticiones con intensidad elevada 85- 100 %-); en la parte media predomina el desarrollo de masa muscular (entrenamiento de musculación-10 o 12 repeticiones con intensidad media 60-80 %-); y en la parte baja o la base predominan el desarrollo de la resistencia de la fuerza (15 o más repeticiones con intensidad baja 20-40 %).

Ejercicios con número máximo de repeticiones: Con un nivel de carga bajo (50 %) el trabajo se enfoca hacia los cambios de metabolismo muscular (resistencia de la fuerza) y con una carga mayor 75-85 % se favorece la resíntesis de proteínas musculares contráctiles, y con ello el aumento de la sección transversal del músculo (body building).

Entrenamiento en circuito: Es una forma de organización aplicable con muchos enfoques y variantes; dependiendo de los objetivos, la edad y la capacidad de rendimiento, se recorren entre seis y doce estaciones. En ellas se entrenan, en orden variable, los grupos musculares más importantes en cada momento, en función del tipo de fuerza que interesa trabajar. El tiempo de trabajo suele situarse entre 15 y 40 segundos (en circuitos de resistencia incluso bastante más). La pausa entre las diferentes estaciones depende del tiempo de trabajo; con grupos de rendimiento la relación se sitúa en 1:1 y con grupos más débiles en 1:298.

TERCERA PARTE

3.1 HIPÓTESIS

3.1.1 HIPÓTESIS DE TRABAJO:

Hi: La fuerza absoluta y relativa incide en la capacidad y potencia aláctica de los jugadores del club ESPOLI

3.1.2 HIPÓTESIS OPERACIONALES:

Hi1: A mayor Fuerza absoluta mayor incidencia en la capacidad y potencia aláctica.

Hi2: A mayor Fuerza relativa mayor rendimiento físico en la capacidad y potencia aláctica.

3.1.3 HIPÓTESIS NULA:

Ho: La fuerza absoluta y relativa no incide en la capacidad y potencia aláctica de los jugadores del club ESPOLI

CUARTA PARTE

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es un estudio descriptivo con técnica de observación científica, con la finalidad de demostrar la incidencia de la fuerza absoluta y relativa en sistema anaeróbico aláctica, sobre la base de resultados obtenidos en los tests del programa, para lo cual será necesario diseñar instrumentos de observación.

Tomando en cuenta los requisitos esenciales de la aplicación del estudio encontramos que la recolección de datos empíricos es un paso de suma importancia en el proceso de investigación, lo mas indispensable es determinar y analizar las condiciones con la que se cuenta al inicio del proyecto, razón por la cual se determina que la aplicación de test son los elementos de recolección de datos más apropiados para determinar las condiciones bajo los cuales se inicia el proyecto.

4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población que participará en el presente estudio científico estará constituida por los jugadores profesionales del club ESPOLI

El universo de estudio para esta investigación lo conformarán 28 deportistas.

JUGADORES		
1	Adrián Bonne	Arquero
2	Ángel Arboleda	central
3	Carlos Preciado	central
4	Carlos Quillupangui	volante
5	Deison Méndez	central
6	Darwin Caicedo	delantero
7	Edison Gallardo	volante
8	Estuardo Quiñónez	delantero
9	Flavio Renato	delantero
10	David Batista	delantero
11	Gustavo Ceñete	central
12	Héctor Carabalí	Arquero
13	Jacinto Espinoza	Arquero
14	Jhonatan Cobo	lateral izq.
15	Jhonatan Quiñónez	delantero
16	Yonni Corozo	central
17	José Vizcaíno	volante
18	Jorge Santafé	volante
19	Julio Ayovi	lateral izq.
20	Kener Arce	volante
21	Marcus Riveiro	volante
22	Mauricio Cabezas	volante
23	Mauro Mogro	volante
24	Miguel Ibarra	Lateral der.
25	Paolo Velastegui	volante
26	Raúl Vargas	volante
27	Santiago Morales	volante
28	José Caicedo	central

4.3 INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

4.3.1 TEST DE PESO Y TALLA E ÍNDICE DE MASA CORPORAL.

Peso Corporal: el peso corporal de los sujetos fue determinado mediante una balanza mecánica, modelo "Romatech", año 1999, la cual presentaba una sensibilidad de ± 100 gramos y fue calibrada previamente. Para la medición los sujetos debían usar vestimenta ligera y estar descalzos. Se realizó una medición por cada sujeto, expresando el resultado en kg. Las mediciones fueron llevadas a cabo por el mismo investigador en toda ocasión. Las mediciones se realizaron entre las 09:00 y 10:00 hrs.

Talla: la talla de los sujetos fue determinada mediante un tallímetro, modelo "Romatech", año 1999, la cual presentaba una sensibilidad de $\pm 0,5$ cm. Para la medición, los sujetos debían estar descalzos. Se realizó una medición por cada sujeto, expresando el resultado en cm. Las mediciones fueron llevadas a cabo por el mismo investigador en toda ocasión. Las mediciones se realizaron entre las 09:00 y 10:00 hrs.

Índice de Masa Corporal (IMC): el IMC de los sujetos fue determinado mediante la ecuación peso corporal (kg) / talla (m)², en base a lo resultados obtenidos durante la aplicación de los protocolos de medición de peso corporal y talla descritos anteriormente. Los resultados se expresaron en kg/m². El desarrollo de la ecuación fue llevada a cabo por el mismo investigador en toda ocasión. Las ecuaciones fueron desarrolladas mediante sistema de cálculo digital.

$$IMC = \text{Pesokg} / \text{Talla}^2$$

Clasificación	IMC (kg/m ²)	
	Valores principales	Valores adicionales
Infrapeso	<18,50	<18,50
Delgadez severa	<16,00	<16,00
Delgadez moderada	16,00 - 16,99	16,00 - 16,99
Delgadez aceptable	17,00 - 18,49	17,00 - 18,49
Normal	18,50 - 24,99	18,50 - 22,99
		23,00 - 24,99
Sobrepeso	≥25,00	≥25,00
Preobeso	25,00 - 29,99	25,00 - 27,49
		27,50 - 29,99
Obeso	≥30,00	≥30,00
Obeso tipo I	30,00 - 34,99	30,00 - 32,49
		32,50 - 34,99
Obeso tipo II	35,00 - 39,99	35,00 - 37,49
		37,50 - 39,99
Obeso tipo III	≥40,00	≥40,00



4.3.2. TEST DE SALTO VERTICAL (SV)

Designaciones: Test de Sargent, Jump and reach, "Detén".

Objetivo: Fuerza Explosiva – Potencia Anaeróbica aláctica.

Unidad de Medida: Centímetros (cm).

Material:

Saltímetro Fijo: un tablero de 200 cm de alto y 60 cm de ancho sembrado en la pared, a una altura de 170 cm del suelo.

El tablero está dividido por líneas horizontales separadas cada 5 cm. La altura exacta sobre el piso está grabada en la tabla cada 10 cm para facilitar la lectura de los resultados.

Cal viva o marmolina, Bayeletina.

Descripción de la Prueba:

El participante unta los dedos de la mano con cal. Parado de lado (izquierdo o derecho) al saltímetro con los brazos extendidos

sobre la cabeza. Con los pies juntos y los talones despegados del piso. Con el cuerpo, brazo y dedos completamente estirados, haga una marca sobre el tablero. Luego de pie, de lado, derecho o izquierdo, cerca del ratímetro.

Dobla las rodillas, balancea los brazos y salta lo más posible. En el punto más elevado marca en el tablero con los dedos de la mano derecha o izquierda.

Dirección del evaluador:

Al tomar la altura:

El evaluador está detrás de participante y le asiste a situarse en la posición correcta.

Control de postura: los talones están despegados del piso y el cuerpo está completamente extendido.

La altura alcanzada es registrada en centímetros y medido solo una vez, para el ratímetro fijo.

El punto marcado entre las líneas es aproximado (al criterio del evaluador) al centímetro más cercano cuando se utiliza saltímetro fijo.

En la altura del salto:

Dependiendo si el evaluado es diestro o zurdo, se colocará de su lado dominante a la cara del saltímetro.

Se enfatiza que la posición del participante debe ser con las rodillas dobladas, balanceando los brazos, el cuerpo completamente extendido y marcando en el saltímetro el punto más elevado.

No se permite que el participante de paso antes del salto.

Durante el salto el evaluador se aleja lo suficiente del participante y controla exactamente donde es tocado el tablero.

Cada participante puede ejecutar tres intentos y el mejor esfuerzo se apunta en centímetros, dejándolo como registro.

La marca entre líneas es también estimada al centímetro más cercano a simple vista.

La cal adherida al tablero debe ser regularmente borrada.



4.3.3. SALTO HORIZONTAL SIN CARRERA DE IMPULSO.

Designación: salto largo a pie junto.

Objetivo: fuerza Explosiva – Potencia Anaeróbica aláctica.

Materiales:

En el campo de juego se traza una línea para que el ejecutante se coloque detrás de esta, se debe medir el salto con una cinta métrica.

Descripción de la prueba:

De pie, tras la línea de salida con los pies juntos. Las rodillas dobladas y los brazos balanceados atrás. El participante despegue vigorosamente y salta lo más lejos posible, simultáneamente balancea sus brazos hacia adelante. Cae pie junto y evita dejarse ir hacia atrás. La prueba es ejecutada dos veces

y se registra la mejor marca medida desde la línea de salto al final de la primera huella.

Observaciones: invalidar la prueba cuando el salto es precedido de marcha, carrera o salto previo.



4.3.4. Test 20 – 40 metros lanzados.

Designación: carrera de velocidad aláctica.

Objetivo: Potencia Anaeróbica aláctica.

Materiales:

Cuatro conos ubicados a lo largo del campo de juego a una distancia de 20 metros, 40 metros. Se debe cronometrar.

Descripción de la prueba:

De pie, tras del primer cono a la señal el ejecutante se desplaza lo mas rápidamente por todo el trayecto.

Observaciones: invalidar la prueba cuando se ha desviado de la trayectoria o no ha realizado correctamente.



4.3.5. TEST DE RESISTENCIA A VELOCIDAD ALÁCTICA.

Objetivo: medir la resistencia al sprint.

Material: dos conos, cronómetro.

Descripción:

- Se colocan dos conos a 10 metros de distancia (10 pasos)
- El jugador recorre la distancia a máxima velocidad tres veces hasta completar los 30 metros.
- Entre cada pique descansa 30 segundos.
- Se miden 10 piques.
- Se saca el promedio de los cinco primeros piques y el promedio de los últimos cinco.
- El nivel de los jugadores se evalúa por la diferencia entre los promedios.
- Resultados de dicha diferencia:

0% de diferencia: **Nivel Excelente**

1% de diferencia: **Nivel Muy Bueno**

2% de diferencia: **Nivel Regular**

+2% de diferencia: **Nivel Malo**

Aspectos a tener en cuenta:

- El test se debe hacer con los jugadores descansados

- Con este test sacamos los jugadores más veloces y los más resistentes al sprint, es decir, a aquellos jugadores que pueden hacer más piques en un partido sin cansarse y por lo tanto no bajan su velocidad.
- En los cambios de dirección conviene ir alternando las piernas para no someter a una sola a todo el trabajo de frenado.
- El test está ideado para hacerlo en pasto pero los tiempos se incrementarán en un 5% si se hace en arena y disminuirán un 5% si se hacen en cemento.

En el caso de hacerlo en el campo de juego hacerlo con botines para tener buen agarre en los cambios de dirección.



4.3.6. TEST FUERZA MÁXIMA (1 RM).

Objetivo: medir la fuerza máxima en una media sentadilla.

Material: juego completo de pesas.

Descripción:

- Debe ubicarse correctamente en el lugar y posición de acuerdo al ejercicio que se va a evaluar.
- Deberá un solo intento, en caso de lograr más de un intento se calculara la fuerza máxima con la siguiente tabla. es decir dividir el valor levantado para las constantes que corresponda al valor de los intentos.

Tabla de Índice de Brzycki	
2	0,9722
3	0,9444
4	0,9166
5	0,8888
6	0,8160
7	0,8332
8	0,8054
9	0,7776
10	0,7498
11	0,7220
12	0,6942
13	0,6664
14	0,6386
15	0,6108

4.4 RECOLECCIÓN DE DATOS

4.4.1. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

El procesamiento y análisis de datos en la parte teórica se hará a través del procesador de palabras Word y los datos numéricos serán interpretados en el paquete de análisis ECXEL, en el cual se utilizarán gráficos y tablas acompañadas de la descripción respectiva para el análisis de la información.

En toda investigación se necesita tener presente diferentes principios y medios estadísticos establecidos para realizar el análisis e interpretación de datos obtenidos durante el proceso, entre los cuales tenemos:

Media Aritmética

Es un estadígrafo descriptivo de tendencia central en el cual las series numéricas resultantes de la recolección de datos, hay valores que están en el centro de la distribución, los mismos que nos permiten representar a toda la serie con un solo puntaje, llamado promedio.

Medidas de tendencia central

Con la utilización de medidas de tendencia central como son: Mediana, Moda, Rango, y correlación, podemos determinar cuanto se alejan los datos de la media aritmética y verificar la fiabilidad de esta.

RESULTADO R. DE PEARSON	INTERPRETACIÓN
-0.90	Correlación negativa muy fuerte.
-0.75	Correlación negativa considerable
-0.50	Correlación negativa media
-0.10	Correlación negativa débil
0.00	No existe correlación alguna
+0.10	Correlación positiva débil
+0.50	Correlación positiva mediana
+0.75	Correlación positiva considerable
+0.90	Correlación positiva muy fuerte
+1.00	Correlación positiva perfecta

QUINTA PARTE

5.1. PRESENTACIÓN GRÁFICO-ESTADÍSTICA DE RESULTADOS

5.1.1. TEST DE PESO Y TALLA E ÍNDICE DE MASA CORPORAL.

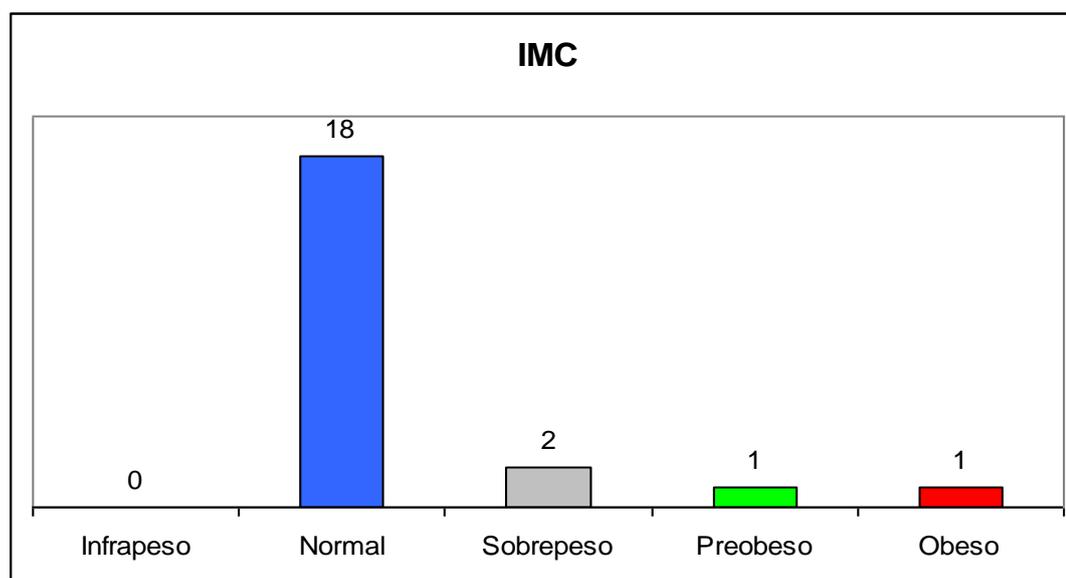
CLUB DEPORTIVO ESPOLI

PESO - TALLA - IMC

			PESO KG	TALLA m	IMC	CALIFICACIÓN
1	Adrián Bonne	Arquero	80	1,86	23,12	Normal
2	Ángel Arboleda	central	67	1,81	20,45	Normal
3	Carlos Preciado	central	81	1,82	24,45	Normal
4	Carlos Quillupangui	volante	68	1,68	24,09	Normal
5	Deison Méndez	central				
6	Darwin Caicedo	delantero				
7	Edison Gallardo	volante				
8	Estuardo Quiñónez	delantero	75	1,74	24,77	Normal
9	Flavio Renato	delantero	76	1,74	25,10	sobrepeso
10	David Batista	delantero	80	1,79	24,97	Normal
11	Gustavo Ceñete	central	84	1,8	25,93	sobrepeso
12	Héctor Carabalí	Arquero				
13	Jacinto Espinoza	Arquero	97	1,79	30,27	Obeso
14	Jhonatan Cobo	lateral izq.	74	1,8	22,84	Normal
15	Jhonatan Quiñónez	delantero				
16	Yonni Corozo	central	70	1,79	21,85	Normal
17	José Vizcaíno	volante	70	1,78	22,09	Normal
18	Jorge Santafé	volante	74	1,79	23,10	Normal
19	Julio Ayovi	lateral izq.				
20	Kener Arce	volante	73	1,8	22,53	Normal
21	Marcus Riveiro	volante	70	1,72	23,66	Normal
22	Mauricio Cabezas	volante	79	1,79	24,66	Normal
23	Mauro Mogro	volante	72	1,79	22,47	Normal
24	Miguel Ibarra	Lateral der.				
25	Paolo Velastegui	volante	80	1,77	25,54	Preobeso
26	Raúl Vargas	volante	65	1,77	20,75	Normal
27	Santiago Morales	volante				
28	José Caicedo	central	76	1,87	21,73	Normal
29	Marvin Cortéz	delantero	64	1,66	23,23	Normal
		PROMEDIO	75,00	1,78	23,7	Normal
		MÁXIMO	97,00	1,87	30,27	Obeso
		MÍNIMO	64,00	1,66	20,45	Normal
		RANGO	33,00	0,21	9,82	

TABLA DE FRECUENCIAS	
Infrapeso	0 jugadores
Normal	18 jugadores
Sobrepeso	2 jugadores
Preobeso	1 jugador
Obeso	1 jugador

GRAFICO:



ANÁLISIS:

Luego de aplicar el test de Peso – Talla – IMC obtenemos que el equipo presenta un promedio de 18 jugadores con ICM normal, 2 jugadores con sobrepeso, 1 jugador preobeso y 1 jugador obeso, 0 jugadores con infrapeso. El máximo con un ICM de 30.27 es decir un peso obeso, el mínimo con un ICM de 20.45 es decir un peso normal

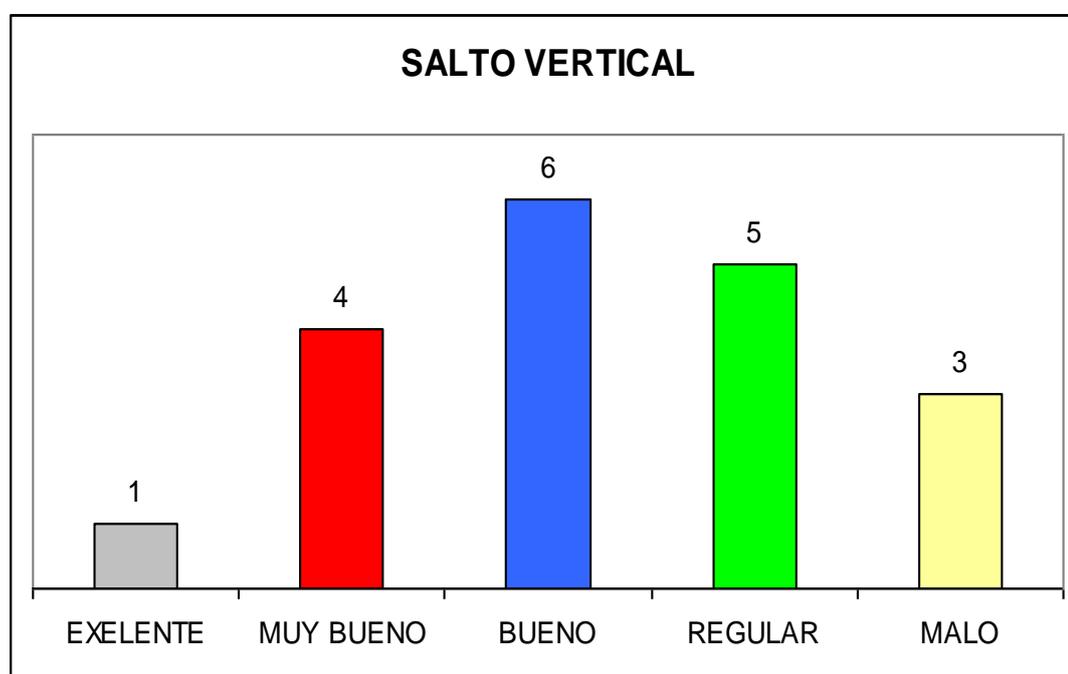
5.1.2. TEST DE SALTO VERTICAL (SV)

CLUB DEPORTIVO ESPOLI SALTO VERTICAL (centímetros)

			ESTATURA	SALTO	PROMEDIO	CALIFICACIÓN
1	Adrián Bonne	Arquero	242	298	56	MUYBUENO
2	Ángel Arboleda	central	237	293	56	MUYBUENO
3	Carlos Preciado	central	243	291	48	REGULAR
4	Carlos Quillupangui	volante	212	265	53	BUENO
5	Deison Méndez	central				
6	Darwin Caicedo	delantero				
7	Edison Gallardo	volante				
8	Estuardo Quiñónez	delantero	228	279	51	BUENO
9	Flavio Renato	delantero	228	275	47	REGULAR
10	David Batista	delantero	232	290	58	MUYBUENO
11	Gustavo Ceñete	central	233	280	47	REGULAR
12	Héctor Carabalí	Arquero				
13	Jacinto Espinoza	Arquero	232	284	52	BUENO
14	Jhonatan Cobo	lateral izq.	234	279	45	REGULAR
15	Jhonatan Quiñónez	delantero				
16	Yonni Corozo	central	236	293	57	MUYBUENO
17	José Vizcaíno	volante				
18	Jorge Santafé	volante	237	280	43	MALO
19	Julio Ayovi	lateral izq.				
20	Kener Arce	volante	233	287	54	BUENO
21	Marcus Riveiro	volante	222	264	42	MALO
22	Mauricio Cabezas	volante	237	279	42	MALO
23	Mauro Mogro	volante	228	274	46	REGULAR
24	Miguel Ibarra	Lateral der.				
25	Paolo Velastegui	volante				
26	Raúl Vargas	volante	225	277	52	BUENO
27	Santiago Morales	volante				
28	José Caicedo	central	248	298	50	BUENO
29	Marvin Cortéz	delantero	218	278	60	EXCELENTE
		PROMEDIO	231,84	282,32	50,47	BUENO
		MAXIMO	248,00	298,00	60,00	
		MINIMO	212,00	264,00	42,00	
		RANGO	36,00	34,00	18,00	

TABLA DE BAREMOS		TABLA DE FRECUENCIA	
BAREMO	4,5 cm	EXCELENTE	1
EXCELENTE	60 cm	MUY BUENO	4
MUY BUENO	56 cm	BUENO	6
BUENO	51 cm	REGULAR	5
REGULAR	47 cm	MALO	3
MALO	42 cm		

GRAFICO:



ANÁLISIS:

Luego de aplicar el test de salto vertical obtenemos que el equipo presenta un promedio de 50.47 centímetros dando una calificación de bueno. En la tabla de frecuencias podemos ver que 1 jugador es excelente, 4 jugadores muy bueno, 6 jugadores muy buenos, 5 jugadores regular y 3 jugadores malos.

5.1.3. SALTO HORIZONTAL SIN CARRERA DE IMPULSO.

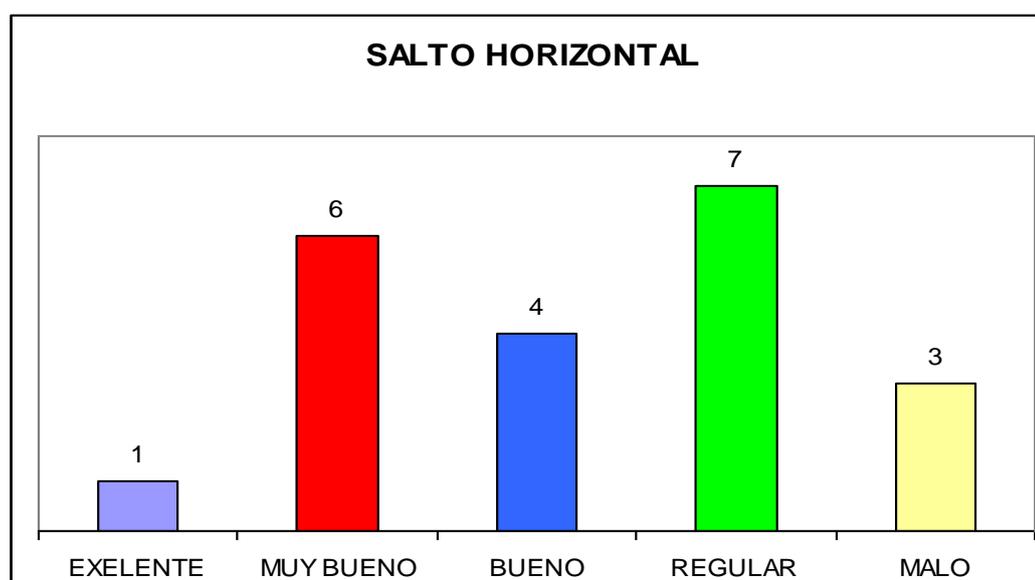
CLUB DEPORTIVO ESPOLI SALTO HORIZONTAL

			SALTO 1	SALTO 2	MEJOR	CALIFICACIÓN
1	Adrián Bonne	Arquero	282	283	283	MUYBUENO
2	Ángel Arboleda	central	263	263	263	BUENO
3	Carlos Preciado	central	268	264	268	BUENO
4	Carlos Quillupangui	volante	223	232	232	MALO
5	Deison Méndez	central				
6	Darwin Caicedo	delantero				
7	Edison Gallardo	volante				
8	Estuardo Quiñónez	delantero	264	267	267	MUYBUENO
9	Flavio Renato	delantero	254	234	254	REGULAR
10	David Batista	delantero	264	277	277	MUYBUENO
11	Gustavo Ceñete	central	262	258	262	BUENO
12	Héctor Carabalí	Arquero				
13	Jacinto Espinoza	Arquero	258	268	268	BUENO
14	Jhonatan Cobo	lateral izq.	248	248	248	REGULAR
15	Jhonatan Quiñónez	delantero				
16	Yonni Corozo	central	295	280	295	EXELENTE
17	José Vizcaíno	volante	250	257	257	REGULAR
18	Jorge Santafé	volante	259	234	259	REGULAR
19	Julio Ayovi	lateral izq.				
20	Kener Arce	volante	278	274	278	MUYBUENO
21	Marcus Riveiro	volante	223	231	231	MALO
22	Mauricio Cabezas	volante	250	246	250	REGULAR
23	Jorge Mogro	volante	228	237	237	MALO
24	Miguel Ibarra	Lateral der.				
25	Paolo Velastegui	volante	241	233	241	REGULAR

26	Raúl Vargas	volante	240	271	271	MUYBUENO
27	Santiago Morales	volante				
28	José Caicedo	central	278	276	278	MUYBUENO
29	Marvin Cortéz	delantero	258	248	258	REGULAR
PROMEDIO			256	256	261	BUENO
MAXIMO			295	283	295	
MINIMO			223	231	231	
RANGO			72	52	64	

TABLA DE BAREMOS		TABLA DE FRECUENCIA	
BAREMO	16 cm	EXCELENTE	1
EXCELENTE	295 cm	MUY BUENO	6
MUY BUENO	279 cm	BUENO	4
BUENO	263 cm	REGULAR	7
REGULAR	247 cm	MALO	3
MALO	231 cm		

GRAFICO:



ANÁLISIS:

Luego de aplicar el test de salto horizontal obtenemos que el equipo presenta un promedio de 261 centímetros dando una calificación de bueno. En la tabla de frecuencias podemos ver que 1 jugador es excelente, 6 jugadores muy bueno, 4 jugadores buenos, 7 jugadores regular y 3 jugadores malos.

5.1.4. TEST 20 – 40 METROS LANZADOS.

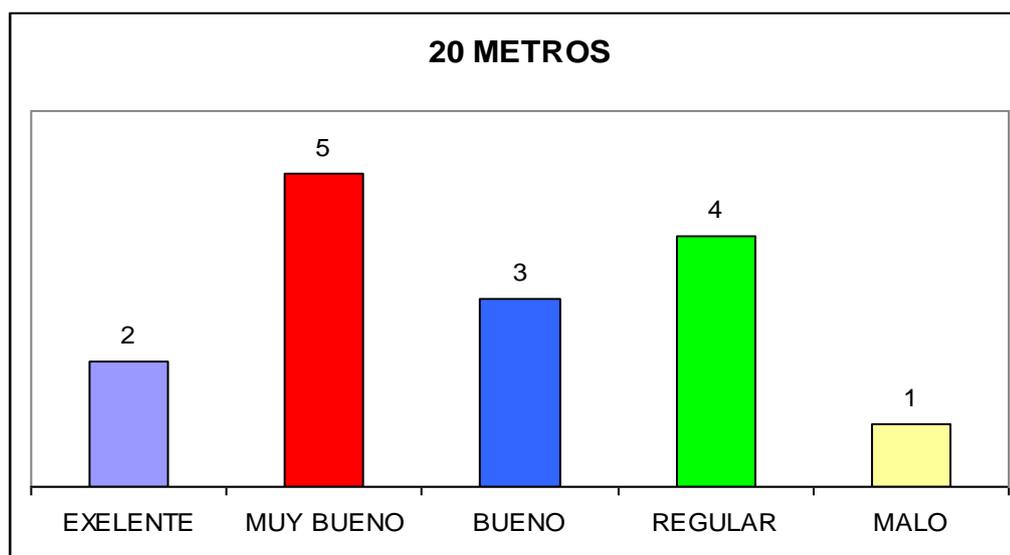
CLUB DEPORTIVO ESPOLI
20 - 40 METROS LANZADOS

			20 METROS	CALIFICACIÓN	40 METROS	CALIFICACION
1	Adrián Bonne	Arquero	3,00	MUY BUENO	5,03	EXELENTE
2	Ángel Arboleda	central	3,25	REGULAR	5,80	MALO
3	Carlos Preciado	central	2,77	EXCELENTE	5,03	EXELENTE
4	Carlos Quillupangui	volante	3,26	REGULAR	5,91	MALO
5	Deison Méndez	central				
6	Darwin Caicedo	delantero				
7	Edison Gallardo	volante				
8	Estuardo Quiñónez	delantero	3,00	MUY BUENO	5,14	EXELENTE
9	Flavio Renato	delantero			5,01	EXELENTE
10	David Batista	delantero	3,50	MALO	5,12	EXELENTE
11	Gustavo Ceñete	central	3,33	REGULAR	5,70	REGULAR
12	Héctor Carabalí	Arquero				
13	Jacinto Espinoza	Arquero	3,25	REGULAR	5,80	MALO
14	Jhonatan Cobo	lateral izq.	2,86	MUY BUENO	5,02	EXELENTE
15	Jhonatan Quiñónez	delantero				
16	Yonni Corozo	central	3,05	MUY BUENO	5,49	BUENO
17	José Vizcaíno	volante	3,37	REGULAR	5,38	BUENO
18	Jorge Santafé	volante			5,13	EXELENTE
19	Julio Ayovi	lateral izq.				
20	Kener Arce	volante	3,21	BUENO	5,12	EXELENTE
21	Marcus Riveiro	volante	2,81	EXCELENTE	5,15	EXELENTE
22	Mauricio Cabezas	volante	3,13	BUENO	5,37	MUYBUENO

23	Mauro Mogro	volante				
24	Miguel Ibarra	Lateral der.				
25	Paolo Velastegui	volante				
26	Raúl Vargas	volante	3,12	BUENO	5,03	EXELENTE
27	Santiago Morales	volante				
28	José Caicedo	central	3,03	MUY BUENO	5,12	EXELENTE
29	Marvin Cortéz		3,18	BUENO	5,11	EXELENTE
PROMEDIO			3,12	BUENO	5,29	MUYBUENO
MAXIMO			3,50		5,91	
MINIMO			2,77		5,01	
RANGO			0,73		0,90	

20 METROS:

TABLA DE BAREMOS		TABLA DE FRECUENCIA	
BAREMO	0,18	EXELENTE	2
EXELENTE	2,77	MUY BUENO	5
MUY BUENO	2,95	BUENO	3
BUENO	3,14	REGULAR	4
REGULAR	3,32	MALO	1
MALO	3,50		



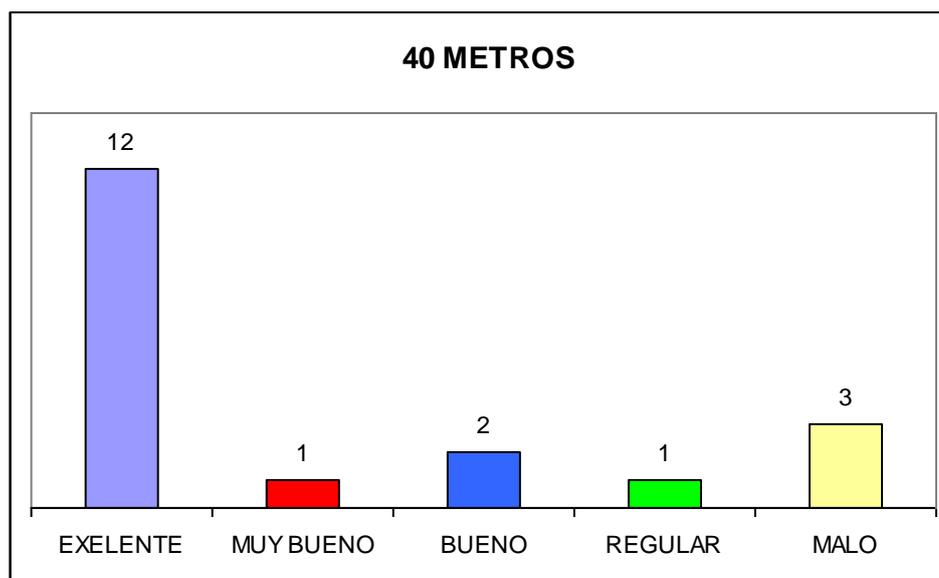
ANÁLISIS:

Luego de aplicar el test de 20 – 40 metros lanzados obtenemos que el equipo presenta un promedio en los 20 metros de 3.12 segundos dando una calificación de bueno. En la tabla de frecuencias podemos ver que 2 jugadores son excelente, 5 jugadores muy bueno, 3 jugadores buenos, 4 jugadores regular y 1 jugador malo.

40 METROS:

TABLA DE BAREMOS		TABLA DE FRECUENCIA	
BAREMO	0,22	EXCELENTE	12
EXCELENTE	5,01 seg	MUY BUENO	1
MUY BUENO	5,24 seg	BUENO	2
BUENO	5,46 seg	REGULAR	1
REGULAR	5,69 seg	MALO	3
MALO	5,91 seg		

GRAFICO:



ANÁLISIS:

Luego de aplicar el test de 20 – 40 metros lanzados obtenemos que el equipo presenta un promedio de 5.29 segundos dando una calificación de muy bueno. En la tabla de frecuencias podemos ver que 12 jugadores son excelente, 1 jugadores muy bueno, 2 jugadores buenos, 1 jugadores regular y 3 jugadores malos.

5.1.5. TEST DE RESISTENCIA A VELOCIDAD ALÁCTICA.

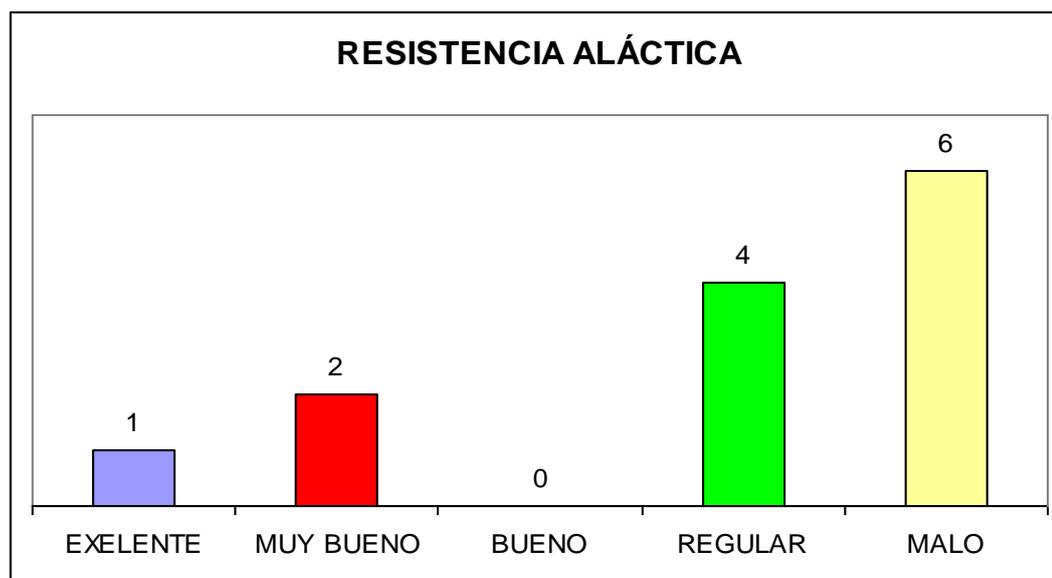
CLUB DEPORTIVO ESPOLI RESISTENCIA A LA VELOCIDAD ALÁCTICA

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	P 5	P5	diferencia	%	NIVEL
1	Adrián Bonne	Arquero	6,82	6,82	6,88	6,82	7,84										MALO
2	Ángel Arboleda	central	6,21	6,68	6,27	6,06	6,41	6,75	6,75								MALO
3	Carlos Preciado	central															
4	Carlos Quillupangui	volante	6,45	6,83	6,37	6,27	6,74	6,57	6,5	6,6	6,35	7,00	6,53	6,60	0,07	1,10	REGULAR
5	Deison Méndez	central															
6	Darwin Caicedo	delantero															
7	Edison Gallardo	volante															
8	Estuardo Quiñónez	delantero	7,22	7,57	6,54	6,53	6,15										MALO
9	Flavio Renato	delantero															
10	David Batista	delantero															
11	Gustavo Ceñete	central															
12	Héctor Carabalí	Arquero															
13	Jacinto Espinoza	Arquero															
14	Jhonatan Cobo	lateral izq.	6,33	6,4	6,7	7,2	6,7	6,8	6,9	6,5	6,6	6,36	6,67	6,63	-0,03	0,51	EXELENTE
15	Jhonatan Quiñónez	delantero															
16	Yonni Corozo	central															
17	José Vizcaíno	volante															
18	Jorge Santafé	volante	6,88	7,3	7,29	6,88	6,88	6,89	7,02								MALO
19	Julio Ayovi	lateral izq.															
20	Kener Arce	volante	6,48	6,82	6,41	6,95	6,61	6,67	6,55	6,75	6,75	6,95	6,65	6,73	0,08	1,20	REGULAR

21	Marcus Riveiro	volante	6,62	7,15	6,54	6,82	6,82	6,88									MALO
22	Mauricio Cabezas	volante	6,41	6,47	6,4	6,4	6,44	6,66	6,19	6,44	6,53	6,72	6,42	6,51	0,08	1,31	REGULAR
23	Mauro Mogro	volante	6,9	6,6	6,4	6,9	6,44	6,8	6,52	6,7	6,9	6,4	6,65	6,66	0,02	0,24	MUYBUENO
24	Miguel Ibarra	Lateral der.															
25	Paolo Velastegui	volante															
26	Raúl Vargas	volante	6,72	6,41	6,88	7,1	7	6,97	6,91	6,91	6,91	7,06	6,82	6,95	0,13	1,91	REGULAR
27	Santiago Morales	volante															
28	José Caicedo	central	6,62	7,15	6,88	7,22	6,88	7,29									MALO
29	Marvin Cortéz	delantero	6,03	6,08	6,08	6,07	6,08	6,07	6,07	6,09	6,09	6,09	6,07	6,08	0,01	0,23	MUYBUENO
		PROMEDIO	6,59	6,79	6,59	6,71	6,69	6,76	6,60	6,57	6,59	6,65	6,54	6,60	0,05	0,78	MUY BUENO
		MAXIMO	7,22	7,57	7,29	7,22	7,84	7,29	7,02	6,91	6,91	7,06	6,82	6,95	0,13	1,91	
		MINIMO	6,03	6,08	6,08	6,06	6,08	6,07	6,07	6,09	6,09	6,09	6,07	6,08	-0,03	0,51	
		RANGO	1,19	1,49	1,21	1,16	1,76	1,22	0,95	0,82	0,82	0,97	0,75	0,87	0,16	2,42	

TABLA DE FRECUENCIA	
EXCELENTE	1
MUY BUENO	2
BUENO	0
REGULAR	4
MALO	6

GRAFICO:



ANÁLISIS:

Luego de aplicar el test de resistencia a la velocidad aláctica obtenemos que el equipo presenta un promedio de 0.78 dando una calificación de muy bueno. En la tabla de frecuencias podemos ver que 1 jugadores son excelente, 2 jugadores muy bueno, 0 jugadores buenos, 4 jugadores regular y 6 jugadores malos.

5.1.6. TEST FUERZA MÁXIMA (1 RM).

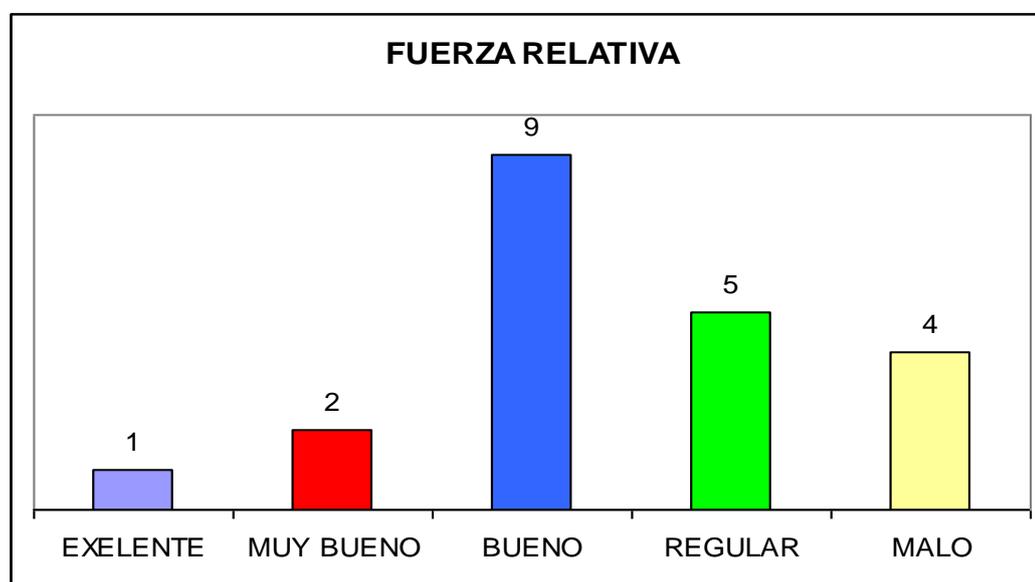
CLUB DEPORTIVO ESPOLI

FUERZA RELATIVA

			SENTADILLA 90 GRADOS	PESO	FUERZA RELATIVA	CALIFICACIÓN
1	Adrián Bonne	Arquero	115	80	1,44	BUENO
2	Ángel Arboleda	central	90	67	1,34	BUENO
3	Carlos Preciado	central	85	81	1,05	MALO
4	Carlos Quillupangui	volante	100	68	1,47	BUENO
5	Deison Méndez	central				
6	Darwin Caicedo	delantero				
7	Edison Gallardo	volante				
8	Estuardo Quiñónez	delantero	98	75	1,31	REGULAR
9	Flavio Renato	delantero	100	76	1,32	REGULAR
10	David Batista	delantero	95	80	1,19	MALO
11	Gustavo Ceñete	central	110	84	1,31	REGULAR
12	Héctor Carabalí	Arquero				
13	Jacinto Espinoza	Arquero	100	95	1,05	MALO
14	Jhonatan Cobo	lateral izq.	115	74	1,55	MUYBUENO
15	Jhonatan Quiñónez	delantero				
16	Yonni Corozo	central	90	70	1,29	BUENO
17	José Vizcaíno	volante	90	70	1,29	BUENO
18	Jorge Santafé	volante	95	74	1,28	BUENO
19	Julio Ayovi	lateral izq.				
20	Kener Arce	volante	115	73	1,58	MUYBUENO
21	Marcus Riveiro	volante	100	70	1,43	BUENO
22	Mauricio Cabezas	volante	115	79	1,46	BUENO
23	Mauro Mogro	volante	98	72	1,36	REGULAR
24	Miguel Ibarra	Lateral der.				
25	Paolo Velastegui	volante	85	78	1,09	MALO
26	Raúl Vargas	volante	95	65	1,46	BUENO
27	Santiago Morales	volante				
28	José Caicedo	central	100	76	1,32	REGULAR
29	Marvin Cortéz	delantero	115	64	1,80	EXELENTE
	PROMEDIO		100,29	74,81	1,35	REGULAR
	MÁXIMO		115,00	95,00	1,80	
	MÍNIMO		85,00	64,00	1,05	
	RANGO		30,00	31,00	0,75	

BAREMO	0,25	TABLA DE FRECUENCIA	
EXCELENTE	2,00	EXCELENTE	1
MUY BUENO	1,75	MUY BUENO	2
BUENO	1,50	BUENO	9
REGULAR	1,25	REGULAR	5
MALO	1,00	MALO	4

GRAFICO:



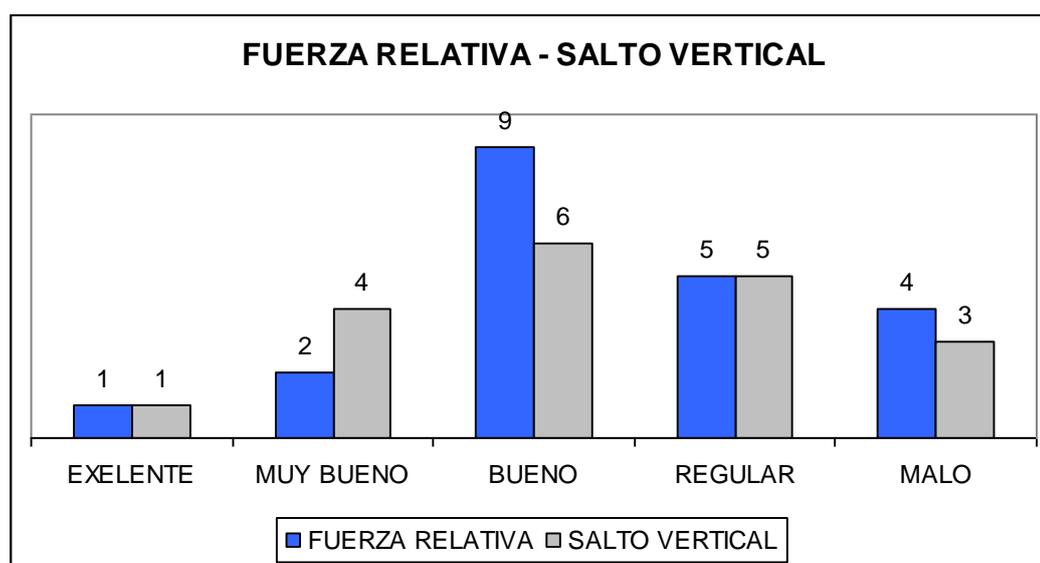
ANÁLISIS:

Luego de aplicar el test de 1 RM obtenemos que el equipo presenta un promedio de 100.29 kg, un máximo de 115 kg, un mínimo de 85 kg, un rango 30 kg. Al realizar el calculo de la fuerza relativa obtenemos que el obtiene un promedio de 1.35 dando una calificación de regular. En la tabla de frecuencias podemos ver que 1 jugadores son excelente, 2 jugadores muy bueno, 9 jugadores buenos, 5 jugadores regular y 4 jugadores malos.

5.2. ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DE LA FUERZA RELATIVA CON LA CAPACIDAD Y POTENCIA ALÁCTICA.

5.2.1. INCIDENCIA DE LA FUERZA RELATIVA EN EL TEST DE SALTO VERTICAL.

TABLA DE FRECUENCIA		
	FUERZA RELATIVA	SALTO VERTICAL
EXELENTE	1	1
MUY BUENO	2	4
BUENO	9	6
REGULAR	5	5
MALO	4	3
CORRELACIÓN		0,15

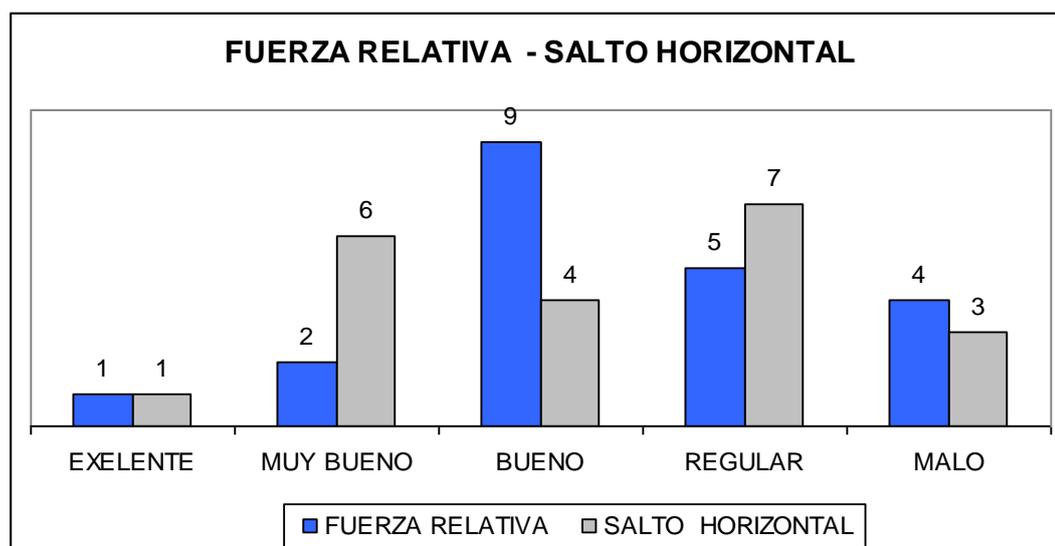


ANÁLISIS:

Como podemos analizar la correlación entre la fuerza relativa con el salto vertical es de $r = 0.15$ lo que no da una correlación positiva débil.

5.2.2. INCIDENCIA DE LA FUERZA RELATIVA EN TEST DE SALTO HORIZONTAL.

TABLA DE FRECUENCIA		
	FUERZA RELATIVA	SALTO HORIZONTAL
EXELENTE	1	1
MUY BUENO	2	6
BUENO	9	4
REGULAR	5	7
MALO	4	3
CORRELACIÓN		-0,14



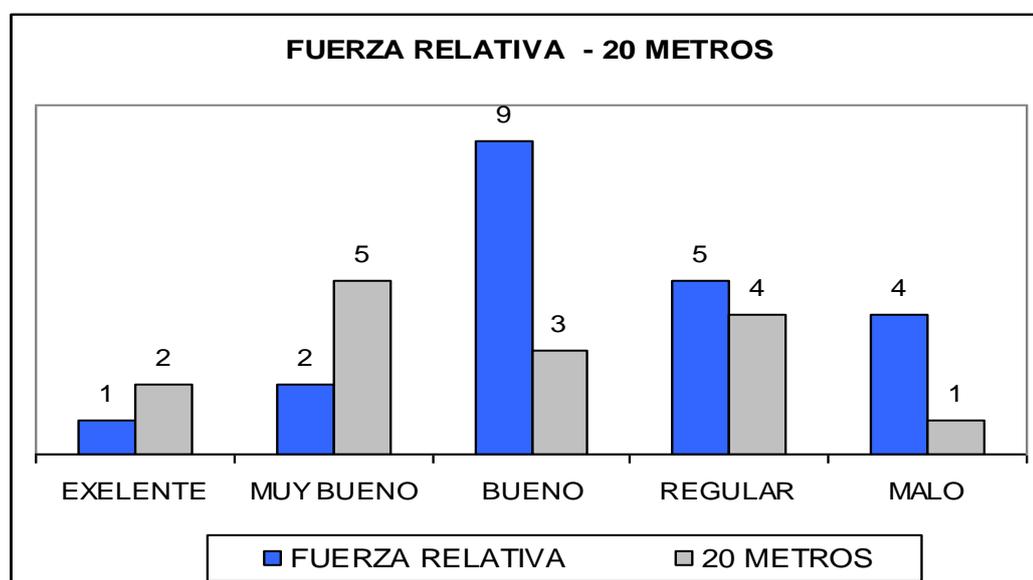
ANALISIS:

Como podemos analizar la correlación entre la fuerza relativa con el salto horizontal es de $r = -0.14$ lo que no da una correlación negativa débil.

5.2.3. INCIDENCIA DE LA FUERZA RELATIVA EN EL TEST 20 – 40 METROS.

5.2.3.1. 20 METROS

TABLA DE FRECUENCIA		
	FUERZA RELATIVA	20 metros
EXELENTE	1	2
MUY BUENO	2	5
BUENO	9	3
REGULAR	5	4
MALO	4	1
CORRELACIÓN		-0,05

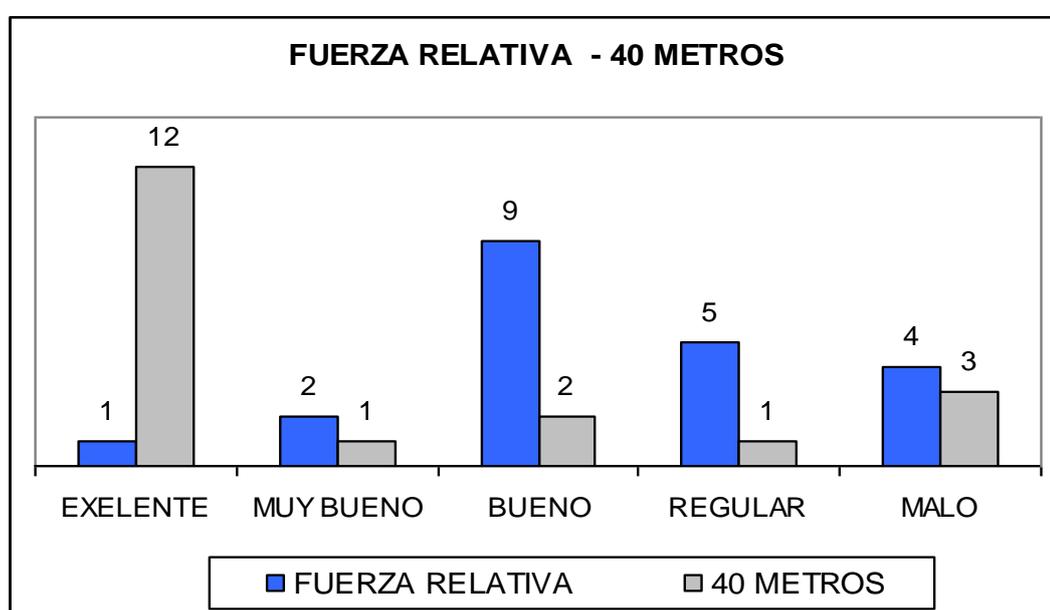


ANÁLISIS:

Como podemos analizar la correlación entre la fuerza relativa con el test de 20 metros es de $r = -0.05$ lo que no da una correlación negativa débil.

5.2.3.2. 40 METROS.

TABLA DE FRECUENCIA		
	FUERZA RELATIVA	20 METROS
EXELENTE	1	12
MUY BUENO	2	1
BUENO	9	2
REGULAR	5	1
MALO	4	3
CORRELACIÓN		-0,21

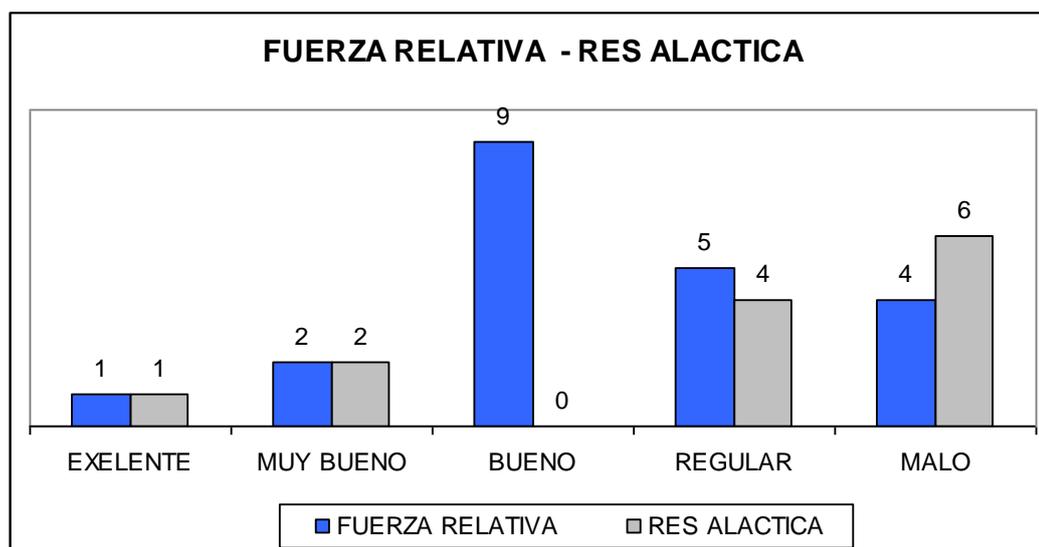


ANÁLISIS:

Como podemos analizar la correlación entre la fuerza relativa con el test de 40 metros es de $r = -0.21$ lo que no da una correlación negativa débil.

5.2.4. INCIDENCIA DE LA FUERZA RELATIVA EN EL TEST DE RESISTENCIA A LA VELOCIDAD ALÁCTICA.

TABLA DE FRECUENCIA		
	FUERZA RELATIVA	RESISTENCIA ALACTICA
EXELENTE	1	1
MUY BUENO	2	2
BUENO	9	0
REGULAR	5	4
MALO	4	6
CORRELACIÓN		-0,29



ANÁLISIS:

Como podemos analizar la correlación entre la fuerza relativa con el test de 40 metros es de $r = -0.29$ lo que no da una correlación negativa débil.

5.2.5. INCIDENCIA DE LA FUERZA RELATIVA EN EL ÍNDICE DE MASA CORPORAL

TABLA DE FRECUENCIA			
FUERZA RELATIVA		IMC	
EXELENTE	1	Infrapeso	0
MUY BUENO	2	Normal	18
BUENO	9	Sobrepeso	2
REGULAR	5	Preobeso	1
MALO	4	Obeso	1
CORRELACIÓN		-0,47	

ANÁLISIS:

Como podemos analizar la correlación entre la fuerza relativa con el Índice de Masa Corporal es de $r = -0.47$ lo que no da una correlación negativa media.

5.2.6. INCIDENCIA DE LA FUERZA ABSOLUTA EN CAPACIDAD Y POTENCIA ALÁCTICA.

	CORRELACIÓN	INTERPRETACIÓN
SALTO VERTICAL	0,07	CORRELACIÓN POSITIVA DÉBIL
SALTO HORIZONTAL	0.01	NO EXISTE CORRELACIÓN
20 METROS	0.03	NO EXISTE CORRELACIÓN
40 METROS	0.16	CORRELACIÓN POSITIVA DÉBIL
RESISTENCIA ALÁCTICA	0.39	CORRELACIÓN POSITIVA MEDIANA
ÍNDICE MASA CORPORAL	0.07	CORRELACIÓN POSITIVA DÉBIL

CONCLUSIONES:

La fuerza máxima y la saltabilidad (salto vertical y salto horizontal) no estarían correlacionadas significativamente en los futbolistas. Posibles consideraciones metodológicas y/o diferencias en las variables fisiológicas (tipo de fibra) que determinan el rendimiento de fuerza máxima y saltabilidad, podrían explicar el fenómeno.

Alternativamente, la categoría competitiva de los sujetos o el periodo de entrenamiento que atravesasen, podría influir en los resultados.

La fuerza máxima podría definirse como la capacidad de un músculo o grupo de músculos determinados para generar una fuerza muscular máxima bajo unas condiciones específicas (Verkhoshansky, Y., Siff, M., 2000).

La fuerza explosiva o potencia muscular (manifestada a través de la saltabilidad) podría definirse como la relación entre la fuerza producida y el tiempo necesario para ello (Juárez, D., et al., 2008).

La fuerza y la potencia muscular en los miembros inferiores tienen una relación obvia con el fútbol: el cuádriceps, los isquiotibiales y el tríceps sural son grupos musculares que generan contracciones fuertes y potentes al momento de saltar, lanzar, tackling, cambiar de dirección o de ritmo (Bangsbo, J., 2006).

La capacidad para desarrollar fuertes contracciones también es importante para mantener el equilibrio corporal y el control del balón, sobre todo en terrenos resbaladizo y/o durante encuentros (choques) con rivales (Ekblom, B., 2004).

La fuerza máxima podría ser la cualidad que más influye en el rendimiento de potencia (Juarez, D., et al., 2008). Aunque por otro lado, un gran valor de fuerza máxima, o de fuerza dinámica máxima, no sería un requisito imprescindible para la obtención de buenos resultados en muchos deportes (Juarez, D., et al., 2008). Incluso en algunas situaciones donde prima el desarrollo de una gran velocidad, la fuerza máxima podría carecer de importancia (Juarez, D., et al., 2008).

La fuerza máxima podría ser la cualidad que más influye en el rendimiento de potencia (Juarez, D., et al., 2008). Aunque por otro lado, un gran valor de fuerza máxima, o de fuerza dinámica máxima, no sería un requisito imprescindible para la obtención de buenos resultados en muchos deportes (Juarez, D., et al., 2008). Incluso en algunas situaciones donde prima el desarrollo de una gran velocidad, la fuerza máxima podría carecer de importancia (Juarez, D., et al., 2008).

La fuerza máxima también podría relacionarse con la velocidad. En futbolistas profesionales se ha podido observar una correlación significativa entre fuerza máxima y velocidad (Wisløff, U., et al., 2004). Aunque esto no se pudo observar en un grupo de estudiantes de educación física (Juarez, D., et al., 2008).

También se han señalado relaciones entre potencia, fuerza relativa. Por ejemplo, el salto vertical, salto horizontal ha mostrado una correlación positiva.

Los mejores sprinters 20 metros poseen valores muy elevados de fibras musculares rápidas (Wilmore, J., Costill, D., 2004).

Cabe señalar que se han encontrado correlaciones positivas entre la fuerza absoluta y relativa versus la resistencia aláctica.

Si bien se han presentado resultados que relacionan a la fuerza absoluta con ciertas cualidades físicas, como la saltabilidad y la velocidad, esta relación no parece estar del todo clara, pudiendo estar condicionadas por factores como el nivel de entrenamiento de los sujetos y las medidas analizadas.

He aquí el interés de investigar y contribuir al conocimiento sobre este tema, analizando las posibles relaciones entre la fuerza absoluta y relativa y capacidad y potencia aláctica en jugadores de fútbol competitivo.

Los resultados de la investigación señalaron que la fuerza absoluta no se correlacionó significativamente con la saltabilidad. Este resultado coincide con el de Cronin, J.B., Hansen, K.T. (2005),

La ausencia de correlación significativa en la presente investigación podría relacionarse con el periodo del año en el cual se encuentran los futbolistas. En la presente investigación, los futbolistas se encontraban en periodo competitivo, periodo caracterizado por elevada carga de entrenamiento técnico-táctico y relativamente baja carga de entrenamiento de fuerza máxima y saltabilidad.

Cuando se compararon las variables antropométricas de peso, talla e IMC con la fuerza relativa, no se encontraron correlaciones elevadas.

Pero cuando se compararon las variables antropométricas de peso, talla e IMC con el test de 1RM $\frac{1}{2}$ sentadilla fuerza absoluta, se encontraron correlaciones débiles. Esto podría implicar que a mayor peso, talla o IMC, existiría una mayor masa muscular (McArdle, W., 2002), lo cual permitiría un mayor nivel de fuerza máxima (Cometti, G., 1999; McArdle, W., 2002). Pero esta mayor fuerza máxima no implicaría necesariamente una mayor capacidad de salto.

Por tanto, si bien es cierto que a mayor peso corporal se observaría una mayor fuerza máxima, en algún momento el incremento de peso e IMC del sujeto, pierde linealidad con el incremento de fuerza máxima, lo cual provocaría una disminución de la fuerza relativa y esto a su vez explicaría la correlación negativa entre IMC y fuerza relativa. Biológicamente esto podría explicarse por un incremento de peso graso, a expensas o en forma desproporcionada en comparación al incremento de masa muscular.