



UNIVERSIDAD UCINF
LABOR CONSTANTIAE TRIUMPHARE

FACULTAD DE EDUCACION

CARRERA

PEDAGOGÍA EN EDUCACIÓN FÍSICA

**“INFLUENCIA DE LA FLEXIBILIDAD EN LA CAPACIDAD DE ACUMULACIÓN
DE ENERGÍA ELÁSTICA DE LA MUSCULATURA ACTIVA EN LA
SALTABILIDAD DE FUTBOLISTAS SUB14 DEL CLUB DEPORTIVO Y SOCIAL
COLO-COLO”**

Seminario de Grado para optar al Grado Académico de
Licenciado en Educación.

Profesor guía: Denisse Díaz.

Integrantes: * Julio Fuentes Cueto

* Javier Fuenzalida Rodríguez.

* Felipe Manqui Monsalves

* Yonathan Romero González.

2014

ÍNDICE

Contenido

| | |
|--|----|
| RESUMEN..... | i |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN | 2 |
| 1.1. Antecedentes: | 3 |
| 1.2 Formulación del problema: | 5 |
| 1.3 Justificación:..... | 6 |
| 1.4 Objetivo general:..... | 6 |
| 1.5 Objetivos específicos:..... | 7 |
| 1.6 Hipótesis:..... | 7 |
| 1.7 Aportes: | 7 |
| 1.8 Viabilidad: | 8 |
| CAPITULO II: MARCO TEÓRICO..... | 9 |
| 2.1 Tipo de trabajo muscular y su influencia en la función..... | 10 |
| 2.1.1 La fuerza..... | 10 |
| 2.2 Adaptaciones neuromusculares y fuerza..... | 11 |
| 2.2.1 Reclutamiento de unidades motoras según la intensidad de la fuerza de contracción. | 11 |
| 2.2.2 Velocidad de conducción del impulso nervioso | 12 |
| 2.2.3 Sincronización de unidades motoras..... | 13 |
| 2.3 Flexibilidad..... | 15 |
| 2.3.1 Flexibilidad y su relación con las manifestaciones de fuerza..... | 16 |
| CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO..... | 27 |
| 3.1 Enfoque y perspectiva | 28 |
| 3.2 Diseño metodológico | 28 |
| 3.3 Tipo de estudio..... | 28 |
| 3.4 Procedimientos | 29 |
| 3.5 Población | 30 |
| 3.6 Estadística | 30 |
| 3.7 Instrumento..... | 31 |

| | |
|---|----|
| 3.8 Contextualización..... | 31 |
| CAPITULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS..... | 33 |
| 4.1 Descripción..... | 34 |
| 4.2 Presentación de tablas | 34 |
| 4.3 Visualización de resultados | 35 |
| 4.3 Análisis de datos | 37 |
| CAPITULO V: CONCLUSIONES..... | 39 |
| CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 45 |
| ANEXOS | 47 |
| ANEXO N°1 | 48 |

RESUMEN

La presente investigación, tuvo como objetivo principal, establecer la influencia de la saltabilidad en la acumulación de energía elástica de la musculatura activa en un grupo sub14 de futbolistas del club deportivo y social Colo-Colo, ubicado en Macul, Santiago-Chile. Lo anterior por que se afirma que un músculo flexible es más fuerte que el músculo menos flexible y que esta cualidad influye positivamente en la generación de potencia en un salto debido a la acumulación de energía previa a la contracción que se ejecuta al saltar. Para lograr el propósito de la misma, se procedió a evaluar la flexibilidad mediante el test de Sit & Reach, así como también la saltabilidad, por medio de Squat jump y Counter movement jump. Con ello, se buscó determinar la correlación existente entre los parámetros antes mencionados. Como resultados se obtuvo que los centímetros alcanzados en el test de Sit & Reach y la potencia de un CMJ presentan una correlación positiva pero débil, mientras que el porcentaje elástico diferencial y la potencia de un CMJ una correlación nula.

INTRODUCCIÓN

La afirmación de que el músculo flexible es más fuerte que el músculo menos flexible constituye prácticamente un lugar común entre estudiosos, profesores, técnicos, y especialistas en el tema. Sin embargo, la naturaleza de dicha relación no es todavía lo suficientemente clara.

Acorde a lo anterior, diversos autores afirman que un buen desarrollo de la flexibilidad favorece la manifestación explosiva de la fuerza, principalmente, por un estiramiento previo a la contracción, ya sea por precarga de energía en la musculatura, por activación refleja, la longitud total del pre-estiramiento, la implicancia en la economía de esfuerzo o lo que conlleva la superposición proteica de los filamentos de actina y miosina. Todo parece indicar que el estiramiento previo a la contracción favorece a esta última. Pero nada indica que una persona más flexible sea por ello más fuerte o explosiva que una menos flexible. Es por ello que, el tema necesita ser investigado, puesto que, todo parece indicar que el pre-estiramiento mejora la contracción posterior, pero nada parece indicar que el desarrollo "en sí" de la flexibilidad mejore directamente la manifestación de la fuerza en cualquiera de sus expresiones. Frente a ello, es que surge la idea de determinar la influencia que presenta la flexibilidad de la musculatura activa en la acumulación de energía elástica en la saltabilidad.

En ésta investigación, se evaluó a un grupo sub14 de futbolistas para comprobar que dicha capacidad de la musculatura de deformarse y volver a su estado original, es factor en el rendimiento físico-deportivo, en la generación de fuerza, potencia, velocidad y la disminución del porcentaje de lesiones. Para ello, se realizaron evaluaciones de flexibilidad mediante sit and reach captadas a través de un flexómetro, y de saltabilidad mediante squat jump y counter movement jump en plataformas de contacto, cuyos datos obtenidos fueron, posteriormente, correlacionados y analizados.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes:

La afirmación de que el músculo flexible es más fuerte que el músculo menos flexible constituye prácticamente un lugar común entre estudiosos, profesores, técnicos, y especialistas en el tema. Sin embargo, la naturaleza de dicha relación no es todavía lo suficientemente clara y es, en este sentido, el propósito de este apartado profundizar sobre la misma.

Cabe señalar, que el vínculo inverso, es decir, el efecto de la fuerza sobre la flexibilidad no será tratado en este apartado.

Varios autores (Grosser, 1983; Platonov, 1991 & Alter, 1991) afirman, tal y como se expuso con anterioridad, que un buen desarrollo de la flexibilidad favorece la manifestación explosiva de la fuerza. Sin embargo, es principalmente un estiramiento previo a la contracción, quien ejerce un efecto positivo en la contracción ulterior. En otras palabras, se almacena energía elástica, que puede ser aprovechada en la contracción posterior.

Los motivos por los cuales un estiramiento previo favorece a la contracción posterior pueden explicarse a través de los siguientes puntos:

- El estiramiento promueve el almacenamiento de energía elástica en el tejido muscular, la cual es recuperada y aprovechada durante la contracción posterior. En este sentido Hill (1961, citado por Alter, 1991: 18) descubrió que “cuando la relajación del músculo se produce entre el estiramiento y la contracción, la condición de precarga no se beneficia de ello y la energía elástica almacenada se disipa en forma de energía calórica”. Por consiguiente, la transición estiramiento-contracción debe ser inmediata, corta y rápida si, verdaderamente, la

manifestación de la fuerza explosiva ha de beneficiarse con ello. Por lo tanto el tiempo es un componente de gran importancia.

- El estiramiento previo promueve una activación complementaria de unidades motoras por desencadenamiento natural del reflejo miotático de tracción. Este proceso hace que un número superior de unidades neuromotoras se despolaricen sumándose y colaborando con el trabajo de aquellos que inicialmente estaban programados para el vencimiento de la resistencia en cuestión.

- El estiramiento previo alarga los espacios de interacción efectiva entre las moléculas de actina y miosína antes de que se alcancen zonas de superposición proteica donde, debido al desorden molecular (acoplamiento de filamentos actina entre sí) no se verifica mejora alguna de la contracción ni tampoco, obviamente, incremento positivo de la fuerza. Esto no quiere decir que tales espacios de superposición se acorten o reduzcan su magnitud, puesto que una vez alcanzados son igualmente inefectivos para músculos pre-estirados o no. En definitiva, cuanto más alargado esté el músculo previo a su contracción, mayor será la longitud del recorrido de interacción positiva, es decir, de formación de puentes cruzados entre las moléculas de actina y miosina. En otras palabras, al alargarse el músculo, el trayecto de aplicación de fuerza también se alarga. Así, tanto mecánica como fisiológicamente, la contracción muscular se ve favorecida.

Sin embargo, aunque el tiempo es un factor de suma importancia, también lo es, la longitud total del pre-estiramiento, ya que ésta debe ser óptima, ideal, pero no máxima. Si el estiramiento previo a la contracción es excesivo, se corre el riesgo de que los grupos reactivos de actina y miosina no alcancen a establecer contacto. No se produce, porque no hay formación de puentes, contracción alguna y, en estas condiciones, el riesgo de lesión se supone puede ser considerable si se persiste en el intento voluntario de provocar el acortamiento muscular.

- Al ejecutarse un movimiento, la energía invertida por los grupos musculares motores primarios debe, en cierto porcentaje, usarse en el vencimiento de las resistencias que todo un conjunto de diferentes tejidos naturalmente ofrecen. Por tanto, a mayor flexibilidad de esas estructuras, menor será la energía dirigida y empleada para su deformación. Sin embargo, cabe destacar que la flexibilidad no es la única capacidad implicada en la economía de esfuerzo. La relajación neuromuscular, en este asunto, cumple un rol muy importante. En definitiva, cuanto menor sea la resistencia ofrecida por los componentes limitantes de los grupos musculares antagonistas, menor será la energía que se debe innecesariamente invertir en su deformación y, consecuentemente, mayor será la manifestación de la fuerza explosiva del grupo muscular agonista y ejecutor principal de la acción motriz.

1.2. Formulación del problema:

La influencia del rango de flexibilidad de la musculatura activa de la capacidad de acumulación de energía elástica en la saltabilidad, es factor en el rendimiento físico-deportivo, en la generación de fuerza, potencia, velocidad y la disminución del porcentaje de lesiones. La saltabilidad es una metodología del entrenamiento de la fuerza específica para mejorar aspectos neuromusculares de la musculatura específica, pero también es estresante, para el cuerpo, su uso debe ser supervisado y bien periodizado tomando en cuenta las capacidades individuales de cada deportista, de lo contrario se puede perjudicar el rendimiento y la salud de los sujetos. Tener una buena flexibilidad es importante para poder generar fuerza y potencia muscular específica de cada deporte, por esto se encontró la necesidad de estudiar y analizar la influencia que tiene en la saltabilidad de futbolistas infantiles de 14 y 15 años, para que de esta manera sea un aporte metodológico para preparadores físicos y entrenadores en vista de la mejora de la fuerza específica de este grupo experimental. En el presente estudio se desea explicar y demostrar que la flexibilidad es un factor determinante para la saltabilidad, la acumulación de energía elástica, y muy importante, interviene directamente en la disminución de lesiones en la musculatura del cuádriceps e isquiotibial, lo que

favorece la performance de los sujetos que ocupan la pliometría como metodología de preparación física de la fuerza.

1.3 Justificación:

La flexibilidad es uno de los componentes más importantes de la aptitud física relacionada con la salud, individuos con adecuados niveles de flexibilidad son menos susceptibles a lesiones y problemas ósteo-mio-articulares, personas con malos niveles de flexibilidad en regiones como tronco y cadera, están relacionados a problemas posturales y lumbalgias. Muchos deportistas descuidan esta cualidad y por ende tienen dificultades en la generación de fuerza, potencia, postura, coordinación, economía de movimientos específicos del deporte, y básicos de la preparación física como, correr, saltar, realizar sentadillas etc. Mejorar la flexibilidad aumenta la eficacia y realización de los gestos motrices, además contribuye a la expresividad y conciencia corporal. Para poder realizar ejercicios de saltabilidad y pliométricos, se necesita una buena capacidad elástica de la musculatura activa por ende en la presente tesis se intentará determinar la influencia del rango de flexibilidad para el entrenamiento de la saltabilidad y como favorece al sistema neuromuscular para así mejorar el rendimiento de los deportistas. ¿Cuál es la influencia del rango de flexibilidad en la capacidad de acumulación de energía elástica de la musculatura Activa en la saltabilidad de futbolistas infantiles sub 14 del club deportivo y social Colo-Colo?

1.4 Objetivo general:

Determinar la influencia de la flexibilidad en la capacidad de acumulación de energía elástica en la saltabilidad de la musculatura activa en futbolistas Infantiles sub 14 del club deportivo y social Colo-Colo.

1.5 Objetivos específicos:

- 1) Determinar los rangos de flexibilidad en la categoría sub 14 de Colo-Colo
- 2) Determinar la capacidad de salto en jóvenes de la categoría sub 14 de Colo-Colo
- 3) Establecer un sistema de medición con el objetivo de determinar la influencia de la flexibilidad sobre la capacidad de salto.

1.6 Hipótesis:

La flexibilidad es un factor determinante e influye directamente en la capacidad de acumulación de energía elástica en la saltabilidad de futbolistas infantiles de 13-14 años.

1.7 Aportes:

Todo parece indicar que el estiramiento previo a la contracción favorece a esta última. Pero nada indica que una persona más flexible sea por ello más fuerte o explosiva que una menos flexible. Según Bosco (1991), los individuos que presentan un mayor potencial de almacenamiento y reutilización de energía elástica son los que poseen un tono muscular más elevado y, por lo general, estas personas son menos flexibles. En definitiva, El tema necesita ser investigado. Puesto que, todo parece indicar que el pre-estiramiento mejora la contracción posterior. Pero nada parece indicar que el desarrollo "en sí" de la flexibilidad mejore directamente la manifestación de la fuerza en cualquiera de sus expresiones. Es por ello que, establecer la relación de los índices de flexibilidad y la capacidad de salto nos genera un aporte significativo en el área de la educación física, generando un conocimiento más acabado de la relación e interacción entre ambas cualidades físicas.

1.8 Viabilidad:

La medición de los diversos parámetros a evaluar, no necesitan creación de nuevos instrumentos, ya que tanto un cajón de medición de flexibilidad en Sit-and-Reach, así como una plataforma de contacto Axon Jump, son instrumentos de medición ya aceptados y no necesitan ser corregidos.

El primer test, el Sit-and-Reach, es la prueba con la que lo que con mayor frecuencia, clínicos, entrenadores y preparadores físico-deportivos emplean para estimar la flexibilidad de la musculatura isquio-sural.

El segundo test, CMJ, será medido en una plataforma de contacto Axon Jump, plataforma que cuenta con un cronómetro de alta resolución que nos permite captar específicamente, el tiempo de vuelo, la altura alcanzada e índice de elasticidad del deportista.

En definitiva, ambos test, nos permiten obtener y posteriormente correlacionar datos para establecer una relación coherente entre los diversos parámetros evaluados.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

MARCO TEORICO

Los músculos difieren en forma y en tamaño, la parte central de un musculo recibe el nombre de vientre. Éste, está compuesto por compartimientos más pequeños llamados fascículos. A su vez, cada fascículo consta de fibras musculares y cada fibra muscular constituye una célula muscular única (Alther, 2004)

Cada fibra muscular está compuesta por numerosas unidades más pequeñas llamadas miofibrillas y se encuentran agrupadas en haces que recorren el musculo a lo largo de toda la fibra muscular y estas a su vez están compuestas por miofilamentos. Dichas fibras, tienen la capacidad de contraer, relajar y alargar al musculo que involucre movimiento en un momento o situación determinada. (Alther, 2004; 23).

Acorde al párrafo anterior, si hablamos de que cada fibra tiene la capacidad de contraer, relajar y alargar, debemos de saber y tener presente las capacidades condicionales que las afectan de manera directa.

2.1 Tipo de trabajo muscular y su influencia en la función.

2.1.1 La fuerza.

En primer lugar, sobresale el concepto de fuerza muscular como la capacidad del ser humano que permite vencer una resistencia u oponerse a ella con un esfuerzo de la tensión muscular. Según Mirella (2006) en la práctica, el concepto de fuerza se utiliza para explicar la característica fundamental del movimiento arbitrario de un individuo en el cumplimiento de una acción motriz concreta.

Ahora bien, la fuerza es la función específica que desarrollan los músculos esqueléticos y por ende es una cualidad que se involucra en cualquier movimiento (Knuttgen y Kraemer, 1987). Tiene suma importancia en el desarrollo de la aptitud

física de un individuo, tanto para nivel competitivo como en los programas de mejoramiento de la salud. Ello, nos permite comprender que cualquier actividad física como caminar, correr, o para efectos de esta tesis, saltar, esta mediada por la contracción muscular. Como cualquier órgano de nuestra anatomía debe funcionar en forma óptima para cumplir su objetivo y es de suma importancia comprender que la musculatura necesita funcionar correctamente de acuerdo a los requerimientos deportivos, de actividad física o simplemente una actividad cotidiana.

Como se mencionó en el párrafo anterior, lo que nos importa de esta cualidad, es lo que nos permite saltar, es decir, una manifestación explosiva de la fuerza, o simplemente una aplicación de potencia, la que se define como la capacidad por parte del individuo de producir la máxima fuerza en el menor tiempo posible. La ecuación tiene en cuenta la fuerza, distancia y el tiempo empleado. La potencia a menudo se equipara con la "fuerza explosiva". Esta fuerza se caracteriza por tener un porcentaje de resistencia medio/alto, velocidad alta o máxima y duración del momento corto, lo que vendrá determinado por las fibras musculares, las unidades motoras (UM), su tiempo de reclutamiento y sus adaptaciones.

2.2 Adaptaciones neuromusculares y fuerza

2.2.1 Reclutamiento de unidades motoras según la intensidad de la fuerza de contracción.

Las unidades motoras (UM) son reclutadas y des-reclutadas, siguiendo el orden de reclutamiento por tamaño creciente de UM, por el cual primero se reclutarían las UM más pequeñas (fibras de contracción lentas), segundo, las de tamaño intermedio y, finalmente, las de mayor tamaño (fibras rápidas) (Henneman *et al.*, 1965), aunque también se han observado algunas excepciones. Las UM, de menor tamaño, son las primeras que se reclutan para un control más fino y preciso de la fuerza aplicada, mientras que las UM de más tamaño entran en

funcionamiento cuando se necesita una mayor magnitud de fuerza en contracciones musculares de alta intensidad. Es de gran interés destacar cómo el umbral de las UM depende de la historia previa de activación, es decir, una vez que la UM se reclutan, se necesita una menor activación para volver a ser reclutadas (Gorassini *et al.*, 2002). Estos resultados tienen una importante aplicación en el entrenamiento de fuerza y potencia muscular, ya que, debido a la fatiga muscular que se produce durante el entrenamiento, el reclutamiento de las UM con mayores umbrales de reclutamiento es más sencillo, en la medida que avanza la sesión de entrenamiento. Sin embargo, el orden de activación de las UM siguiendo el orden de reclutamiento por tamaño también se puede modificar. En condiciones normales, el 80-84% de las UM se recluta siguiendo el principio del tamaño (Somjen *et al.*, 1965). Sin embargo el reclutamiento puede variar, dependiendo de la forma en que se estimule la musculatura, en casos como la electroestimulación percutánea, donde hay un cambio en la dirección de aplicación de las fuerzas (Ter Haar Romeny *et al.*, 1982), así como también durante contracciones balísticas (Nardone *et al.*, 1989).

También se ha sugerido que una inhibición de las motoneuronas alfa de las fibras lentas (vía células de Renshaw) puede originar una activación selectiva de las unidades motoras rápidas (Hutton y Enoka, 1986), y un reclutamiento de las unidades motoras rápidas puede originar una inhibición de unidades lentas de menor tamaño (Earles *et al.*, 2002). Estas variaciones en el orden de reclutamiento pueden beneficiar las actividades que desarrollen gran velocidad y potencia, donde las UM rápidas pueden proporcionar la potencia necesaria durante contracciones de corta duración.

2.2.2 Velocidad de conducción del impulso nervioso

Como su propio nombre indica, se relaciona con la velocidad a la que los potenciales de acción se transmiten y viajan por la motoneurona. Según el principio del tamaño, se ha propuesto un índice de reclutamiento de UM. Una modificación

de la media o la mediana de las frecuencias deberían reflejar el reclutamiento progresivo de UM más rápidas y de mayor tamaño. La velocidad de conducción es mayor en las fibras de tipo II, esta positivamente relacionada con el umbral de reclutamiento (Kernell y Monster, 1981) y puede aumentar hasta un 20% en la medida de que la fuerza de contracción aumenta (Knaflitz *et al.*, 1990). La velocidad de conducción se reduce en la medida en la que aparece la fatiga y vuelve a aumentar cuando se reclutan UM de mayor tamaño durante contracciones isométricas mantenidas a un determinado porcentaje y se vuelve a reducir cuando estas unidades se fatigan (Houtman *et al.*, 2003). En comparación con los deportistas de resistencia, los deportistas que desarrollan actividades de máxima potencia y velocidad presentan una mayor velocidad de conducción del nervio tibial (Kamen *et al.*, 1981), posiblemente debido a un mayor porcentaje de fibras rápidas. En un estudio longitudinal no se observaron cambios en la velocidad de conducción en los músculos tenares después de 18 semanas de entrenamiento (Sale *et al.*, 1982). Sin embargo, se ha observado que deportistas con cierta experiencia en el entrenamiento de fuerza (halterófilos y culturistas) tienen un 8% más de velocidad de conducción en los músculos tenares que sujetos controles (Sale *et al.*, 1983a), lo que influiría directamente en la capacidad de salto.

2.2.3 Sincronización de unidades motoras

La sincronización se produce cuando dos o más UM descargan simultáneamente en un intervalo constante de tiempo. Este tipo de patrón se ha observado con cierta frecuencia en las acciones musculares isométricas realizadas a una intensidad superior al 75% de la contracción voluntaria máxima (Stulen y De Luca, 1978). El fenómeno de sincronización se ha relacionado con una mayor magnitud de EMG (65-130%), pero no con una mayor frecuencia (Yao *et al.*, 2000), y puede ser predominante durante acciones musculares de alta intensidad (Kramen y Roy, 2000). El agrupamiento de descargas de UM puede

ser ventajoso para la producción de fuerza por unidad de tiempo y puede estar poco relacionado con la magnitud total de producción de fuerza.

Con lo anterior, ya sabemos que los músculos pueden ser contraídos, pero también tienen la capacidad de relajarse o estirarse. Acciones que se relacionan constantemente y se interrelacionan de manera notable en cada movimiento que ejecuta el ser humano, es por ello que además necesitamos comprender la cualidad de la flexibilidad y la relación que guarda con la fuerza y sus manifestaciones.

Ya sea que propongamos una flexibilización activa, estirando a los antagonistas, un estiramiento por inercia, de la gravedad, al simple peso del cuerpo, incluso a la acción de un compañero o de un aparato o una composición mixta producto de tensiones ejecutadas por un movimiento o gesto deportivo o la contracción muscular realizada al subir una escalera o ejecutar una actividad cotidiana. La flexibilidad y la fuerza se relacionan delicadamente. Si las capacidades de fuerza constituyen un factor limitador de la movilidad activa, lo contrario se consigue con la capacidad de movilidad en su conjunto.

A menudo se observa que individuos que poseen un nivel de fuerza elevado, poseen una capacidad de movilidad limitada, y al contrario, individuos muy flexibles no tienen demasiada fuerza.

El entrenamiento debiera buscar, como objetivo, el mantener relaciones armónicas entre la flexibilidad y la fuerza, a los niveles óptimos característicos de la disciplina o actividad a realizar. Comprendiendo que, un nivel de movilidad elevado no es necesariamente un factor positivo, más bien al contrario, a menudo es contraproducente, puesto que puede aumentar el trabajo de contención de los músculos, sobre todo en algunas articulaciones o en algunos movimientos.

2.3 Flexibilidad

La flexibilidad, es la propiedad articular (capsular, articular, ligamentosa), y periarticular (músculo, componente elástico seriado del músculo, tendones, endomisio, perimisio y epimisio) los que permiten ejecutar movimientos con la mayor amplitud posible, determinada por la interacción o permisividad de las estructuras mencionadas (Di Santo 2005).

La flexibilidad es la concurrencia de la elongabilidad muscular y de la movilidad articular que posibilitan la realización de actos motores con la mayor amplitud posible. Calvi, Minkevich (1995), proponen que la elongabilidad muscular es la propiedad que posee un músculo que le permite ser estirado o extendido en su longitud y la movilidad articular la propiedad que tiene la articulación de dos huesos de posibilitar la realización de determinado movimiento.

Hahn, E. entiende por flexibilidad a la capacidad de aprovechar las posibilidades de movimiento de las articulaciones lo más óptimamente posible. Es dependiente del tipo de articulación, de la longitud y elasticidad de los ligamentos, de la resistencia del músculo contra el cual se ha de trabajar en el estiramiento y de las partes blandas situadas alrededor de la articulación.

Sin embargo, existen autores como Di Santo (1995) que van más allá y proponen a la flexibilidad como una cualidad que abarca a) la movilidad que poseen las articulaciones para la realización de determinados tipos de movimientos dependiendo de su estructura morfológica, b) la elasticidad que poseen algunos componentes musculares de deformarse por influencia de una fuerza externa, aumentando su extensión longitudinal y retornando a su forma original cuando cesa la acción, c) la plasticidad que poseen algunos componentes de los músculos y articulaciones de tomar formas diversas a las originales por efecto de fuerzas externas y permanecer así después de cesada la fuerza deformante, y d) la maleabilidad de la piel de ser plegada repetidamente, con

facilidad, retomando a su apariencia anterior al retornar a la posición original. Todas ellas formando un rango óptimo de movimiento (ROM). Lo que en definitiva, Según Di Santo (1995) nos deja que la flexibilidad “es la capacidad psicomotora responsable de la reducción y minimización de todos los tipos de resistencias que las estructuras neuro-mio-articulares de fijación y estabilización ofrecen al intento de ejecución voluntaria de movimientos de amplitud angular óptima, producidos tanto por la acción de agentes endógenos (contracción del grupo muscular antagonista) como exógenos (propio peso corporal, compañero, sobrecarga, inercia, otros implementos, etc.)”

2.3.1 Flexibilidad y su relación con las manifestaciones de fuerza.

Muchos son los autores que, afirman que un buen desarrollo de la flexibilidad favorece las manifestaciones explosivas de la fuerza (Grosser, 1983; Platonov, 1991; Dick, 1990; Alter, 1991). Sin embargo, es principalmente un estiramiento previo a la contracción, quién ejerce un efecto positivo en la contracción ulterior. En otras palabras, se almacena energía elástica, que puede ser aprovechada en la contracción posterior.

Los motivos por los cuales un estiramiento previo favorece a la contracción posterior pueden explicarse a través de los siguientes puntos:

1. El estiramiento promueve el almacenamiento de energía elástica en el tejido muscular, la cual es recuperada y aprovechada durante la contracción posterior. En este sentido Hill (1961) citado por Alter (1991) descubrió que cuando la relajación del músculo se produce entre el estiramiento y la contracción, la condición de precarga no se beneficia de ello y la energía elástica almacenada se disipa en forma de energía calórica. Por lo tanto, la transición estiramiento-contracción debe ser inmediata, corta y rápida si, verdaderamente, la manifestación de la fuerza explosiva ha de beneficiarse con ello.

Ante tal efecto, es de vital importancia conocer la capacidad reactiva del sistema neuromuscular. Ésta capacidad, es una característica particular de la función de trabajo del sistema neuromuscular que puede ser definida como la capacidad específica de desarrollar un impulso elevado, de fuerza inmediatamente después de un intenso estiramiento mecánico de los músculos, es decir en un rápido paso del trabajo muscular excéntrico al concéntrico en las condiciones de desarrollo, en este caso de una carga dinámica (Y, Verkhoshansky.1959, 1963, 1970,1988).

El estiramiento previo de la musculatura, que provoca una deformación elástica de los músculos excitados, garantiza la acumulación de un determinado potencial de tensión muscular que al inicio de la contracción en el movimiento se transforma en energía cinética, dando como resultado un excedente de fuerza de tracción de los músculos (es decir, un factor que aumenta el efecto de su trabajo).

Normalmente, el trabajo en el régimen concéntrico tiene un carácter balístico. Por eso, este régimen de trabajo ha sido definido como régimen reactivo balístico, y la capacidad muscular de acumular la energía elástica producida por el estiramiento y utilizarla como suplemento de energía que aumenta la potencia de la contracción ha sido denominada como la capacidad del sistema neuromuscular (Y, Verkhoshansky. 1958, 1963,1970).

La existencia de la capacidad reactiva como característica del sistema de trabajo del hombre aparece en algunos conocidos principios de fisiología neuromuscular:

- a) Un previo estiramiento muscular aumenta el efecto de trabajo de la posterior contracción muscular
- b) El trabajo concéntrico del musculo, que comienza inmediatamente a contraerse en un estado de tensión muscular debida al estiramiento previo, es mayor

respecto al trabajo concéntrico del mismo musculo que comienza a contraerse en condiciones de tensión isométrica.

- c) El excedente de fuerza, determinado por un estiramiento del musculo, aumenta según la velocidad y la magnitud de dicho estiramiento. Este excedente de fuerza es tanto mayor cuanto más rápida es la transición del estiramiento a la contracción muscular.

Concretamente, sobre la base de los resultados obtenidos en los ejercicios deportivos se ha demostrado que el estiramiento previo de la musculatura es utilizado como un mecanismo de trabajo que garantiza una realización más eficaz del conjunto motor. Además, se ha probado que el régimen en que un estiramiento muscular brusco es anterior a la superación activa de la resistencia externa resulta ser el más eficaz, ya sea por los movimientos balísticos o por el entrenamiento de la fuerza explosiva. (Y, Verkhoshansky. 1958,1961)

2. El estiramiento previo promueve una activación complementaria de unidades motoras por desencadenamiento natural del reflejo miotático de tracción. Este proceso hace que un número superior de unidades neuromotoras se despolaricen sumándose y colaborando con el trabajo de aquellos que inicialmente estaban programados para el vencimiento de la resistencia en cuestión. El receptor de reflejo miotático es fusiforme y se lo conoce con el nombre de huso neuromuscular. Se encuentra preferentemente en la zona central o ecuatorial del músculo y dispuesta en forma paralela al resto de las fibras musculares estriadas o extrafusales. El huso muscular toma inserción en el sarcolema de las fibras musculares o en el tendón sufriendo, de esta manera, exactamente los mismos procesos de deformación que los componentes elásticos paralelos del tejido padecen. Su tamaño es de alrededor de 10 mm, es decir, lo suficientemente espacioso como para contener entre 3 y 12 fibras musculares que precisamente, por estar en el interior del huso, se denominan intrafusales.

Cada fibra intrafusar es una fibra muscular esquelética muy pequeña envuelta parcialmente por una cápsula de tejido conectivo la cual, en la zona ecuatorial o central de la fibra, se ensancha. Este espacio central de la fibra intrafusar tiene pocos o ningún filamento de actina o miosina y está, por el contrario, ocupado por una sustancia lubricante parecida al humor vítreo (Houssay. 1989, pág. 162). La porción ecuatorial del huso alberga una gran cantidad de núcleos careciendo, al mismo tiempo, de propiedades contráctiles. En lugar de ello, trabaja como el receptor sensitivo del estiramiento muscular.

Las porciones polares o terminales del huso, a diferencia de la central, pueden contraerse en virtud de la excitación provocada por la innervación de las pequeñas fibras eferentes o neuromotoras gamma, denominadas de esta manera en contraposición a las grandes motoneuronas alfa que inervan a las fibras esqueléticas extrafusales. Las motoneuronas gamma, al provocar la contracción de las porciones finales de la fibra intrafusar, pueden también generar cierto grado de deformación de la porción central convirtiéndose, de esta manera, en estímulo efectivo para el desencadenamiento del reflejo miotático de tracción.

Envolviendo en forma espiralada a la porción central de la fibra intrafusar se encuentra el origen de la vía sensitiva que informa al sistema nervioso central sobre el grado de estiramiento sufrido por la fibra intrafusar. Esta, en cuestión, puede deformarse longitudinalmente en virtud de dos mecanismos: a) por la elongación de todo el músculo, y b) por la contracción de las porciones polares de las fibras intrafusales, generada a partir del incremento de la corriente excitatoria eferente gamma.

Sobre la base de estudios mecánicos e histoquímicos se han descrito tres tipos de fibras intrafusales responsables del desencadenamiento de dos tipos de reflejos de tracción. Ellas son las fibras de bolsa nuclear dinámicas, las fibras de bolsa nuclear estáticas (más gruesas y largas que las dinámicas) y las fibras de "cadena nuclear" que a diferencia de las dos primeras, la disposición de los

núcleos en la porción central, lejos de ser "abultada", es en fila y, por ello, la dilatación ecuatorial resulta prácticamente imperceptible. Cada huso neuromuscular tiene un número variable de fibras intrafusales. Sin embargo, suelen predominar las fibras de cadena nuclear.

Dos tipos de terminaciones sensoriales suelen inervar a las fibras intrafusales en su área receptora, es decir, la central: las fibras Ia. y las fibras II. Las fibras Ia. También denominadas terminal primario o terminación anuloespiral, inervan a las porciones centrales de las fibras de bolsa nuclear dinámicas. Son mielinizadas, de un diámetro promedio de 17 micras, de alta velocidad de conducción (70 - 120 m por segundo) y transmiten información relativa a la velocidad de cambio en la longitud del músculo.

Según Guyton (1989, pág, 239) cuando la longitud de un receptor intrafusar aumenta solo una fracción de micrón, de producirse este incremento en una fracción de segundo, el receptor primario transmite un enorme número de impulsos adicionales hacia la fibra Ia, pero únicamente mientras la longitud está realmente creciendo. Tan pronto como la longitud ha dejado de aumentar, la frecuencia de descarga de impulsos aferentes vuelve a su nivel original. Por su parte las fibras II, denominadas usualmente como terminaciones secundarias, en ramillete o rosetón, inervan tanto a las fibras de bolsa nuclear estáticas como a las fibras de cadena nuclear. Son más pequeñas, con un diámetro promedio de 8 micras y velocidad de conducción del impulso nervioso más lenta que las fibras Ia (60-30 m. por segundo). A pesar de que también inervan a las fibras de bolsa nuclear dinámicas, solamente informan al sistema nervioso central acerca de los cambios de longitud de movimiento pero no sobre la velocidad en que dicho cambio ocurre.

El estiramiento de la porción ecuatorial de la fibra muscular intrafusar, generado ya sea por la extensión mecánica de todo el músculo o por la contracción de las porciones polares de la fibra a partir de la descarga gamma,

deforma al terminal primario y al secundario. La consecuencia de esta deformación es la despolarización de los mismos dando lugar a un potencial generador de (Houssay, 1989, pág. 163). Al respecto se ha postulado que el estiramiento genera la apertura de los canales de calcio. (Ca^{++}) produciendo una rápida despolarización de la vía sensitiva. A esta primera fase se la denomina dinámica y la frecuencia de descarga generada es proporcional a la velocidad en que se produce el estiramiento muscular.

Así, una fuerte y veloz extensión origina, a partir de la estimulación de las terminaciones primarias, una salva de descargas de alta frecuencia en la fibra la que recibe el nombre de respuesta primaria o dinámica. A la siguiente fase se la suele denominar como estática y, aunque a menor velocidad y frecuencia informa al sistema nervioso central acerca del grado de estiramiento producido durante todo el tiempo en que éste se verifique. Este dato es generado tanto desde las fibras de cadena nuclear como desde los de bolsa de nuclear estática y las dinámicas inclusive aunque, según se cree, mayormente de las dos primeras.

La contracción de las porciones polares de las fibras intrafusales también genera la deformación de las porciones centrales. Al respecto, las motoneuronas gamma, alojadas en las astas anteriores de la médula espinal, de axón mielinizado pero relativamente baja velocidad de conducción, inervan los extremos contráctiles de las fibras intrafusales. Funcionalmente se han distinguido dos tipos de motoneuronas gamma: en primer lugar, las gammas dinámicas, que inervan a las fibras de bolsa nuclear dinámicas; y, en segundo lugar, las gammas estáticas que se conectan con las fibras de bolsa nuclear estáticas y las fibras de cadena nuclear. Esta inervación, según Houssay (1989, pág. 164) puede ser por axones separados para cada clase de fibra o por axones comunes. Sea como fuere, sólo a partir de una sumatoria temporal de impulsos motores (aún en el caso de los dinámicos) pueden producirse la contracción de las porciones polares de las fibras intrafusales.

Por su parte, la contracción de los extremos genera el estiramiento de la zona central de la fibra intrafusal, despolarizándose las terminales secundarias y primarias dando lugar a la aparición de un potencial generador de receptor y a la producción de potenciales de acción que, a través de las ramas sensitivas se dirigen a la médula espinal. Ahora bien, dicha contracción de las porciones polares no solamente deforma a las porciones centrales sin que necesariamente existe un estiramiento sino que, y he aquí el inconveniente cuando de flexibilidad se trata, aumenta la sensibilidad de los usos neuromusculares. Por su parte, las motoneuronas gamma dinámicas aumenta a sensibilidad de las fibras de bolsa nuclear dinámicas a la velocidad de los cambios de longitud y, por otro lado, las motoneuronas gamma estáticas hacen lo mismo con las fibras de bolsa nuclear estáticas y las fibras de cadena nuclear respecto a la magnitud y duración de los cambios de longitud. Todo lo cual indica que, en sus dos vertientes, el incremento de la actividad gamma, tanto dinámica como estática, atenta contra la buena ejecución de los ejercicios de flexibilidad potenciando y facilitando las respuestas contráctiles generadas a partir del reflejo miotático de tracción. En este sentido, una cuestión clave consiste en descifrar que tipo de estímulos o situaciones incrementan o disminuyen la eferencia gamma a los efectos de, durante el entrenamiento de la flexibilidad, evitar los primeros y promover los segundos.

El sistema eferente gamma es excitado primariamente por la región bulbopontorreticular facilitadora del tronco encefálico cuyas aferencias de mayor importancia y acción moduladora provienen del cerebelo, de los ganglios de la base de la corteza cerebral. En particular, toman relieve las aferencias que, provenientes del lóbulo límbico, actúan sobre la formación reticular incrementando o reduciendo el caudal eferente gamma. De esta manera quizá se facilite la comprensión de por qué ciertos estados emotivos y anímicos repercuten directamente sobre la respuesta al estiramiento y las posibilidades de entrenamiento de la flexibilidad en un momento determinado.

Luego de haber establecido las características generales y las formas de estimulación, se hará referencia a la manera en que la función del huso neuromuscular se manifiesta, a saber: al reflejo miotático de tracción. Dicho de otro modo: siempre que la porción ecuatorial de una fibra intrafusar es deformada por estiramiento, se produce una excitación cuyo corolario es la contracción refleja de las fibras extrafusar de ese mismo músculo. Al ingresar por las astas posteriores de la médula espinal, tanto las fibras sensitivas Ia y II hacen sinapsis directamente con las grandes motoneuronas alfa que, egresando por las astas anteriores de la médula espinal, se dirigen hacia las fibras musculares provocando su contracción. Así, al excitarse el huso neuromuscular se genera un potencial de acción cuyo contenido (duración y frecuencia de ráfagas por unidad de tiempo) viaja por la neurona sensitiva hasta la médula espinal donde, sin intermediación alguna, despolariza a las motoneuronas alfa generando un potencial de acción que concluye con la contracción de las fibras extrafusar. Se trata, entonces, de un reflejo monosináptico y bineuronal cuyas manifestaciones son dos: una respuesta dinámica y otra estática. El reflejo miotático dinámico es desencadenado a partir de la estimulación de las fibras intrafusar de bolsa nuclear dinámicas transmitida por las terminaciones primarias. Provoca una contracción refleja instantánea y fuerte como respuesta inmediata al cambio de longitud del músculo. Dicha respuesta es tanto más potente cuanto más brusco y rápido sea el cambio de longitud. Por otro lado, la estimulación de las fibras intrafusar de bolsa nuclear estática y de cadena nuclear genera una señal aferente cuya expresión es el reflejo miotático de tracción estático, más débil que el primero pero que continua durante un tiempo más prolongado.

Muy a pesar de que el reflejo miotático de tracción atenta contra el incremento de la amplitud de recorrido angular articular, el mismo cumple una serie de funciones de extrema importancia tales como contribuir al soporte de pesos (reflejo de carga), evitar algunos tipos de oscilación y sacudidas de los movimientos corporales (Guyton, 1989, pág. 241) actuando a la manera de mecanismo de amortiguación para suavizar la contracción muscular o, por el

contrario, colaborando efectivamente en la expresión de la fuerza máxima y explosiva.

Antes de pasar al análisis del reflejo de inhibición autógena, se hará una breve mención de un tercer tipo de motoneuronas, descritas por Y. Laporte (citado por Houssay, 1989; 167), denominadas beta o esqueleto-fusimotoras. Ellas inervan tanto a los husos como a las fibras extrafusales y las hay de dos tipos: las dinámicas (que inervan simultáneamente a las fibras intrafusales de bolsa nuclear dinámicas y a las extrafusales de contracción lenta o slow-twitch - ST-) y las estáticas (que inervan a las fibras intrafusales de cadena nuclear y a las fibras extrafusales de contracción rápida o fast-twitch - FT -). Las motoneuronas beta reciben inervación monosináptica de las aferencias Ia y II. Según Houssay (1989; 167) "su función es la de evitar que el uso sea puesto fuera de función por la contracción muscular, sobre todo en aquellos casos donde no hay coactivación alfa - gamma, como ocurre en los movimientos rápidos o balísticos". La gran tentación a partir de estos datos es la de establecer interferencias respecto a la proporción de fibras de contracción rápida y de contracción lenta que posee una persona y las posibilidades de entrenabilidad de la flexibilidad para cada caso.

3. El estiramiento previo alarga los espacios de interacción efectiva entre las moléculas de actina y miosina antes de que se alcancen zonas de superposición proteínica donde, debido al desorden molecular (acoplamiento de filamentos actina entre sí) no se verifica mejora alguna de la contracción ni tampoco, obviamente, incremento positivo de la fuerza. Esto no quiere decir que tales espacios de superposición se acorten o reduzcan su magnitud, puesto que una vez alcanzados son igualmente inefectivos para músculos pre-estirados o no. En definitiva, cuanto más alargado esté el músculo previo a su contracción, mayor será la longitud del recorrido de interacción positiva, es decir, de formación de puentes cruzados entre las moléculas de actina y miosina. En otras palabras, al alargarse el músculo, el trayecto de aplicación de fuerza también se alarga. Así, tanto mecánica como fisiológicamente, la contracción muscular se ve favorecida.

Sin embargo, así como antes se especificó que el tiempo es un factor de suma importancia, también la longitud total del pre-estiramiento debe ser óptima, ideal, pero no máxima. Si el estiramiento previo a la contracción es excesivo, se corre el riesgo de que los grupos reactivos de actina y miosina no alcancen a establecer contacto. No se produce, porque no hay formación de puentes, contracción alguna y, en estas condiciones, el riesgo de lesión se supone puede ser considerable si se persiste en el intento voluntario de provocar el acortamiento muscular.

4. Al ejecutarse un movimiento, la energía invertida por los grupos musculares motores primarios debe, en cierto porcentaje, usarse en el vencimiento de las resistencias que todo un conjunto de diferentes tejidos naturalmente ofrecen. Por tanto, a mayor flexibilidad de esas estructuras, menor será la energía dirigida y empleada para su deformación. Sin embargo, cabe destacar que la flexibilidad no es la única capacidad implicada en la economía de esfuerzo. La relajación neuromuscular juega, en este asunto, un rol muy importante. En definitiva, cuanto menor sea la resistencia ofrecida por los componentes limitantes de los grupos musculares antagonistas, menores cantidades de energía se deben innecesariamente invertir en su deformación y, consecuentemente, mayor será la manifestación de la fuerza explosiva del grupo muscular agonista y ejecutor principal.

Sin embargo, cabe remarcar que la flexibilidad no es la única capacidad implicada en la economía de esfuerzo. La relajación neuromuscular juega, en este asunto, un rol tanto o más importante inclusive. Es cierto que la flexibilidad reduce la resistencia del tejido conectivo (fascias, aponeurosis, cápsulas, ligamentos, etc.), pero los componentes contráctiles del grupo muscular antagonista deben, para lograr un óptimo ahorro de energía, relajarse al máximo durante la actividad del grupo muscular agonista o protagonista principal. El grupo muscular antagonista ejerce una acción de frenado por contracción excéntrica cuya superación demanda un notable gasto energético extra. Es por ello que el

entrenamiento específico de los patrones de relajación neuromusculares propios de cada tipo de movimiento no deben dejarse de lado. Relajación flexibilidad constituyen, en este sentido, una unidad inseparable cuyo desarrollo integrado no debe descuidarse si se pretende evitar todo tipo de gastos energéticos innecesarios.

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque y perspectiva

La investigación se basa en un enfoque cuantitativo por que utilizamos recolección y análisis de datos en una cantidad de deportistas(n) predeterminados para probar nuestra propuesta de hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer relaciones con exactitud y probar teorías (Sampieri R, 2010).

3.2 Diseño metodológico

Utilizamos el diseño de campo, debido a que obtuvimos datos directamente de los alumnos buscando conocimientos empíricos que avalen de forma objetiva nuestra propuesta de tesis, teniendo como valor primario cerciorarse de las verdaderas condiciones en que se han obtenido los datos, lo cual facilita su revisión o modificación en caso de surgir dudas. (Sampieri R, 2010).

Además, es un diseño que describe variables y analiza su incidencia e interrelación solo en una situación específica, que corresponde al momento en el cual se aplica los test de evaluación.

3.3 Tipo de estudio

El tipo de investigación es descriptivo. Según Dankhe (1986) "los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades y características importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis". De acuerdo a esta definición intentaremos describir, medir y evaluar los diversos aspectos o dimensiones del fenómeno sometido a investigación.

Por la naturaleza de la tesis, donde, se describen los hechos como son observados, es decir, se muestran con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación (Sampieri R, 2010), es que pertenece, en primera instancia, a un estudio descriptivo.

En segunda instancia, al estudiar las relaciones entre variables dependientes e independientes o asociar variables mediante un patrón predecible para un grupo o población (Sampieri R, 2010), tenemos un estudio correlacional.

3.4 Procedimientos

En primera instancia gestionaremos la posibilidad de evaluar test físicos a futbolistas de la categoría sub 14 del club deportivo y social COLO-COLO con Álvaro Saffa, encargado del área física del club deportivo. La institución se encuentra ubicada en la comuna de Macul. Dentro del recinto deportivo, realizamos las evaluaciones en una población de 20 futbolistas de la categoría.

Se procedió a evaluar en un solo día, se informó en qué consistía la evaluación, luego se ejecutaron los test físicos, de esta manera logramos registrar diversos datos, los que fueron analizados y graficados.

El procedimiento adoptado, fue concebido bajo protocolos seguidos estrictamente. Cabe destacar que los protocolos detallados de cada test, serán agregados en el anexo I.

Descripción general del test de Wells y Dillon.

Este test mide rango de movimiento de las articulaciones coxofemoral y de la columna lumbar y capacidad de elongación de musculatura isquiotibial, glútea y extensora de la columna vertebral, se realiza sentado y es de rápida aplicación.

Descripción general Test de Bosco:

Se realiza sobre la plataforma de salto y en la generación o no generación de impulso dependerá del tipo de salto, durante la acción de flexión el tronco debe permanecer lo más recto posible con el fin de evitar cualquier influencia del mismo en el resultado de la prestación de los movimientos inferiores.

3.5 Población

La población de estudio pertenece al sexo masculino aproximadamente de edades similares que oscilan entre los 13 y 14 años de edad, son niños procedentes de diferentes comunas a lo largo de todo el país, dentro de los antecedentes reclutados en la ficha personal encontraremos; talla que varía entre 1.51 a 1.71 metros, pesos que oscilaban entre 41 y 64 kilogramos.

Los evaluados, participan activamente en el campeonato chileno de fútbol joven organizado por asociación nacional de fútbol profesional (A.N.F.P)

3.6 Estadística

Para elaborar el análisis e interpretación de los resultados obtenidos, se realizan dos evaluaciones, una de saltabilidad y una de flexibilidad, ello en jóvenes futbolistas.

Los datos obtenidos serán procesados y los resultados serán expresados como media y desviación estándar. Además se establecerán relaciones entre el rango de flexibilidad alcanzado por la musculatura activa y la altura de salto en Abalakov, ello mediante el coeficiente de correlación de Pearson (R).

3.7 Instrumento

Para la realización de la prueba de saltabilidad, se utilizó un sistema cinemático Axon Jump. Instrumento con medidas electrónicas compuesto por un software y hardware acompañado por un kit de alfombras con sistema "on-off" que mediante microprocesadores se conectan a una unidad externa, la cual permite introducir los datos a un microprocesador donde son tratados con un programa instalado en la computadora. Por su parte la alfombra, era de material plástico y presentaba una superficie sintética plana, con alta sensibilidad en milisegundos (50-300 msg).

En cuanto al instrumento de la flexibilidad se utilizó una colchoneta personal y un flexómetro (Aparato de madera con tres lados), que se ubica contra una muralla, evitando su desplazamiento. En la parte superior se dispone un listón, sobre el cual se pega una cinta métrica (o regla) de 1 metro de largo. El estudiante se sienta con las piernas rectas, tocando el flexómetro con la planta de los pies. El resultado obtenido corresponde a la distancia máxima (en centímetros) que el estudiante logra alcanzar con la punta de sus dedos, punto en el cual deberá mantenerse por un par de segundos.

3.8 Contextualización

La selección sub14 de futbolistas, se encuentra ubicada en la Av. Marathon #5300, comuna de Macul dentro de la ciudad de Santiago. El nivel socioeconómico es medio-bajo, puesto que la mayoría de los niños y padres ven en el fútbol una

salida a la pobreza y una instancia para dedicarse y cumplir sus objetivos personales y familiares. Los deportistas vienen de diferentes comunas y en ocasiones desde regiones, por lo tanto el establecimiento posee la infraestructura y un equipo multidisciplinario para dar alojamiento a los deportistas que más lo necesitan (Casa Alba). Son niños que dedican gran parte de sus vidas al entrenamiento deportivo y las competencias nacionales e internacionales con el fin de poder llegar al primer equipo y en segunda instancia a jugar en el extranjero.

CAPITULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Descripción

A continuación se presentan los resultados de investigación en base a la información recogida mediante técnicas e instrumentos de estudio en datos cuantitativos. Para la obtención de la correlación de estudio, se realizó antes, una verificación de distribución de datos mediante PP – Plot o gráfico QQ, así como también mediante una gráfica de Gauss. En esta última, no se formó la curva perfecta y presentó una pequeña desviación en dos puntos del gráfico, sin embargo la distribución de la muestra es normal y el coeficiente de correlación de Pearson se pudo obtener sin dificultades.

4.2 Presentación de tablas

Tabla 1. Vista general de datos recolectados

| Nº | Talla | Peso | S&R | MEJOR S.J. | POTENCIA SJ | MEJOR CMJ | POTENCIA CMJ | % ELAS. |
|----|-------|------|-----|------------|-------------|-----------|--------------|---------|
| 1 | 163 | 61 | 4 | 30 | 2700,53 | 31 | 3007,1 | 3,3 |
| 2 | 167 | 62 | 2 | 28 | 2421,49 | 30 | 2651,4 | 7,1 |
| 3 | 163 | 60 | 2 | 30 | 2484 | 32,1 | 2593,0 | 7,0 |
| 4 | 161 | 58 | 10 | 28 | 2593,63 | 35 | 2992,9 | 25,0 |
| 5 | 167 | 66 | 6 | 35,2 | 3071,44 | 41,2 | 3358,7 | 17,0 |
| 6 | 158 | 56 | 9 | 32 | 2532,92 | 36 | 2717,2 | 12,5 |
| 7 | 162 | 51,7 | 2 | 33,1 | 2296,18 | 36,3 | 2405,1 | 9,7 |
| 8 | 151 | 40,7 | 0 | 28,1 | 1494,38 | 30 | 1540,2 | 6,8 |
| 9 | 158 | 58 | 6 | 30,1 | 2625,97 | 34,2 | 2848,7 | 13,6 |
| 10 | 166 | 61 | 6 | 27 | 2347,2 | 31 | 2584,8 | 14,8 |
| 11 | 156 | 54 | 8 | 29,7 | 2420,49 | 33 | 2590,8 | 11,1 |
| 12 | 163 | 52,5 | 1 | 35,2 | 2459,89 | 35,2 | 2387,1 | 0,0 |
| 13 | 167 | 51,1 | 2 | 29,2 | 2032,27 | 31,1 | 2105,9 | 6,5 |
| 14 | 152 | 41 | 1 | 24,6 | 1295,52 | 32,1 | 1663,9 | 30,5 |
| 15 | 154 | 42,1 | 2 | 30,1 | 1679,2 | 33,1 | 1769,6 | 10,0 |
| 16 | 166 | 64 | 0 | 26 | 2422,4 | 27,7 | 2549,5 | 2,7 |
| 17 | 160 | 49,1 | 9 | 29,5 | 1959,88 | 32,6 | 2085,9 | 10,5 |
| 18 | 171 | 64,2 | 12 | 31,1 | 2741,03 | 35,2 | 2959,3 | 13,2 |
| 19 | 166 | 48,7 | 9 | 30,1 | 1978,18 | 34,2 | 2149,4 | 13,6 |
| 20 | 1.58 | 58 | 3 | 33,5 | 2605,85 | 38,5 | 2827,4 | 14,9 |

Tabla 1. Datos obtenidos de las evaluaciones. S&R = sit & reach (expresado en centímetros); SJ = Squat Jump (expresado en centímetros); CMJ = counter movement Jump (expresado en centímetros); POTENCIA SJ Y CMJ (expresada en watts); % ELAS = diferencia elástica entre SJ y CMJ (expresada en porcentaje).

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de la muestra

| | POTENCIA CMJ | S&R | %ELAS |
|---------------------|--------------|-------------|-------|
| N | 20 | 20 | 20 |
| Media | 2489,4 | 4,7 | 11,5 |
| Mediana | 2587,8 | 3,5 | 10,8 |
| Moda | * | 2 | * |
| Desviacion estandar | 481,04 | 3,728976154 | 7,18 |

Tabla 2. Estadísticos descriptivos para cada variable; de Potencia CMJ, S&R y % ELAS (media, mediana, moda y desviación estándar). Siendo “N” el número de casos válidos; y *No existe moda para éste parámetro.

4.3 Visualización de resultados

Antes de analizar los resultados mediante gráficas, es necesario tener claro la correlación existente entre la Potencia de un CMJ, el S&R y la diferencia elástica porcentual. (Ver tabla 3)

Tabla 3. Coeficientes de correlacion y determinación entre variables.

| | Potencia CMJ |
|-------------------------|--|
| S&R (cms) | N=20 R= 0,4430 R ² = 0,1963 |
| Diferencia elástica (%) | N=20 R = 0,00254 R ² = 0,0006 |

Tabla 3. Correlación existente entre la Potencia de CMJ v/s el test de S&R y la diferencia elástica porcentual. “N” representa el número de casos válidos para cada variable. Siendo el N total de la muestra 20.

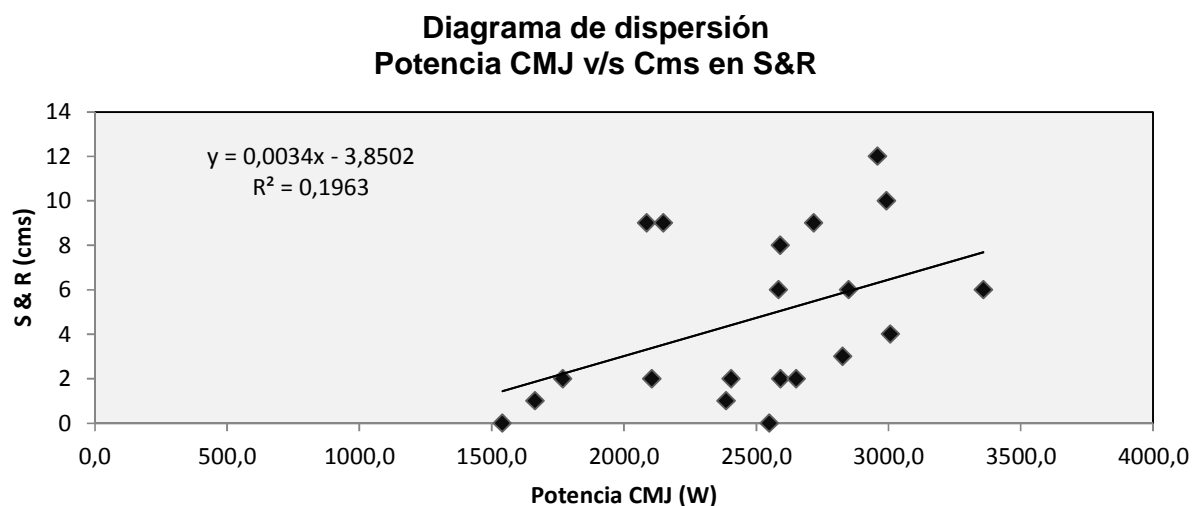


Grafico 1. Diagrama de dispersión entre la potencia de un CMJ y la distancia alcanzada en un S&R. Muestra una correlacion positiva muy débil entre la potencia generada en un CMJ y el test de S&R, alcanzando un $R^2 = 0,1963$.

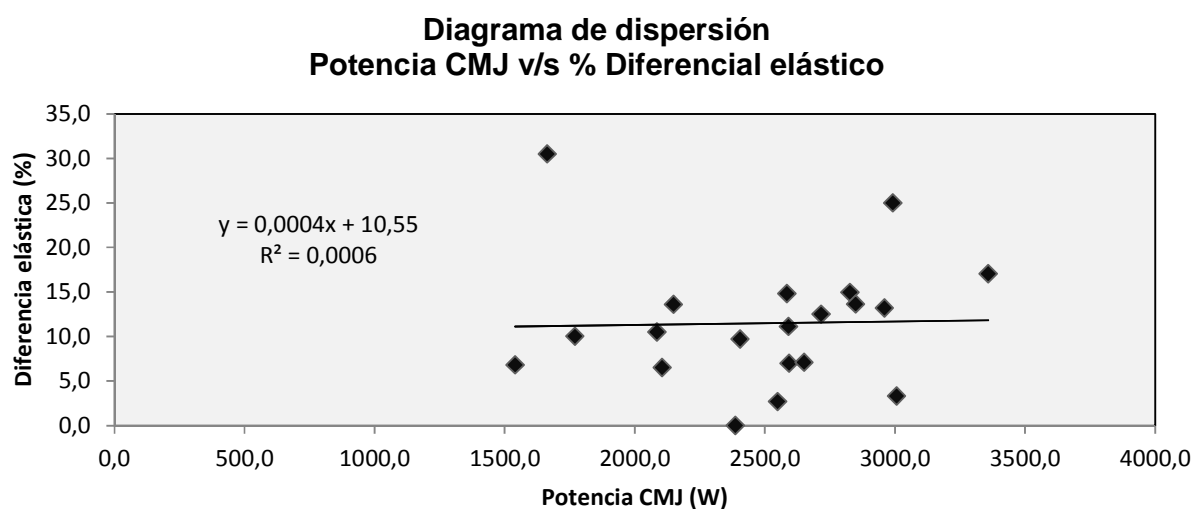


Grafico 2. Diagrama de dispersión entre la potencia, en watts, generada en un CMJ y el porcentaje elástico diferencial entre SJ y CMJ. No muestra correlación entre las variables de la potencia de CMJ y el porcentaje diferencial elástico, arrojando un $R^2 = 0,0006$.

4.3 Análisis de datos

- En promedio, los evaluados alcanzaron una potencia de 2489,4 W, lo que nos deja que, el 35% de los evaluados se encuentra sobre la media, mientras que el 65% restante se encuentra por debajo de este valor.
- En promedio, el aporte del componente elástico genera una distancia de 4,7 cms, lo que nos deja que, el 45% de los evaluados se encuentra sobre la media, mientras que el 55% restante se encuentra por debajo de este valor.
- En promedio, los evaluados alcanzaron una diferencia elástica de 11,5%, lo que nos deja que, el 45% de los evaluados se encuentra sobre la media, mientras que el 55% restante se encuentra por debajo de este valor.
- Existe una correlación muy débil entre los watts de potencia generados en un counter movement jump y los centímetros alcanzados en el test de flexibilidad de sit & reach, por lo que no existe una correlación estadísticamente significativa, alcanzando un $R = 0,1963$, lo que implica un coeficiente de determinación de un 20%, indicando que la varianza de factores comunes, es decir el porcentaje de la variación de una variable debido de la otra variable y viceversa, se relacionan en un porcentaje mínimo.

- No se da correlación entre los watts de potencia en un counter movement jump y la diferencia elástica porcentual entre un SJ y un CMJ, alcanzado un $R = 0,00254$.

CAPITULO V: CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

La flexibilidad es una cualidad importante en la salud y calidad de vida, así como también en la preparación física de deportistas, y puede influir en su rendimiento competitivo. Sin embargo, en deportes como el fútbol no está clara su participación en movimientos de tipo explosivos, cambios bruscos de la velocidad, dirección y saltabilidad, que provocan aumentos de la longitud de la musculatura activa, por estiramientos. Pero si es aceptada en la prevención de lesiones, ya que el fútbol es un deporte de gran impacto donde la estructura musculo-esquelética se deforma y vuelve a su forma original en consecuencia de situaciones de juegos y debido a los esfuerzos mencionados con anterioridad. Además, según Alter (2010), puede intervenir en la eliminación de desechos metabólicos y en la disminución de dolor muscular inmediato y diferido, generados por la actividad y su intensidad.

Producto de la evaluación, de fuerza y flexibilidad, al grupo de 20 futbolistas sub 14 de las divisiones inferiores del club deportivo y social Colo-Colo, se logró determinar que:

- La correlación existente entre la flexibilidad del test Sit & Reach y el counter movement jump, es positiva pero débil. Por tanto, poco influyente, lo que indica que el CMJ se ve influenciado o depende principalmente de otros factores. Sin embargo, cabe mencionar, que a pesar de no tener una gran influencia, puede resultar importante. Un acortamiento de la musculatura de la parte baja de la espalda, de los flexores de cadera o los flexores de rodilla (que es lo que determina principalmente el Sit and Reach) puede aumentar el riesgo de lesiones en los futbolistas que generan acciones pliométricas. Los frenados bruscos, podrían ser, los movimientos más complejos para este grupo muscular, flexores de rodilla acortados, son músculos menos flexibles, más rígido y menos elásticos, lo cual puede perjudicar su correcto funcionamiento o generar rompimientos de fibras en el peor de los casos. De esta manera se considera como un importante

antecedente, ya que las lesiones en este grupo de músculos es frecuente en futbolistas.

Acorde a lo anterior, aumentar la cantidad de ejercicios de flexibilidad en los entrenamientos, indistintamente del método utilizado (estáticos, balísticos o FNP) para alcanzar el objetivo, es una forma preventiva para disminuir el porcentaje de lesiones. Ahora bien, dependiendo del tipo de método que se utilice para dicha mejora, se dosificará de manera diferente. Sin embargo se recomienda realizar series por grupos musculares de 14 a 20 segundos de estiramiento sostenido al final de cada sesión que puede ser de forma individual o en parejas. También se pueden realizar sesiones de masajes, las que beneficiarían y optimizarían el rendimiento de la musculatura, aumentando la circulación sanguínea, fluidos corporales y nutrientes importantes para el tejido muscular, conectivo y membranoso.

- La correlación que existe entre el CMJ y el porcentaje diferencial elástico producido entre el SJ y CMJ, es nulo y su coeficiente de determinación de 0%, lo indica que la transición que existe entre el estiramiento y posterior contracción en el salto, está determinado por otros factores. Lo anterior, nos hace suponer que los rendimientos dependen de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular ya que el reflejo miotático funciona como mecanismo preventivo de la musculatura y tendón, desencadenando una absorción de energía que el cerebro la interpretaba utilizándola para generar un movimiento más potente en la siguiente contracción.

En el fútbol, ya se mencionó que, se generan constantes contracciones pliométricas como cambios de direcciones y frenados que son movimientos específicos de la competencia, para poder mejorar estas habilidades se necesita mejorar la fuerza explosiva de los deportistas, con ejercicios que mejoren la respuesta del sistema nervioso central y neuromuscular, para este caso, se recomiendan realizar ejercicios derivados del levantamiento de pesas (DLP),

arranque colgante, cargada desde soportes o empujes, ya que su velocidad de ejecución es bajo los 300 milisegundos, tal como los movimientos explosivos específicos del fútbol u otras disciplinas deportivas en que la potencia juega un rol fundamental. Estos movimientos consiguen aumentar la participación de fibras musculares rápidas y explosivas, reclutar unidades motoras que antes estaban inactivas, aumentar la sección transversal de los músculos (hipertrofia), mejorar la sincronización de las unidades motoras en la ejecución del movimiento dependiendo de la intensidad, además aumenta la frecuencia en la descarga de impulsos nerviosos y aumenta la velocidad de contracción, como se mencionó en el apartado anterior. Sin embargo, existen otras formas de entrenamiento, el método pliométrico que de igual manera mejora la fuerza pero a diferencia de los DLP, utiliza el reflejo miotático ya nombrado anteriormente para potenciar la contracción final del salto. Lo que significaría que, la disminución en el tiempo de contacto con el suelo presenta mayor importancia, considerándose en este caso el actio-reactio de la tercera ley de la dinámica clásica de Newton, la que expone que por cada fuerza que actúa sobre un cuerpo, este realiza una fuerza de igual intensidad, pero de sentido contrario sobre el cuerpo que la produjo. Dicho de otra forma, las fuerzas, situadas sobre la misma recta, siempre se presentan en pares de igual magnitud y de dirección, pero con sentido opuesto., lo que indica que no necesariamente la absorción de energía elástica es aquella que influye en demasía. Sin embargo, cabe señalar, que todo lo mencionado tiene validez, solo si, se realiza una transferencia a la parte específica del deporte, se puede trabajar fuerza explosiva con tiros al arco, conducciones con balón en velocidad, realizando zigzag, sprint de 5 metros con balón, duelos 1 contra 1, 2 contra 2, y asociaciones técnicas en velocidad entre otros.

Este estudio ha demostrado que la flexibilidad no es un factor determinante para mejorar la fuerza explosiva de los deportistas y el porcentaje de energía elástica, pero si se considera como complementario. Con un buen programa de entrenamiento fusionando estas 2 cualidades en cuestión, se puede potenciar y mejorar aún más el rendimiento de futbolistas juveniles y claramente de jugadores

profesionales de alta competencia. La práctica de la flexibilidad funciona como mecanismo preventivo; 1) disminuyendo el porcentaje de lesiones, 2) influyendo en la recuperación de la musculatura (disminuye en un cierto grado la fatiga local), 3) mejora la calidad del gesto motor y 4) puede potenciar la eficacia muscular para la realización de técnicas explosivas, como la saltabilidad. En este sentido, una adecuada flexibilidad alarga la vida deportiva al ser un factor clave en la prevención de lesiones musculares.

En síntesis, el hecho de que la flexibilidad de la musculatura activa en ejecución de saltos con contra-movimientos o los cambios de dirección en situaciones de juego, que por supuesto implica como consecuencia un CEA (ciclo de estiramiento acortamiento), no presenta influencia estadísticamente significativa en la acumulación de energía elástica, lo que se traduce en la generación de potencia del tren inferior. A pesar de aquello, no significa que en otros deportes no tenga relevancia la flexibilidad de la musculatura activa en la acumulación y utilización de energía elástica. Por tanto, la flexibilidad no tiene gran injerencia (en futbolistas) en la acumulación de energía elástica pero sí la tiene en su utilización y en la transmisión de esta misma.

De esta manera si consideramos la utilización de esta energía como factor clave para su acumulación obtenemos dos observaciones; en primera instancia para mejorar la utilización de energía elástica acumulada, es necesario tener conocimiento del ROM (rango óptimo de movimiento) de cada deporte, en segunda instancia dependerá de la inhibición del reflejo miotático que actúa sobre la musculatura menos flexible (rígida) en un gesto motor o técnica deportiva. Entendiendo que la rigidez de la musculatura activa es generada por el reflejo miotático en forma de protección y por otra parte su estimulación aparece en situaciones de equilibrio produciendo pequeñas contracciones parciales para mantener el centro de gravedad estable y que por supuesto ambas cualidades están implicadas en el deporte y el gesto motor.

Es de suponer entonces, que la generación de energía elástica y la potencia del tren inferior en su mayoría están condicionadas directamente por la velocidad de transmisión de los impulsos eléctricos del sistema nervioso y no principalmente por la capacidad de las estructuras físicas como fibras musculares, tendones o ligamentos para almacenar energía elástica. Sin embargo, sería un error pensar en que cada estructura trabaja por separado y resulta tremendamente ingenuo pensar que el organismo es biomecánicamente tan sencillo y que funciona de manera segmentaria, ya que funciona de manera conjunta, privilegiando ciertas estructuras en dependencia del gesto motor realizado.

Finalmente, cabe señalar, que en el fútbol así como en muchos deportes, no se le da el énfasis necesario al trabajo de flexibilidad y el preparador físico, como agente responsable de ello no determina más del 5% del tiempo de una sesión para el mejoramiento de la misma, entendiendo que el fútbol, al ser un deporte que demanda gestos que exigen un grado muy limitado de movilidad de las articulaciones, así como de estiramientos de los músculos, necesita de entrenamiento de flexibilidad y mejora del rango de movilidad articular, ya que el tener un ROM restringido, significará una disminución del rendimiento y se observarán dificultades para realizar correctamente determinados gestos técnicos que requieran de recorridos articulares o de una extensibilidad muscular elevada. Sin duda alguna, los agentes responsables, no le dan la importancia necesaria, ni le dedican el tiempo que se merece esta cualidad, quizás, por no detectar los beneficios que conlleva su desarrollo. Indistintamente el trabajo de flexibilidad en el fútbol se debe orientar hacia a) desarrollar los niveles de movilidad articular y extensibilidad muscular, b) regular el tono muscular como vía de recuperación, c) evitar desequilibrios musculares que provoquen desestructuración musculo-articular, que es el principal foco generador de lesiones músculo-ligamentosas y d) permitir una correcta realización de gestos técnico-deportivos. Lo que conlleva a la obtención de una musculatura más eficiente para con la competencia y el diario vivir a través de una longitud y tono adecuados para cada situación que demande un gesto motor en particular.

CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BIBLIOGRAFÍA

- Alter, J. Michael (2004). Los estiramientos, 8º edición, Barcelona, España. Ed. Paidotribo.
- Barbany, JR (2014). Fisiología del ejercicio y del entrenamiento. 2º edición, Barcelona. España. Ed. Paidotribo.
- Cappa, D. (2000) Entrenamiento de la potencia muscular, Mendoza, Argentina. Ed. Dupligráf.
- Cometti, Giles (2007), Manual de la pliometría, Barcelona. España. Ed. Paidotribo.
- Di santo, M (2011), Amplitud de movimiento, Barcelona, España. Ed. Paidotribo.
- Izquierdo, M (2008), Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y el deporte, Madrid. España. Ed. Médica Panamericana.
- Mirella, R. (2001) Las nuevas metodologías del entrenamiento de la fuerza, la resistencia, la velocidad y la flexibilidad, Barcelona, España. Ed. Paidotribo.
- Sampieri, R, Fernández, C, Baptista, P (2010). Metodología de la investigación. 5º edición, México. Ed. Mc Graw Hill.
- Verkhoshansky, Y. Todo sobre el método pliométrico para el entrenamiento y la mejora de la fuerza explosiva, 2º edición, Barcelona, España. Ed. Paidotribo.

ANEXOS

ANEXO N°1

Protocolos de los test utilizados.

Test de Bosco.

El Test de Bosco está compuesto por una batería de saltos verticales, cuyo objetivo es valorar las características morfo-histológicas, funcionales y neuromusculares (aprovechamiento de la energía elástica, reflejo miotático y resistencia a la fatiga) de la musculatura extensora de los miembros inferiores a partir de las alturas obtenidas en los distintos tipos de saltos verticales (Bosco y cols., 1983). Acorde a lo anterior y para los propósitos de la investigación, sólo se realizaron el Squat Jump (SJ) y el Counter movement jump (CMJ).

Squat Jump (SJ)

En esta prueba el individuo debe efectuar un salto vertical partiendo de la posición de media sentadilla (rodillas flexionadas a 90°), con el tronco erguido y con las manos dispuestas en la cintura. El individuo debe efectuar la prueba sin realizar contra-movimientos hacia abajo. El salto, firme, y realizado sin la ayuda de los brazos, constituye una prueba sencilla de fácil aprendizaje y de elevada estandarización.

Para realizar correctamente el test es necesario tener en cuenta las siguientes reglas:

- Previo al Salto: Planta de los pies en contacto con la plataforma, flexión en las rodillas a 90°, manos en la cintura, tronco erguido
- Durante el Salto: las rodillas 180° si flexionarlas más de los 90° anteriores, pies híper-extendidos, no soltar las manos de la cintura

Counter movement jump (CMJ):

En esta prueba el individuo se encuentra en posición erguida con las manos en la cintura, teniendo que efectuar un salto vertical después de un rápido contra-movimiento hacia abajo.

Durante la acción de flexión de rodillas y cadera, el tronco debe permanecer lo más erguido posible para evitar cualquier posible influencia de la extensión del tronco en el rendimiento de los miembros inferiores.

En este salto, el atleta ingresa a la plataforma, sitúa la vista al frente, ambas manos en las caderas. En un movimiento descendente rápido y continuo dobla las rodillas (fase excéntrica) hasta un ángulo de flexión de 90° (fase isométrica o acoplamiento) manteniendo el tronco lo más próximo al eje vertical posible y desde allí genera el impulso vertical (fase concéntrica) que lo eleva.

Durante toda la fase de vuelo al atleta debe mantener sus miembros inferiores y tronco en completa extensión, hasta la recepción con la plataforma.

Es muy importante comprender que la recepción durante la caída debe ejecutarse en flexión plantar a nivel del tobillo (extensión de la articulación del tobillo) y en extensión de rodilla y cadera, para luego generar flexión de los núcleos articulares y amortiguar el impacto generado por la masa corporal durante la caída del salto.

Test de flexibilidad:

Se puede medir flexibilidad mediante el Test de Wells y Dillon o "Sit and Reach", en el cual se mide la flexibilidad desde la posición de sentado y con las piernas juntas. Éste test, consiste en colocar el individuo en posición sentado sobre el piso, con los pies descalzos apoyados sobre un borde que da la referencia de un valor 0. Con una escala en centímetros el individuo flexiona el tronco hacia delante llevando la guía de la escala lo más lejos posible haciendo un movimiento continuo y sostenido. Se debe colocar una mano al lado de la otra y corroborar que las rodillas estén completamente extendidas contra el suelo, sin flexionarse durante la ejecución del test.

El resultado del test se da en centímetros; el valor es positivo cuando supera el valor 0, y negativo cuando no lo logra. Es necesario realizar una entrada en calor, adecuada, antes de realizar el test. Además, se debe tener presente la extensión de rodillas; en toda la ejecución, es indispensable que las rodillas se encuentren extendidas totalmente, y no flexionarlas en ningún momento. Las manos, deberán ir a la par; en caso de que la medida de la regla quede inclinada, se tomará la menor medida.