



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**CARRERA TERAPIA FÍSICA Y DEPORTIVA**

**TESINA DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE LICENCIADA EN TERAPIA FÍSICA Y  
DEPORTIVA**

**APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE PLIOMETRÍA COMO MÉTODO DE  
PREVENCIÓN DE LESIONES MUSCULARES EN LOS DEPORTISTAS  
DE LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DE CHIMBORAZO DE LA  
SELECCIÓN DE BÁSQUET MASCULINO Y FEMENINO EN EL  
PERIODO DE ENERO A JUNIO 2014.**

**AUTORA:**

**MARGARITA ELIZABETH QUINCHUELA CAMACHO**

**TUTOR:**

**DR. YANCO OCAÑA**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2014**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**CARRERA TERAPIA FÍSICA Y DEPORTIVA**

**CERTIFICADO**

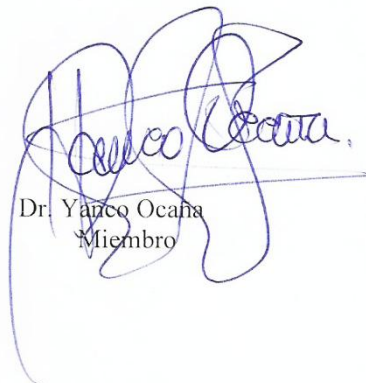
Ms C. Patricio Jami en Calidad de Presidente del Tribunal, Dr. Yanco Ocaña, Mgs. Carlos Vargas en calidad de Miembros del Tribunal certificamos que la Tesina realizada por el Srta. Margarita Quinchuela Camacho, está apta para realizar la Defensa Pública cuyo tema es:

**APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE PLIOMETRÍA COMO MÉTODO DE PREVENCIÓN DE LESIONES MUSCULARES EN LOS DEPORTISTAS DE LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DE CHIMBORAZO DE LA SELECCIÓN DE BÁSQUET MASCULINO Y FEMENINO EN EL PERIODO DE ENERO A JUNIO 2014.**

Atentamente,



Ms. C. Patricio Jami  
Presidente



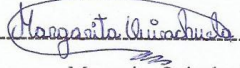
Dr. Yanco Ocaña  
Miembro



Ms. C. Carlos Vargas  
Miembro

#### **DERECHOS DE AUTORÍA**

Yo, Margarita Quinchuela soy responsable de las ideas, doctrinas, resultados y propuestas en el presente trabajo de investigación y los derechos de autoría que pertenecen a la Universidad Nacional de Chimborazo.

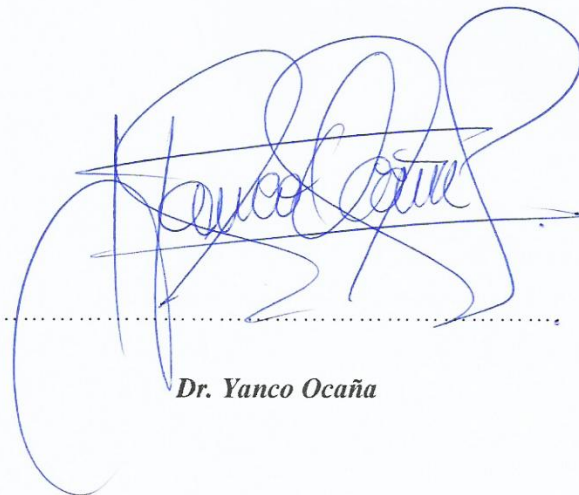
-----

Margarita Quinchuela

CI 0202097986

## ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Por medio de la presente, hago constar que he leído el Proyecto de Tesina de Grado presentado por la señorita, **Quinchuela Camacho Margarita Elizabeth**, para optar al título de **LICENCIADA EN TERAPIA FÍSICA Y DEPORTIVA**, y que acepto asesorar a la estudiante en calidad de tutor, durante la etapa de desarrollo e investigación del trabajo hasta su presentación y evaluación.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Yanco Ocaña', is written over a horizontal dotted line. The signature is highly stylized and cursive.

*Dr. Yanco Ocaña*

## **DEDICATORIA**

Con amor, dedico el presente trabajo investigativo a mis padres y hermanos quienes me supieron apoyar en el sentido moral y económico en especial a Brian Barragán y Zoila Maya por ser quienes en cada momento me han alentado en mi anhelo de superación.

## **AGRADECIMIENTO**

A las Autoridades de la de Universidad Nacional de Chimborazo quienes han hecho posible que pueda alcanzar un título Superior.

A los Docentes quienes con paciencia y esmero nos fueron impartiendo sus sapiencias durante nuestra formación universitaria en especial al Dr. Yanco Ocaña quien me supo guiar acertadamente en el desarrollo de mi tesis.

A la Federación Deportiva de Chimborazo por permitirme la ejecución del presente trabajo.

A Dios que por medio de su bendición ha hecho posible la realización de mi trabajo investigativo.

## RESUMEN

El trabajo de investigación cuyo tema es: “APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE PLIOMETRÍA COMO MÉTODO DE PREVENCIÓN DE LESIONES MUSCULARES EN LOS DEPORTISTAS DE LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DE CHIMBORAZO DE LA SELECCIÓN DE BÁSQUET MASCULINO Y FEMENINO EN EL PERIODO DE ENERO A JUNIO 2014”, se ha desarrollado en base del tipo de estudio descriptivo explicativo, mismo que tiene como objetivo primordial determinar la eficacia de la aplicación del programa pliométrico en 30 deportistas de la Federación Deportiva de Chimborazo.

Como primer paso se determinó la condición actual de los deportistas en el ámbito de fuerza muscular, para lo cual se les realizó una evaluación de salto vertical principalmente, con ello se pudo levantar información relevante para el diagnóstico, donde se determinó que los rangos de incidencia en los deportistas están entre 36-40 cm (47%), entre 30-35 cm (23%), en 41-45 cm(17%), entre 46-50 cm (10%) y la incidencia más baja entre 51-55 cm (3%); y en base a ello se planteó el programa de ejercicios pliométricos, con el fin de incrementar su fuerza muscular y evitar lesiones futuras.

Habiendo determinado el proceso de aplicación del programa para 24 semanas, se aplicaron los ejercicios basados en el cronograma en las 30 deportistas, y, posterior a dicha aplicación se realizó un levantamiento de información bajo el mismo esquema del test inicial; donde se obtuvieron resultados concisos para realizar el análisis comparativo y verificar la validez del programa pliométrico aplicado, dichos resultados presentaron una evolución en los deportistas determinando al final que existía un 77% en el rango entre 36 a 45 cm de salto vertical, de tal manera que al comprobar su validez es recomendable la aplicación del programa pliométrico basados en el protocolo utilizado.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
CENTRO DE IDIOMAS

**ABSTRACT**

The research work: "APPLICATION OF PLYOMETRICS TECHNIQUE AS A METHOD OF INJURY PREVENTION OF MUSCLE IN ATHLETES AT THE SPORTS FEDERATION OF CHIMBORAZO BASKETBALL MALE AND FEMALE TEAM IN THE PERIOD FROM JANUARY TO JUNE 2014" has been developed based on a type of explanatory descriptive research. The main objective is to determine the effectiveness of the implementation of plyometric treatment in 30 athletes of the Sports Federation of Chimborazo.

As a first step the current condition of athletes in the field of muscle strength was determined by the assessment of vertical jump. By means of this study relevant information was gathered by for diagnosis purposes. Thus, the following information was determined, the ranges of occurrence in athletes are between 36-40 cm ( 47%), 30-35 cm (23 %) in 41-45 cm (17 % ) , between 46-50 cm (10 % ) and the lowest incidence between 51 -55 cm (3%) ; and on this basis plyometric program was raised , in order to increase their muscle strength and prevent future injuries.

Having determined the process of implementation of the program for 24 weeks, the exercises based on the schedule in the 30 athletes were applied, and after such application, a collection of information under the same scheme of the initial test was performed. Consequently, concise results were obtained for comparative analysis and verify the validity of plyometric program applied. These results showed a trend in sports determining that there was a 77 % in the range 36-45 cm vertical jump , so that, it is advisable to check their validity implementation of plyometric program based on the protocol used .

Translation of the abstract corrected by Lic. Narcisca Fuertes Mgs.  
Teacher at Languages Center, Health and Sciences School UNACH  
Riobamba, November 7th. 2014





## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>2</b>
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	4
1.3 OBJETIVOS .....	4
1.3.1 OBJETIVO GENERAL .....	4
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
1.4 JUSTIFICACIÓN .....	5
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>6</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>6</b>
2.1 POSICIONAMIENTO PERSONAL .....	6
2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	6
2.2.1 ANATOMÍA DE LA CADERA .....	6
2.2.3 ANATOMÍA DE LA RODILLA .....	11
2.2.4 HUESOS .....	12
2.2.5 BIOMECÁNICA DE LA RODILLA .....	18
2.2.6 RECUERDO ANATÓMICO DEL TOBILLO Y PIE .....	24
2.2.7 SISTEMA MUSCULAR .....	34
2.2.8 FISIOLOGÍA DEL MUSCULO .....	38
2.2.9 PLIOMETRÍA .....	46
2.2.10 EJERCICIOS PLIOMÉTRICOS SIN CARGA MIEMBROS INFERIORES .....	52
2.2.11 VALORACIÓN FÍSICA DEL DEPORTISTA .....	56
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS .....	63
2.4 HIPÓTESIS Y VARIABLES .....	65
2.4.1 SISTEMA DE HIPÓTESIS .....	65
2.4.2 VARIABLES .....	65
2.5 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....	66
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>67</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>67</b>
3.1 MÉTODO CIENTÍFICO .....	67
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA .....	68
3.2.1 POBLACIÓN .....	68
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS .....	68
3.4 TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	69
3.5 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	70
3.6 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	74
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>75</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>75</b>
4.1 CONCLUSIONES .....	75
4.2 RECOMENDACIONES .....	76
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>77</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración No.- 2.1 Anatomía de Cadera	7
Foto No.- 2.1 Movilidad de la Cadera	8
Ilustración No.- 2.2 Rodilla	11
Ilustración No.- 2.3 Fémur	13
Ilustración No.- 2.4 Tibia	14
Ilustración No. 2.5. Rótula	15
Ilustración No.2.6. Meniscos	16
Ilustración No.2.7 Anatomía ósea del tobillo	25
Ilustración No.2.8.Fisiología de la Contracción	41
Ilustración No.2.9 Fisiología de la Contracción	42

## ÍNDICE DE FOTOS

Foto No. 2.1 Movilidad de la Cadera	8
Foto No. 2.2 Biomecánica De La Rodilla	21

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 2.2. Ejercicios de alto y bajo impacto .....	48
Tabla No. 3.1 Edad .....	70
Tabla No. 3.2 Sexo.....	71
Tabla No. 3.3. Salto vertical inicio .....	72
Tabla No. 3.4. Salto vertical final .....	72
Tabla No. 3.5 Frecuencias Observadas .....	74
Aplicación primer mes .....	79
Aplicación segundo mes .....	79
Aplicación tercer mes.....	79
Aplicación cuarto mes.....	80
Aplicación quinto mes .....	80
Aplicación sexto mes .....	80

## INTRODUCCIÓN

El termino Pliometría proviene del vocablo griego “pleytein” cuyo significado es aumentar, “metric” medida. En la literatura especializada también se emplean otros términos, entre ellos “Entrenamiento Elástico”, “Entrenamiento Reactivo”, “Entrenamiento Excéntrico”, “Método de choque” y quizás otros más, pero comúnmente se refieren al rápido ciclo de elongación (fase excéntrica donde se acumula cierta cantidad de energía potencial elástica y se da inicio a la acción refleja) y acortamiento muscular (fase concéntrica donde se genera la mayor fuerza resultante, a consecuencia de la energía elástica y de la reacción refleja eferente).

Fue el profesor Rodolfo Margaria durante la década de los 60, el primero en hablar de la relevancia del denominado ciclo estiramiento-acortamiento (CEA). Este investigador y médico demostró que una contracción concéntrica precedida de una excéntrica podía generar mayores niveles de fuerza que una contracción concéntrica aislada (Faccioni, 2001). Los trabajos del profesor Margaria fueron utilizados por la N.A.S.A. para desarrollar la manera más eficaz de caminar en la luna (Zanon, 1989).

Los ejercicios pliométricos son la desaceleración y aceleración rápida de los músculos que crean un ciclo corto de estiramiento. Los ejercicios entrenan los músculos, el tejido conector y el sistema nervioso para llevar a cabo efectivamente el ciclo de estiramiento corto, y de ese modo mejorando el desempeño del atleta. Los ejercicios pliométricos pueden ser una parte fundamental del entrenamiento para todos y cada uno de los eventos en el deporte. La mayoría de los deportes competitivos requieren una desaceleración rápida del cuerpo seguida de una aceleración casi inmediata en la dirección opuesta.

Los ejercicios pliométricos desarrollan ritmo, velocidad, fuerza e incluso resistencia muscular. La Pliometría, usada correctamente y para un propósito específico, puede ser un gran activo para su atleta individual así como para la condición física general y específica de todo su programa deportivo.

La realización de saltos con un pie, con el otro, con los dos simultáneamente o alternados, de abajo hacia arriba, de arriba hacia abajo, en longitud, salvando obstáculos, etc.,

Las lesiones deportivas son lesiones que ocurren durante la práctica de un deporte o durante el ejercicio físico. Algunas ocurren accidentalmente, otras pueden ser el resultado de malas prácticas de entrenamiento o del uso inadecuado del equipo de entrenamiento. Algunas personas se lastiman cuando no están en buena condición física. Las lesiones musculares se podrían evitar en gran parte teniendo en cuenta unos cuantos aspectos que normalmente se descuidan por parte del deportista, tanto por pereza, como por desconocimiento.

Todos los que practican baloncesto saben más o menos las lesiones más comunes: A nivel articular se producen esguinces de tobillo, rodilla y dedos de la mano; a nivel musculo- tendinoso suelen producirse sobrecargas, contracturas, roturas fibrilares y tendinitis en los miembros inferiores; en la espalda hay lumbalgias y protrusiones discales (o incluso hernias). Esto no quiere decir que no existan otras lesiones que se puedan sufrir con la práctica del baloncesto, pero no son tan habituales y muchas de ellas son frutos de impactos difícilmente evitables durante el desarrollo del juego.

El trabajo pretende demostrar la eficacia de la pliometría como técnica de prevención de lesiones musculares en los deportistas de la selección de básquet masculino y femenino de la Federación Deportiva de Chimborazo.

# **CAPÍTULO I**

## **PROBLEMATIZACIÓN**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los Ejercicios Pliométricos en Ecuador son practicados por parte de los deportistas, o personal que realice actividades con fin deportivo ya que esta mejora la fuerza y rapidez, sabiendo que esto les lleva siempre más cerca de alcanzar los límites de su potencial, para lograrlo, es necesario una cierta preparación y una base sólida de entrenamiento de fuerza.

En los entrenamientos de fuerza y velocidad, el deportista puede mejorar su capacidad mediante los ejercicios pliométricos, los cuales permiten saltar, cambiar de dirección o acelerar con mayor rapidez, y mejorar la velocidad en general. Para adquirir una correcta técnica de estos ejercicios se necesita muchas horas de entrenamiento para llegar a una progresión física, permitiendo así un desarrollo de la potencia del deportista.

En niños y adolescentes, está bien establecido que las ganancias en la fuerza y la potencia inducidas por el entrenamiento son posibles mediante su participación en un programa de entrenamiento con sobrecarga (Faigenbaum et al., 1996; Falk and Tenenbaum, 1996).

Observaciones más recientes sugieren que el entrenamiento pliométrico también puede ser seguro y efectivo para los niños y adolescentes siempre que se sigan las guías recomendadas para el entrenamiento en estas edades (Chu et al., 2006; Marginson et al., 2005).

Las lesiones más frecuentes en el baloncesto afectan a tobillos y rodillas, siendo los más frecuentes los esguinces. Aunque el baloncesto puede ser un magnífico deporte, las características técnicas necesarias para practicar este deporte, una preparación física insuficiente, alteraciones en la alimentación, unas zapatillas inadecuadas o una cancha en mal estado pueden marcar la diferencia entre

practicar un ejercicio físico saludable o acabar lesionado. Para prevenir lesiones con el baloncesto es importante realizar ejercicios específicos de tobillos, incluida la prevención en competición mediante vendajes de estabilización.

En el departamento de fisioterapia de la Federación Deportiva de Chimborazo se atiende con frecuencia a deportistas jóvenes de todas las disciplinas deportivas, producto de su actividad deportiva y que requieren recuperarse y volver a su nivel de actividad lo más pronto posible.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿En qué forma la aplicación de la técnica de pliometría ayudará a prevenir lesiones musculares en los deportistas de la Federación Deportiva de Chimborazo de la Selección de Básquet Masculino y Femenino en el Periodo de Enero a Junio 2014?

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo General**

Aplicar la técnica de Pliometría como método de prevención de lesiones musculares en los deportistas de la Federación Deportiva de Chimborazo de la Selección de Básquet Masculino y Femenino en el Periodo de Enero a Junio 2014 para prevenir las lesiones musculares y mantener un adecuado estado físico.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Determinar la capacidad de fuerza muscular inicial de los deportistas registrando datos valorando con el salto vertical.
- Proponer y aplicar un programa de prevención de lesiones musculares por medio de la pliometría para mejorar la fuerza muscular de los deportistas de alto rendimiento.
- Realizar un continuo seguimiento a los deportistas durante la aplicación de los ejercicios pliométricos mediante una hoja de control.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN**

El fortalecimiento muscular es una de las etapas más importantes de la rehabilitación a la que no se le ha prestado una debida atención y debido a ello después del proceso de rehabilitación es muy común ver que los mismos pacientes vuelven por una nueva lesión que tratar, y esto se debe principalmente a un mal proceso de fortalecimiento muscular.

El trabajo de investigación tiene interés puesto que enfoca uno de los problemas más frecuentes en la práctica deportiva que es la de las lesiones musculares en los jugadores de básquet, por lo que yo como estudiante de fisioterapia eh tomado en cuenta la importancia de establecer las causas por las cuales se presentan estos tipos de lesiones y determinar los factores predisponentes y mediante un programa de prevención dirigido por un Fisioterapista evitar lesiones nuevas, recidivante y complicaciones a futuro que conllevarían al ausentismo laboral para el jugador y perdida profesional para el equipo.

La investigación ampliara el conocimiento sobre el efecto de la capacidad de salto (tiempo de ejecución y altura alcanzada por el centro de gravedad) de un trabajo de aprendizaje de la utilización del ciclo estiramiento - acortamiento de la musculatura flexora - extensora del pie a través de ejercicios de técnica de carrera realizados de forma integrada dentro del entrenamiento.

El Departamento de Fisioterapia de la Federación Deportiva de Chimborazo atiende a una gran parte de la población deportiva de la ciudad de Riobamba que requiere sus servicios, y para dicho fin el centro cuenta con infraestructura física y humana de alta calidad al servicio del deportista y de la comunidad, donde se tratan diferentes patologías; aplicando los ejercicios pliométricos como base del tratamiento fisioterapéutico y en esencial de la prevención de lesiones con miras a reintegrar al deportista a su actividad normal lo más pronto posible, mejorando el fortalecimiento muscular, que es el aspecto fundamental que se persigue con esta técnica.



## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 POSICIONAMIENTO PERSONAL**

El proyecto de investigación presentado, está sustentado por bases teóricas y prácticas, dichos conocimientos han sido adquiridos en el transcurso de la carrera en la Universidad Nacional de Chimborazo; a lo largo de la investigación se aplicarán las distintas técnicas aprendidas de forma profesional en los deportistas de la Federación Deportiva de Chimborazo de la Selección de Básquet Masculino y Femenino, con el fin prevenir lesiones musculares; basados en dichas técnicas se aplicará el mejor tratamiento para el desarrollo deportivo exitoso de los pacientes tratados, resultando ello en la satisfacción de los mismos y la satisfacción personal de haber servido al grupo objetivo de pacientes de una manera óptima por medio de la aplicación de conocimientos adquiridos.

#### **2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

La fundamentación teórica del trabajo de investigación, está basado en temas, sub-temas, conceptos y teorías que guardan una estrecha relación con el tema a desarrollar, y en base a estos antecedentes la estructura teórica se expresa de la siguiente manera, considerando como antecedente al desarrollo teórico los aspectos generales de la institución donde se desarrolla la investigación.

##### **2.2.1 Anatomía de la Cadera**

La cadera está formada por dos huesos llamados iliacos o coxales, fuertemente soldados entre sí por delante y unidos hacia atrás por el sacro. Se dice que el hueso iliaco es plano, y este articula con el sacro, el cual hace función de cuña entre los dos iliacos. La unión de estos constituye el cinturón pélvico, donde están alojados órganos muy importantes para nuestras vidas. Como detalles interesantes nombramos la cavidad cotiloidea; que es una cavidad esférica destinada al

alojamiento de la cabeza femoral, para formar la articulación de la cadera. (Villa & Pérez, 2001)

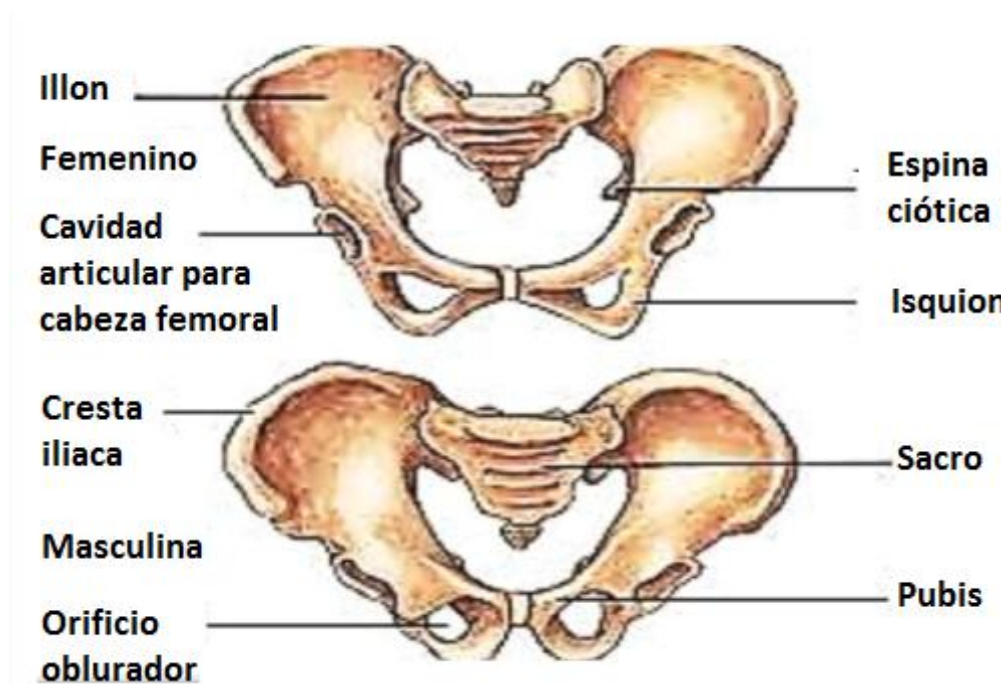


Ilustración No.- 2.1 Anatomía de Cadera

Fuente: (Villa & Pérez, 2001)

### 2.2.1.1 Biomecánica de la Cadera

Los movimientos de la cadera los realiza una sola articulación, la coxofemoral, considerada dentro del grupo de la senartrosis. A diferencia de la articulación del hombro (también enartrosis), tiene menor amplitud de movimiento compensada en cierta medida, por el raquis lumbar, en cambio, es mucho más estable, resultando la articulación más difícil de luxar del cuerpo. Todas estas características de la cadera están condicionadas por las funciones de soporte del peso corporal y de locomoción desempeñadas por el miembro inferior. (Sohier & Company, 2009).

1. Eje transversal: situado en un plano frontal, se realizan los movimientos de Flexión- Extensión
2. Eje anteroposterior: situado en un plano sagital, se efectúan los movimientos de Abducción- Aducción

3. Eje vertical: permite los movimientos de Rotación Externa-Rotación Interna. (Sohier & Company, 2009)



Foto No.- 2.1 Movilidad de la Cadera  
Fuente: Tomado de la Federación Deportiva de Chimborazo

## FLEXIÓN

Como lo mencionan (Sohier & Company, 2009), la flexión de la cadera es el movimiento que lleva la cara anterior del muslo al encuentro del tronco; la flexión de la cadera está íntimamente relacionada con la actitud de la rodilla, así como se observa a continuación:

- Flexión activa con la rodilla extendida: 90°
- Flexión activa con la rodilla flexionada: 120°
- Flexión pasiva con la rodilla flexionada: 140°
- Flexión pasiva con la rodilla extendida: menor que los anteriores.

La flexión de la rodilla, al relajar los músculos isquiotibiales, permite una flexión mayor de la cadera.

En la flexión pasiva de ambas caderas juntas con la flexión de las rodillas, la cara anterior de los músculos establece un amplio contacto con el tronco, ya que a la

flexión de las coxofemorales se añade la inclinación hacia atrás de la pelvis por enderezamiento de la lordosis lumbar.

## **EXTENSIÓN**

La extensión conduce al miembro inferior por detrás del plano frontal.

La amplitud de la extensión de la cadera es mucho más reducida que la de la flexión ya que se halla limitada por la tensión que desarrolla el ligamento iliofemoral. (Sohier & Company, 2009)

Extensión activa. De menor amplitud que la pasiva:

1. Con la rodilla extendida: 20°
2. Con la rodilla flexionada: 10°, esto es debido a que los músculos isquiotibiales pierden su eficacia como extensores de la cadera por haber empleado una parte importante de su fuerza de contracción en la flexión de la rodilla.
3. Extensión pasiva: 20°, tiene lugar al adelantar un pie, inclinando el cuerpo hacia delante mientras el otro permanece inmóvil.

Se pueden conseguir aumentos considerables de amplitud con la práctica de ejercicios apropiados.

## **ADUCCIÓN**

La aducción pura no existe. Existen, movimientos de aducción relativa, cuando a partir de una posición de abducción llevamos al miembro inferior hacia dentro.

Existen movimientos de aducción combinadas con extensión de la cadera y movimientos de aducción combinados con flexión de la cadera. En todos los movimientos de aducción combinada, la amplitud máxima de la aducción es de 30°. La posición de sentado con las piernas cruzadas una sobre otra, está formada

por una aducción asociada a una flexión y a una rotación externa. En esta posición, la estabilidad de la cadera es mínima. (Sohier & Company, 2009)

## **ABDUCCIÓN**

La abducción lleva al miembro inferior en dirección hacia fuera y lo aleja del plano de simetría del cuerpo. La abducción de una cadera va acompañada de una abducción igual y automática de la otra. Cuando llevamos el movimiento de abducción al máximo, el ángulo que forman los dos miembros inferiores es de 90°, de lo cual se deduce que la amplitud máxima de la abducción de una cadera es de 45°. En los sujetos adiestrados se puede conseguir una abducción de 180°, pero en este caso está en abducción-flexión. (Sohier & Company, 2009)

## **ROTACIÓN**

La rotación externa es el movimiento que conduce la punta del pie hacia fuera. La rotación interna lleva la punta del pie hacia dentro. La posición de referencia, mediante la cual estudiamos la rotación, se obtiene estando el sujeto en decúbito prono y la pierna en flexión de 90° sobre el muslo, en esta posición nos encontramos: Rotación interna 30° Rotación externa 60°

Con el sujeto sentado al borde de una mesa, con la cadera y rodilla flexionadas en ángulo recto, podremos rotar tanto externamente como internamente, a estos movimientos los denominamos rodadura. Los practicantes de yoga llegan a forzar la rotación externa hasta tal punto que los ejes de ambas piernas quedan paralelos, superpuestos y horizontales (posición de Loto). (Sohier & Company, 2009).

### 2.2.3 Anatomía de la Rodilla

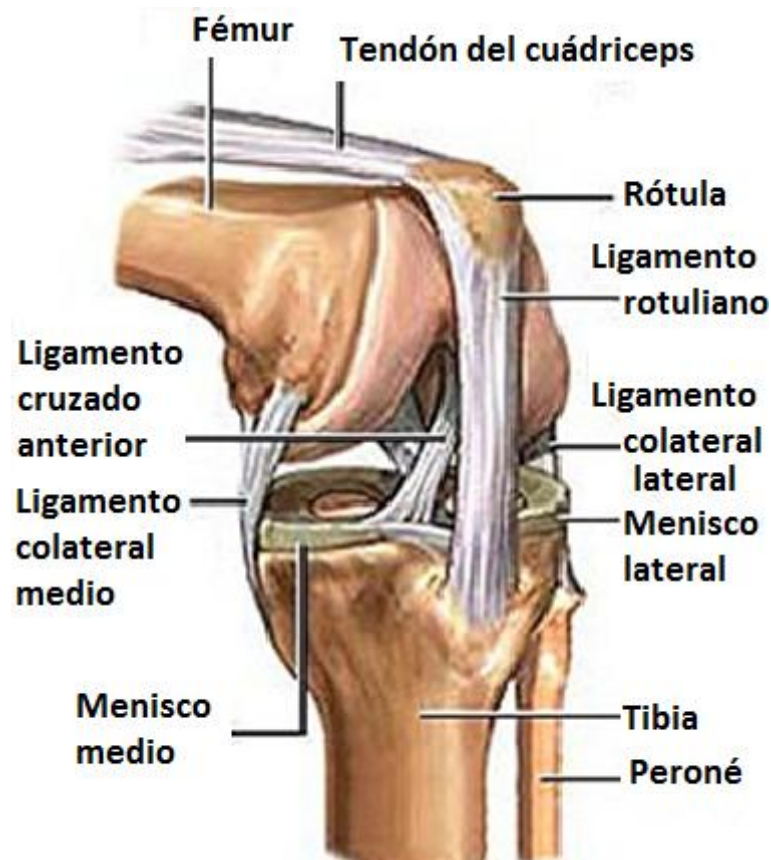


Ilustración No.- 2.2 Rodilla  
Fuente: (Moore & Dalley, 2005)

Como lo mencionan (Moore & Dalley, 2005), la rodilla es una articulación bicondílea, cuyas superficies articulares se caracterizan por su gran tamaño y sus formas complicadas e incongruentes, lo que constituye un factor de importancia para los movimientos de esta articulación. Las estructuras que comprende la rodilla son las siguientes:

- Huesos
- Ligamentos
- Meniscos
- Tendones
- Músculos

La rodilla está conformada particularmente por tres huesos: el fémur, la tibia y la patela o rótula como se conoce comúnmente; existe otro hueso que se une a la tibia sin entrar directamente en la articulación y que presenta muy poco movimiento cuando la rodilla se mueve, este hueso es el peroné. La articulación de la rodilla es una articulación sinovial, esto quiere decir que la articulación está envuelta en una cápsula que contiene líquido sinovial que sirve como lubricante.

La rodilla se forma mediante la unión del extremo distal del fémur, donde se encuentran los cóndilos femorales, con el extremo proximal de la tibia, este extremo es casi plano y se conoce como meseta tibial o platillos tibiales, que pueden ser externo e interno, siendo el externo el más alejado de la otra rodilla.

La rotula se desliza por en medio de los cóndilos en lo que se le conoce como escotadura intercondílea. En la zona de contacto todos los huesos son protegidos por un cartílago, sin estos cartílagos el hueso pierde su protección y puede sufrir daños estructurales.

## **2.2.4 Huesos**

### **2.2.4.1 Fémur**

Está localizado en el muslo, es el hueso más largo, fuerte y voluminoso del cuerpo humano, está unido por medio de una articulación en su extremo superior al hueso coxal que conforma la cabeza y en su extremo inferior donde se encuentra la tróclea se une con la tibia en la rodilla por medio de la articulación femorotibial. (Field, 2004).

Tiene su origen en la caña del fémur, la misma que se curva anteriormente a lo largo de su eje longitudinal y se ensancha ligeramente en sus extremos, la superficie del fémur es lisa con la excepción de un grueso cordón posterior que sirve como punto de inserción de los músculos bíceps femoral, aductor mediano, aductor menor, y porciones del aductor mayor.

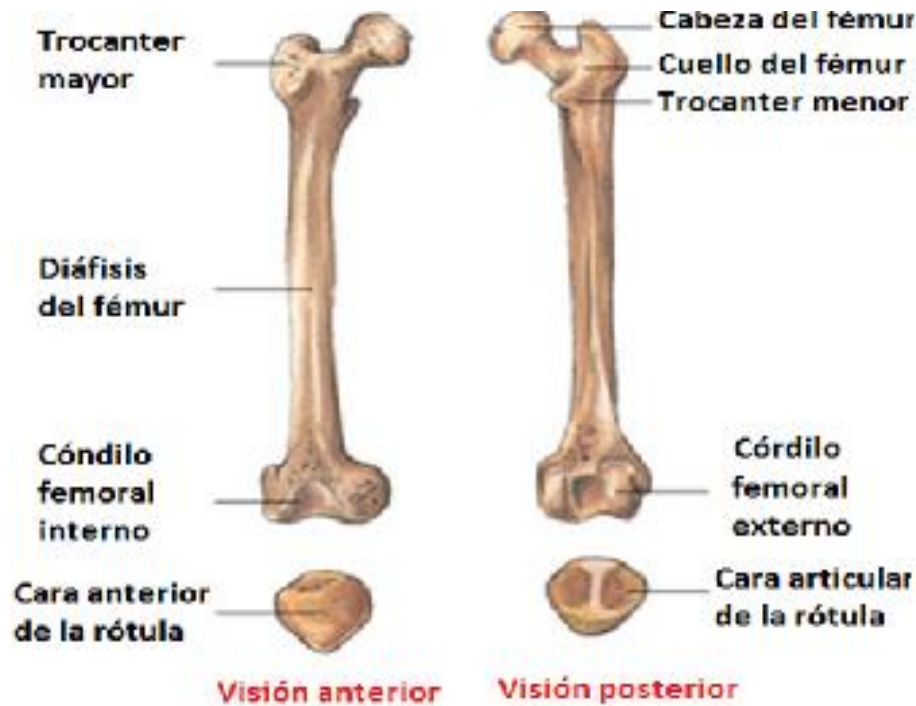


Ilustración No.- 2.3 Fémur

Fuente: (Field, 2004)

La extremidad distal del fémur presenta:

- Por delante se encuentra la rótula.
- Por detrás y por debajo se encuentran los cóndilos femorales.
- Los cóndilos femorales presentan tres superficies: la articular que corresponde al cóndilo externo, el intercondíleo que corresponde a la cisura intercondílea, y una cutánea que corresponde al cartílago articular su función principal es de recubrir y mide 3mm.

Es importante tener en cuenta:

- El contacto condilotibial es más amplia en extensión que en la flexión.
- El cóndilo externo es más excavada y más oblicua de atrás hacia adelante.
- El cóndilo interno está más desviado hacia adentro y es más largo que el externo.
- En el cóndilo externo se fija el ligamento cruzado anterior y el cóndilo interno se fija el ligamento cruzado posterior.



#### 2.2.4.2 Tibia



Ilustración No.- 2.4 Tibia

Fuente: (Field, 2004)

Es voluminosa, en forma de capitel irregular o tronco de pirámide truncada.

Está formada por dos cavidades glenoideas, que se disponen a modo de superficies ovaladas, ligeramente excavadas. Las cavidades glenoideas presentan una superficie denominada superficie interglenoidea la cual presenta dos porciones:

- **Superficie preespinal.**- Podemos distinguir tres relieves: uno anterior, que corresponde al anclaje del freno meniscal antero interno, otro posterior correspondiente a la fijación del ligamento cruzado anterior y otro lateral que corresponde a la fijación del freno meniscal antero externo.
- **La superficie retro espinal.**- Es la más amplia y presenta tres impresiones: una para la fijación del freno meniscal postero interno, otra que corresponde al freno meniscal postero externo y la tercera que corresponde a la fijación del ligamento cruzado posterior. La cápsula

articular se fija en la superficie retro espinal, en los bordes axiales de las cavidades glenoideas, el cartílago de revestimiento mide 3mm.

### 2.2.4.3 Rótula

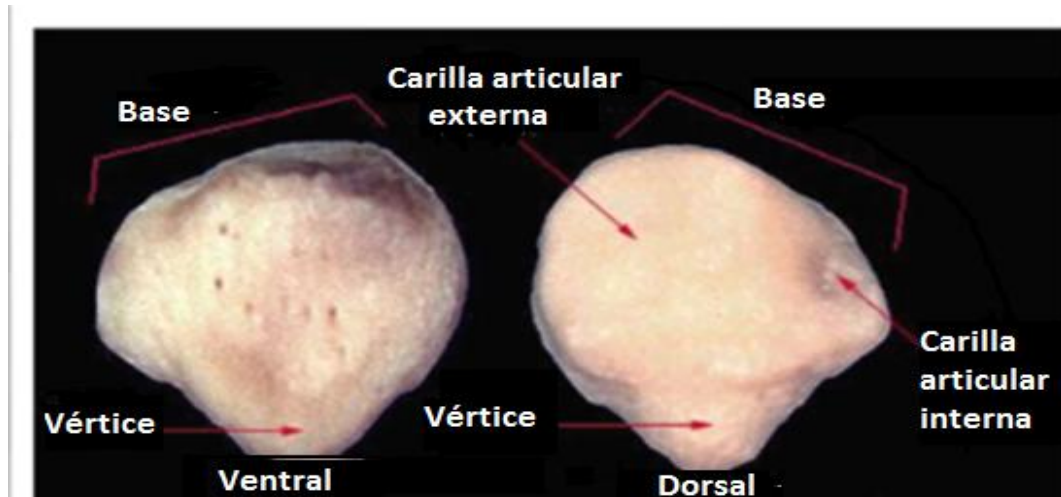


Ilustración No. 2.5. Rótula

Fuente: (Field, 2004)

La rótula es una formación ósea, morfológica y biomecánicamente incorporada al tendón del músculo cuádriceps. Se interpreta como un hueso de tipo sesamoideo y es el centro del conjunto capsulo ligamentoso y complejo tendinoso de la rodilla.

La rótula se distingue por dos superficies:

- **Ventral o no articular**, rugosa e irregular, situada dorsal al vértice rotuliano en forma de herradura de concavidad superior, se relaciona con el paquete adiposo anterior de la rodilla así como con la sinovial.
- **Dorsal o articular**, lisa y revestida por cartílago de un grosor de 3 a 4 cm.

Presenta dos carillas una externa y una interna; la externa es más extensa y ligeramente excavada y la interna es menos excavada y convexa transversalmente.

#### 2.2.4.4 Meniscos

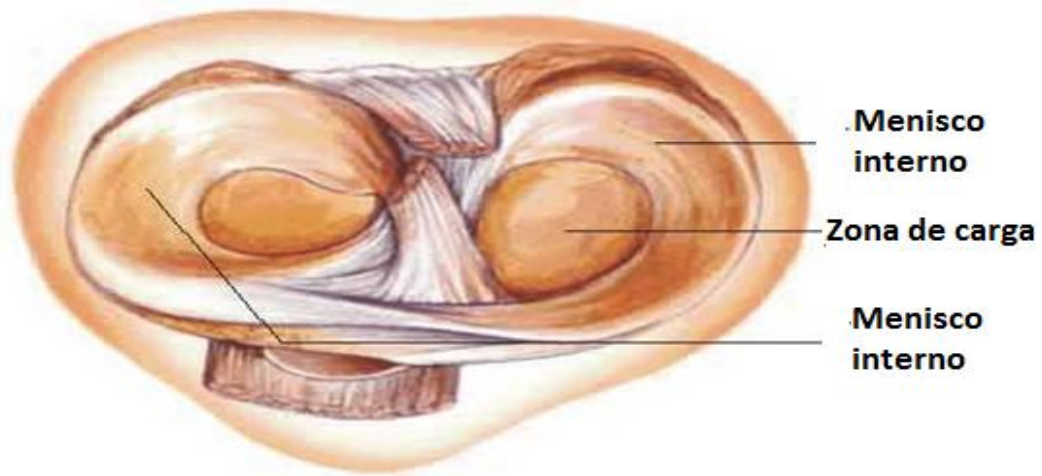


Ilustración No.2.6. Meniscos

Fuente: (Field, 2004)

Los meniscos semilunares, externo e interno son otra forma de estructura cartilaginosa que se encuentra en el interior de la rodilla y son de suma importancia en el desplazamiento del fémur y la tibia.

Se encuentra entre los cóndilos y los platillos tibiales y debido a su elasticidad actúan como amortiguadores al momento de transmitir el peso a través de los huesos de la articulación.

Al estar paralelos a los platillos tibiales tienen forma de C, para adaptarse a estos últimos, el menisco interno es de menor tamaño y ligeramente más amplio, mientras que el externo cuenta con mayor grosor.

Para mantenerse en su posición los meniscos se encuentran anclados a la cápsula de la rodilla, además de ser sujetos entre sí y con los cóndilos por los ligamentos.

#### 2.2.4.5 Ligamentos

Los ligamentos son tejidos resistentes, densos y fibrosos que sujetan los huesos entre sí para proporcionar soporte o movilidad.

#### **2.2.4.6 Ligamento Lateral Interno**

Se encuentra en la parte interna de la pierna, se origina en la parte superior de la tibia y se inserta en el epicóndilo femoral interno. Constituye no sólo un refuerzo intrínseco de la cápsula articular, sino también un medio de fijación del menisco interno. Estructuralmente está formado por una resistente cinta fibrosa triangular, aplanada de base anterior y vértice anclado al menisco interno, de 10 a 12 cm de longitud, más ancha en su porción media 2 a 2.5 cm, y grosor de 0.4 mm que aumenta gradualmente de atrás hacia delante. (Field, 2004)

Se origina en el tubérculo condíleo interno, está cubierto parcialmente por la fijación del alerón interno rotuliano, así como por una lámina fibrosa.

#### **2.2.4.7 Ligamento Lateral Externo**

Se encuentra en la parte externa de la rodilla, Se origina en el cóndilo externo del fémur y se inserta en la extremidad superior del peroné.

Es un ligamento extrínseco y, a diferencia del ligamento colateral interno, no establece continuidad con la cápsula articular, de la que constantemente ésta separado 5-6 mm, por la interposición de una bolsa serosa. Presenta una longitud de 5-6 cm y un grosor medio de 5 mm. En el ligamento lateral externo podemos considerar dos bordes y dos caras.

De su borde anterior nace una expansión fibrosa que desciende oblicuamente sobre el borde externo del fibrocartílago semilunar correspondiente. Su borde posterior está en relación en toda su extensión con el tendón del bíceps, el cual se encuentra recubierto por la membrana sinovial.

#### **2.2.4.8 Ligamentos Cruzados**

##### **Anterior**

El ligamento cruzado anterior se origina en la parte antero interna de la espina de la tibia y en la superficie rugosa que se encuentra por delante de la espina.

Partiendo de este punto, se dirige oblicuamente hacia arriba, atrás y afuera, y viene a fijarse, por su extremidad superior, en la parte más posterior de la cara profunda del cóndilo externo.

### **Posterior**

El ligamento cruzado posterior se origina en la superficie más o menos rugosa, excavada en forma de escotadura que se localiza por detrás de la espina tibial, separando en ese punto las dos cavidades glenoideas.

Desde aquí se dirige oblicuamente hacia arriba, adelante y adentro, y viene a insertarse, por su extremidad superior, en la parte anterior de la cara externa del cóndilo interno.

El ligamento cruzado posterior está reforzado por un fascículo menisco femoral el cual se origina en la extremidad posterior del menisco externo, alcanza la cara anterior del ligamento cruzado posterior y se fija con éste en la cara externa del cóndilo interno. Los dos ligamentos cruzados están recíprocamente en contacto con su borde axial, es decir, por el borde que mira al centro de la articulación. Su borde externo presta inserción, como hemos visto anteriormente, a la cápsula fibrosa. Su cara anterior, o articular, está cubierta por la sinovial. Su cara posterior, extrarticular, está en relación con un paquete célula adiposo.

### **2.2.5 Biomecánica De La Rodilla**

La articulación de la rodilla puede permanecer estable cuando es sometida rápidamente a cambios de carga durante la actividad, lo cual se conoce como estabilidad dinámica de la rodilla y es el resultado de la integración de la geometría articular, restricciones de los tejidos blandos y cargas aplicadas a la articulación a través de la acción muscular y el punto de apoyo que sostiene el peso. (Dufour & Pillu, 2006)

La arquitectura ósea de la rodilla suministra una pequeña estabilidad a la articulación, debido a la incongruencia de los cóndilos tibiales y femorales; sin

embargo, la forma, orientación y propiedades funcionales de los meniscos mejora la congruencia de la articulación y puede suministrar alguna estabilidad, que es mínima considerando los grandes pesos transmitidos a través de la articulación. La orientación y propiedades materiales de los ligamentos, cápsula y tejidos musculotendinosos de la rodilla contribuyen significativamente a su estabilidad.

Los ligamentos de la rodilla guían los segmentos esqueléticos adyacentes durante los movimientos articulares y las restricciones primarias para la traslación de la rodilla durante la carga pasiva. Las restricciones de fibras de cada ligamento varían en dependencia del ángulo de la articulación y el plano en el cual la rodilla es cargada. La estabilidad de la rodilla está asegurada por los ligamentos cruzados anterior y posterior y los colaterales interno (tibial) y externo (peróneo).

El Ligamento Cruzado Anterior tiene la función de evitar el desplazamiento hacia delante de la tibia respecto al fémur; el Ligamento Cruzado Posterior evita el desplazamiento hacia detrás de la tibia en relación con el fémur, que a 90° de flexión se verticaliza y tensa y por ello es el responsable del deslizamiento hacia atrás de los cóndilos femorales sobre los platillos tibiales en el momento de la flexión, lo cual proporciona estabilidad en los movimientos de extensión y flexión. (Dufour & Pillu, 2006)

Los ligamentos laterales brindan una estabilidad adicional a la rodilla; así, el colateral externo o peróneo, situado en el exterior de la rodilla, impide que esta se desvíe hacia adentro, mientras que el colateral interno o tibial (LLI) se sitúa en el interior de la articulación, de forma que impide la desviación hacia afuera, y su estabilidad depende prácticamente de los ligamentos y los músculos asociados.

Consecuentemente, en la mayoría de los casos hay muchos ligamentos que contribuyen sinérgicamente a la estabilidad dinámica de la rodilla; mientras que los esfuerzos combinados de ligamentos y otros tejidos blandos suministran a la rodilla buena estabilidad en condiciones cuando las cargas aplicadas a la articulación son moderadas, la tensión aplicada a estos tejidos durante alguna

actividad agresiva (detener o cambiar con rapidez la dirección en ciertos deportes) suele exceder a su fuerza. Por esta razón se requieren fuerzas estabilizadoras adicionales para mantener la rodilla en una posición donde la tensión en los ligamentos permanezca dentro de un rango seguro. Las fuerzas compresivas de la rodilla, resultantes del soporte del peso del cuerpo y las cargas aplicadas a los segmentos articulares por actividad muscular, suministran estas fuerzas estabilizadoras. (Dufour & Pillu, 2006)

La articulación de la rodilla realiza fundamentalmente movimientos en 2 planos perpendiculares entre sí: flexoextensión en el plano sagital (eje frontal) y rotación interna y externa en el plano frontal (eje vertical).

Para los movimientos debe tenerse en cuenta que el espesor y volumen de un ligamento son directamente proporcionales a su resistencia e inversamente proporcionales a sus posibilidades de distensión.

1. Movimientos de flexión y extensión: Se realizan alrededor de un eje frontal, bicondílea, que pasa los epicóndilos femorales.

La cara posterior de la pierna se aproxima a la cara posterior del muslo en el curso de la flexión, pero sucede lo contrario durante el movimiento de extensión.

A partir de la posición 0° (posición de reposo: cuando el muslo y la pierna se prolongan entre sí en línea recta, formando un ángulo de 180°), la flexión de la pierna alcanza por término medio 130°; pero el límite máximo de la amplitud de ese movimiento no es este, pues tomando el pie con una mano puede ampliarse.

La flexoextensión de la rodilla resulta de la suma de 2 movimientos parciales que ejecutan los cóndilos femorales: un movimiento de rodado, similar al que realizan las ruedas de un vehículo sobre el suelo y un movimiento de deslizamiento de aquellos sobre las cavidades glenoideas; este último de mayor amplitud que el primero. (Dufour & Pillu, 2006)



Foto No.- 2.2 Biomecánica De La Rodilla

Fuente: Tomado de la Federación Deportiva de Chimborazo

El movimiento de rotación o rodado tiene lugar en la cámara femoromeniscal; y la fase de deslizamiento, en la meniscotibial.

En los movimientos de flexión extensión, la rótula se desplaza en un plano sagital. A partir de su posición de extensión, retrocede y se desplaza a lo largo de un arco de circunferencia, cuyo centro está situado a nivel de la tuberosidad anterior de la tibia y cuyo radio es igual a la longitud del ligamento rotulando. Al mismo tiempo, se inclina alrededor de  $35^\circ$  sobre sí misma, de tal manera que su cara posterior, que miraba hacia atrás, en la flexión máxima está orientada hacia atrás y abajo; por tanto, experimenta un movimiento de traslación circunferencial con respecto a la tibia.



Limitantes de la flexión: (Dufour & Pillu, 2006)

a) Distensión de los músculos extensores (cuádriceps crural); b) por la masa de los músculos flexores en el hueco poplíteo; y c) El segmento posterior de los meniscos.

Limitantes de la extensión:

b) Distensión de los músculos flexores; b) el segmento anterior de ambos meniscos; c) la distensión de la parte posterior del manguito capsulo ligamentoso.

d) los 2 ligamentos laterales, que al estar situados por detrás del eje de movimientos, se ponen cada vez más tensos a medida que el movimiento de extensión progresa.

En la fase de postura, la flexión de la rodilla funciona como un amortiguador para ayudar en la aceptación del peso.

La función de los ligamentos cruzados en la limitación de los movimientos angulares de la rodilla varía, según la opinión de los diferentes autores.

2. Movimientos de rotación de la rodilla: Consisten en la libre rotación de la pierna, o sea, en que tanto la tibia como el peroné giran alrededor del eje longitudinal o vertical de la primera, en sentido externo o interno.

La rodilla puede realizar solamente estos movimientos de rotación cuando se encuentra en posición de semiflexión, pues se producen en la cámara distal de la articulación y consisten en un movimiento rotatorio de las tuberosidades de la tibia, por debajo del conjunto meniscos-cóndilos femorales.

En la extensión completa de la articulación, los movimientos de rotación no pueden realizarse porque lo impide la gran tensión que adquieren los ligamentos laterales y cruzados.

La máxima movilidad rotatoria activa de la pierna se consigue con la rodilla en semiflexión de 90°. La rotación externa es siempre más amplia que la interna (4 veces mayor, aproximadamente).

En la rotación interna, el fémur gira en rotación externa con respecto a la tibia y arrastra la rótula hacia afuera: el ligamento rotuliano se hace oblicuo hacia abajo y adentro. En la rotación externa sucede lo contrario: el fémur lleva la rótula hacia adentro, de manera que el ligamento rotuliano queda oblicuo hacia abajo y afuera, pero más oblicuo hacia fuera que en posición de rotación indiferente. (Dufour & Pillu, 2006)

La capacidad de rotación de la articulación de la rodilla confiere a la marcha humana mayor poder de adaptación a las desigualdades del terreno y, por consiguiente, mayor seguridad. Los movimientos de rotación desempeñan también una función importante en la flexión de las rodillas, cuando se pasa de la posición de pie a la de cuclillas. La capacidad de rotación de la rodilla permite otros muchos movimientos, por ejemplo: cambiar la dirección de la marcha, girar sobre sí mismo, trepar por el tronco de un árbol y tomar objetos entre las plantas de los pies.

Por último, existe una rotación axial llamada "automática", porque va unida a los movimientos de flexoextensión de manera involuntaria e inevitable. Cuando la rodilla se extiende, el pie se mueve en rotación externa; a la inversa, al flexionar la rodilla, la pierna gira en rotación interna. En los movimientos de rotación axial, los desplazamientos de la rótula en relación con la tibia tienen lugar en un plano frontal; en posición de rotación indiferente, la dirección del ligamento rotuliano es ligeramente oblicua hacia abajo y afuera.

Los 2 ligamentos cruzados limitan el movimiento de rotación interna, que aumentan su cruzamiento, y deshacen este último cuando la pierna rota internamente, por lo que no pueden restringir este movimiento de manera alguna. El movimiento de rotación externa es limitado por el ligamento lateral externo, que se tuerce sobre sí mismo, y por el tono del músculo poplíteo.

Al igual que sucede en los movimientos de flexoextensión, los meniscos también se desplazan en el curso de los movimientos rotatorios de la pierna; desplazamientos en los cuales reside la causa de su gran vulnerabilidad.

Las lesiones meniscales solamente se pueden producir, según esto, en el curso de los movimientos articulares, y no cuando la rodilla se encuentra bloqueada en extensión. Combinaciones incoordinadas de los movimientos de rotación (sobre todo la interna), que hundan el menisco en el ángulo condilotibial, punzándole, con los de flexión y extensión, son causantes de tales lesiones meniscales. (Dufour & Pillu, 2006)

3. Movimientos de abducción y aducción: Son más conocidos en semiología con el nombre de movimientos de inclinación lateral y corresponden realmente más a un juego mecánico de conjunto, que a una función que posea una utilidad definida.

En la posición de extensión, y fuera de todo proceso patológico, son prácticamente inexistentes. Su amplitud es del orden de 2 a 3° y obedecen a uno de los caracteres del cartílago articular, que es el de ser compresible y elástico.

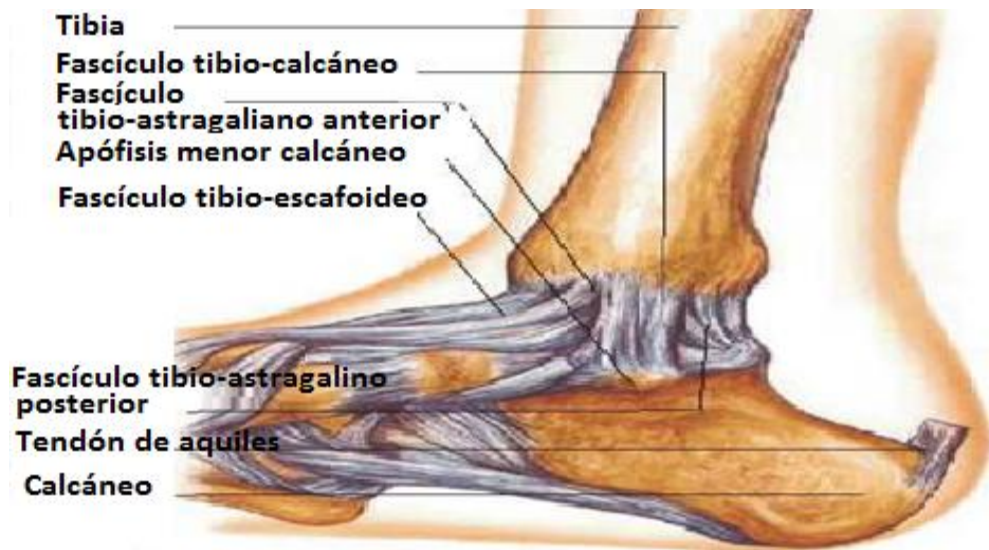
4. Movimientos de la rótula: Generalmente se considera que los movimientos de la rótula no influyen en los de la rodilla. La patela sufre un ascenso en la extensión y desciende en la flexión.

## **2.2.6 Recuerdo Anatómico del Tobillo y Pie**

### **2.2.6.1 Tobillo**

La articulación del tobillo, debido a su configuración anatómica, es una de las más congruentes y, por tanto, de las más estables de la extremidad inferior. A través de ella se realizan los movimientos de flexión y extensión del pie. (Field, 2004).

La articulación del tobillo se halla formada por la tróclea astragalina y por la mortaja tibioperonea. Ambas poseen unas características anatómicas que condicionan la biomecánica de la articulación.



**Ilustración No.2.7 Anatomía ósea del tobillo**  
Fuente: (Field, 2004)

### **Tróclea astragalina**

La tróclea astragalina tiene forma de un segmento de cilindro de unos  $105^\circ$ . En el plano horizontal es de 4 a 6 mm más ancha por delante que por detrás. Debido a esta forma en cuña, los planos que pasan por sus bordes laterales son convergentes hacia atrás formando un ángulo abierto hacia adelante de unos  $50^\circ$ . (Field, 2004)

Vista por su parte superior, la superficie de la tróclea es ligeramente acanalada, lo que contribuye a su estabilidad dentro de la mortaja. En el plano longitudinal, las caras laterales son muy diferentes: la interna se halla poco desarrollada y su arco total es ligeramente inferior al de la externa. Esta última es mucho más amplia y su arco es superior; su radio de curvatura es mayor que el de la interna. Esta morfología hace que, cuando existe un movimiento de flexoextensión en el plano sagital, haya otro de aducción-abducción en el plano transversal.

### **Mortaja tibioperonea**

Está formada por la parte más distal de los huesos de la pierna. Por parte de la tibia intervienen 2 superficies articulares: la cara inferior de su extremidad distal, que, al igual que la tróclea astragalina, es más ancha por delante que por detrás, y

la cara externa del maleolotibial para articularse con la cara interna del astrágalo. Por parte del peroné interviene la parte interna del maleoloperoneal, que se articula con la carilla correspondiente del astrágalo. (Field, 2004)

Los 2 maléolos son ligeramente divergentes en su porción anterior para adaptarse a la parte anterior de la tróclea astragalina; también los planos que pasan por las carillas articulares de ambos maléolos son convergentes hacia atrás.

El maléolo interno tibial se halla poco desarrollado y su principal acción mecánica es mantener las fuerzas de tracción que le llegan a través del ligamento deltoideo. El maléolo externo peroneal es mucho más potente y distal que el interno, y encaja con la amplia carilla articular del astrágalo. Trabaja a compresión impidiendo que el talón se derrumbe en valgo.

Como vemos, pues, la mortaja tibioperonea encaja exactamente con la tróclea astragalina. Tiene forma de un semicilindro de unos 65°, es decir, cubre más de la mitad de la superficie troclear, lo que confiere una gran estabilidad a la articulación.

Independientemente de la morfología ósea comentada, que confiere al tobillo una gran estabilidad, existen también unas estructuras capsuloligamentosas que participan en la estabilidad de la articulación y que forman parte del mecanismo de aprehensión elástica del astrágalo dentro de la mortaja tibioperonea.

Según este concepto, el astrágalo quedaría encerrado en un círculo elástico con unos topes óseos: el pilón tibial, los maléolos y la subastragalina. La cápsula y los ligamentos de la articulación tibioperonea astragalina serían los responsables de dar elasticidad al conjunto.

#### **2.2.6.2 Pie**

Atendiendo a criterios funcionales se descubrirá por separado sus 3 partes fundamentales: la bóveda plantar, su apoyo posterior o talón y su apoyo anterior o antepié.

## **Bóveda plantar**

La bóveda plantar tiene una forma de media concha abierta por la parte interna que, si la uniésemos a la del otro pie, formaría una bóveda esférica completa. (Moore & Dalley, 2005)

La parte superior de la bóveda, que soporta fuerzas a compresión, está formada por los huesos; la inferior, que resiste esfuerzos de tracción, está constituida por ligamentos aponeuróticos y músculos cortos, que son las estructuras preparadas mecánicamente para esta función.

Se distingue en ella una serie de arcos longitudinales y otros transversales.

La bóveda plantar mantiene su forma gracias a una serie de estructuras que la estabilizan. Estas estructuras son los huesos, las cápsulas y ligamentos y los músculos. Los 2 primeros lo hacen de forma pasiva, mientras que los últimos lo hacen de una forma activa.

Los huesos contribuyen al mantenimiento de la bóveda plantar gracias a que encajan perfectamente entre sí a través de sus superficies articulares del modo como lo harían las piezas de un puzzle. Ahora bien, si dejamos las piezas óseas aisladas, el esqueleto del pie se derrumba, se aplana y cae hacia dentro en un movimiento de pronación del tarso. Para que esto no ocurra y el pie se mantenga en posición fisiológica, es necesaria la acción estabilizadora de las estructuras fibroelásticas: las cápsulas y los ligamentos.

Con el pie en reposo, los músculos no tienen ninguna acción directa en el mantenimiento de la morfología de la bóveda. Un pie absolutamente paralizado mantiene la forma normal. Lo mismo ocurre en un sujeto anestesiado. Ahora bien, la situación de reposo absoluto o standing static no existe en el ser vivo.

Lo normal, como dice Smith, es el standing dynamic: el cuerpo tiene un pequeño balanceo producido por la acción de la gravedad que tiende a hacerle caer y se pierde el equilibrio normal entre las fuerzas del pie.

Entonces, cuando los ligamentos son sometidos a un estrés superior a su resistencia, los músculos actúan ayudando a los ligamentos a vencer las fuerzas gravitatorias contrarias a la bipedestación. Por tanto, tienen una acción subsidiaria activa en el mantenimiento de la bóveda.

Como escribió ya hace tiempo Ombrédanne, los tendones de los músculos largos representarían en el pie las diversas cuerdas que harían mover una marioneta. Su contracción provoca diversos movimientos. El equilibrio entre todos ellos, con actividad o sin ella, mantiene la forma normal. La ruptura de este equilibrio deforma el pie.

Esto se observa muy claramente en las alteraciones neuromusculares, especialmente en la poliomielitis. La parálisis del grupo extensor ocasiona un predominio de los flexores y una deformidad en equino; a la inversa, la falta de función de los flexores plantares da origen a un pie talo. Lo mismo podríamos decir en relación con los inversores y eversores, cuya parálisis provoca la deformidad en varo o en valgo. Aparte de todas las estructuras comentadas, para el mantenimiento del pie en posición fisiológica es absolutamente necesario que la pinza maleolar sujete el astrágalo manteniendo el talón correctamente alineado.

### **Talón**

Visto por detrás, el talón debe seguir la línea de Helbing (vertical que pasa por el centro del hueso poplíteo y por el centro del talón), o bien desviarse en unos 5° de valgo, lo cual contribuye a amortiguar el choque del talón con el suelo durante la marcha. (Moore & Dalley, 2005)

Estabilidad del talón. En posición fisiológica, el talón forma en el plano frontal un ángulo de 5-15° con la vertical, y en el plano sagital, un ángulo de unos 30°. Astrágalo y calcáneo, separados de la pinza maleolar y de sus conexiones musculoligamentosas, se derrumban en valgo y en equino.

El astrágalo cae hacia delante, abajo y dentro del calcáneo. Para que esto no ocurra existen unas estructuras que mantienen el talón en los planos frontal y sagital.

Mantenimiento del talón en el plano frontal. Debido a la tendencia a caer en valgo y pronación, existen unos elementos que actúan a compresión para impedir la caída al ejercer de tope a la excesiva pronación, y otros que actúan a distensión a fin de limitar por tracción dicho movimiento.

Entre los primeros se encuentran: *a)* el maleoloperoneo, que es un potente tope que, colocado en la parte externa del astrágalo, impide el valgo de éste, y *b)* el sistema de sustentaculum tali, que está formado por unas trabéculas verticales en el calcáneo que mantienen la carilla articular anterointerna y que sostiene la plataforma simétrica del astrágalo, a la cual van a terminar, a su vez, unas trabéculas verticales procedentes de la tibia.

Entre los ligamentos que frenan el valgo figuran: *a)* el ligamento deltoideo, desde la tibia al tarso, que impide la pronación de este último; *b)* el ligamento interóseo tibioperoneo, que impide la separación entre la tibia y el peroné, y con ello la abertura de la mortaja, cuyo perfecto cierre y encaje con el astrágalo son básicos para la estabilidad de la región, y *c)* el ligamento astragalocalcáneo de la subastragalina, que impide la separación entre astrágalo y calcáneo.

La estabilidad conjunta del tarso posterior se mantiene gracias al sistema calcáneo-aquíleo-plantar descrito por Viladot, que está constituido por 3 elementos:

*a)* el tendón de Aquiles, que transmite al pie toda la potencia del tríceps sural (gemelos y sóleo).

*b)* el sistema trabecular posteroinferior del calcáneo, individualizado en el niño formando su epífisis posterior.



c) parte de los músculos cortos del pie, en especial el flexor corto y el abductor del dedo gordo.

En conjunto, el sistema constituye una unidad funcional, similar al aparato extensor de la rodilla, que sirve para colocar el pie en equinismo.

Su acción es básica en la fase de despegue de la marcha normal y sin ella movimientos tan propios del ser humano, como son la carrera, el salto o la danza, serían completamente imposibles.

La porción ósea intermedia y las trabéculas posteriores del calcáneo serían como un gran sesamoideo, una rótula que transmitiría la potencia flexora del tríceps sural al antepié.

### **Antepié**

Cuando se examinan los diversos tipos de antepiés se observa una variabilidad en la terminación anterior de los dedos y los metatarsianos que dan origen a las llamadas fórmulas digital y metatarsal. (Moore & Dalley, 2005)

Cuando se combina con un metatarsiano débil, corto y en varo, aparece el hallux valgus. Cuando lo hace con un primer metatarsiano index plus, potente y recto, existe una predisposición al hallux rigidus o a la sesamoiditis.

Desde los trabajos de Morton, la inmensa mayoría de los autores admite que todos los metatarsianos soportan carga. Si consideramos como de 6 unidades la carga que llega al antepié, una unidad cae en cada uno de los últimos metatarsianos y 2 a través de cada uno de los sesamoideos en el primer metatarsiano que está más desarrollado y es, por tanto, más potente. El primer metatarsiano soporta, como mínimo, el doble de peso que cada uno de los restantes.

Con el pie en situación de carga no existe, por consiguiente, el arco anterior que describían los autores clásicos en el plano frontal. Este arco sólo puede encontrarse con el pie en descarga.

Ahora bien, tal como dice Lake: los metatarsianos forman un tronco de cono que se ensancha ligeramente de atrás hacia delante y que al llegar al suelo forma un arco de concavidad posterior en el plano horizontal.

La desestructuración de este arco por diferencias en la longitud de los diferentes metatarsianos es causa de importantes metatarsalgias de origen biomecánico.

### **2.2.6.3 Cinemática**

El pie posee un conjunto de articulaciones que le permiten el movimiento en los 3 planos del espacio. Estos movimientos son de flexión-extensión, rotación interna (aducción)-rotación externa (abducción) y pronación-supinación. (Dufour & Pillu, 2006)

Desde un punto de vista funcional podemos agrupar las articulaciones en 2 grandes grupos:

1. Articulaciones de acomodación: que tienen como misión amortiguar el choque del pie con el suelo y adaptarlo a las irregularidades del terreno. Son las articulaciones del tarso y tarsometatarsianas.

2. Articulaciones de movimiento: Su función es principalmente dinámica y son fundamentales para la marcha. Son la del tobillo y las de los dedos.

### **2.2.6.4 Articulaciones de Acomodación**

Articulaciones subastragalina y de Chopart. Su acción se ejerce conjuntamente, por lo cual las estudiamos en el mismo apartado. (Dufour & Pillu, 2006)

La subastragalina se halla formada, a su vez, por 2 articulaciones: una posteroexterna y otra anterointerna. Ambas tienen una sección irregularmente esférica, pero con la particularidad de que, en la posterior, la parte convexa se encuentra en la carilla inferior (calcánea), mientras que la anterior se encuentra en la superior (astragalina).

Además de la cápsula articular, ambas subastragalinas se hallan unidas por una serie de formaciones ligamentosas: en la parte externa, en el seno propiamente dicho, se encuentran unas fibras muy laxas, la retináculo. Hacia la parte interna, ya en el canal del tarso, se encuentra el potente ligamento interóseo astragalocalcáneo. (Dufour & Pillu, 2006)

La articulación de Chopart se halla formada, en la parte externa: por la superficie articular anterior del calcáneo y la posterior del cuboides. Ambos huesos se encuentran unidos por el potente ligamento calcaneocuboideo inferior, que con sus 2 fascículos, estabiliza el denominado pie calcáneo o pie de apoyo.

Por la parte interna se halla formado por la cara articular anterior de la cabeza del astrágalo, de forma esférica, y por la carilla articular posterior del escafoides, de forma cóncava.

Esta última ve ampliada su superficie articular en la parte inferior por el ligamento calcaneoescafoideo plantar o ligamento en hamaca, que constituye un importante soporte plantar para la cabeza del astrágalo e impide su caída.

En la parte interna y plantar se encuentra también el fascículo directo del tendón tibial posterior que, al insertarse en el tubérculo del escafoides, contribuye a estabilizar la cabeza del astrágalo en posición.

Los movimientos de la articulación subastragalina se realizan en torno al eje de Henke, que penetra por la cara supero interna del cuello del astrágalo, pasa a través del seno del tarso y sale por la parte posteroexterna del calcáneo. Forma un ángulo de  $16^{\circ}$  con el plano longitudinal y de  $42^{\circ}$  con el transverso.

Los movimientos de la articulación de Chopart se realizan alrededor de 2 ejes. El longitudinal forma un ángulo de  $15^{\circ}$  con el plano horizontal y de  $9^{\circ}$  con el plano sagital, se dirige de arriba abajo, de delante a detrás y de dentro a fuera. A través de él se realizan los movimientos de abducción-aducción. (Dufour & Pillu, 2006)

El segundo eje es oblicuo y se dirige de arriba abajo, de dentro a fuera y de delante a atrás formando un ángulo de  $52^{\circ}$  con el plano horizontal y de  $57^{\circ}$  con el plano sagital. Alrededor de este eje se realizan los movimientos de flexión y extensión del medio pie.

Con el astrágalo fijo, el calcáneo realiza 4 movimientos:

- a) descenso de la porción anterior, en flexión, colocándose en equino.
- b) desplazamiento hacia dentro en aducción, colocándose en varo.
- c) gira hacia dentro, haciendo que su cara plantar mire hacia dentro y colocándose en supinación.
- d) movimiento de deslizamiento hacia atrás del calcáneo, de forma que la extremidad anterior de éste queda en una situación más posterior a la del astrágalo.

Este conjunto de movimientos constituye la inversión del pie, que alcanza los  $30^{\circ}$ . En la eversión, que alcanza los  $10^{\circ}$ , los movimientos se hacen en sentido contrario, de manera que el calcáneo se coloca en talo, en valgo, en pronación y hacia adelante del astrágalo. (Dufour & Pillu, 2006)

En la zona mediotarsiana estos movimientos son ampliados de forma que en la inversión:

- a) el escafoides se desplaza hacia dentro de la cara astragalina y realiza un ligero movimiento de supinación.
- b) el cuboides sigue al escafoides y se desliza hacia dentro del calcáneo, al mismo tiempo que supina.

En la eversión se efectúan los mismos movimientos en sentido contrario.

### 2.2.6.5 Ligamentos

Los ligamentos más importantes, ya que son los que le proporcionan estabilidad a la articulación, son:

- Ligamento lateral interno o ligamento deltoideo: une el astrágalo y el calcáneo con la tibia y se encuentra al lado interno del tobillo
- Ligamento lateral externo: son tres fascículos diferentes, que unen el astrágalo y el calcáneo con el peroné. Está en el lado externo.
- Ligamentos de la sindésmosis: son los que mantienen unido la tibia y el peroné.

### 2.2.7 Sistema Muscular

El sistema muscular permite que el esqueleto se mueva, mantenga su estabilidad y dé forma al cuerpo. En los vertebrados los músculos son controlados por el sistema nervioso, aunque algunos músculos (tales como el cardíaco) pueden funcionar de forma autónoma.

Aproximadamente el 40% del cuerpo humano está formado por músculos. Vale decir que por cada kg de peso total, 400 g corresponden a tejido muscular. (Latarget, 2004)

#### 2.2.7.1 Funciones

El sistema muscular es responsable de:

- **Locomoción:** efectuar el desplazamiento de la sangre y el movimiento de las extremidades.
- **Actividad motora de los órganos internos:** el sistema muscular es el encargado de hacer que todos nuestros órganos desempeñen sus funciones, ayudando a otros sistemas, como por ejemplo, al sistema cardiovascular o al sistema digestivo.

- **Información del estado fisiológico:** por ejemplo, un cólico renal provoca contracciones fuertes del músculo liso, generando un fuerte dolor que es signo del propio cólico.
- **Mímica:** el conjunto de las acciones faciales o gestos que sirven para expresar lo que sentimos y percibimos.
- **Estabilidad:** los músculos, junto a los huesos permiten al cuerpo mantenerse estable mientras permanece en estado de actividad.
- **Postura:** el sistema muscular da forma y conserva la postura. Además, mantiene el tono muscular (tiene el control de las posiciones que realiza el cuerpo en estado de reposo).
- **Producción de calor:** al producir contracciones musculares se origina energía calórica.
- **Forma:** los músculos y tendones dan el aspecto típico del cuerpo.
- **Protección:** el sistema muscular sirve como protección para el buen funcionamiento del sistema digestivo y de otros órganos vitales.

#### 2.2.7.2 Componentes

El sistema muscular está formado por músculos y tendones.

**Músculos:** La principal función de los músculos es contraerse y elongarse, para así poder generar movimiento y realizar funciones vitales. Se distinguen tres grupos de músculos, según su disposición: (Martinez, 1998)

- El músculo esquelético
- El músculo liso
- El músculo cardíaco

Tabla 2.1 MÚSCULOS DEL MIEMBRO INFERIOR

<b>MÚSCULOS DEL MIEMBRO INFERIOR</b>	
<b>Flexión de la cadera</b>	<b>Extensión de la cadera</b>
Psoas mayor Iliaco	Glúteo mayor Semitendinoso Semimembranoso Bíceps crural
<b>Abducción de la cadera</b>	<b>Aducción de la cadera</b>
Glúteo mediano	Aproximador mayor Aproximador menor Aproximador mediano Pectíneo Recto interno del muslo
<b>Rotación externa de la cadera</b>	<b>Rotación interna de la cadera</b>
Obturador externo Obturador interno Cuadrado crural Piramidal de la pelvis Gemino superior Gemino inferior Glúteo mayor	Glúteo menor
<b>Músculos de la rodilla</b>	
<b>Flexión de la rodilla</b>	<b>Extensión de la rodilla</b>
Semitendinoso Semimembranoso Bíceps crural	Recto anterior Crural Basto externo Basto interno largo Basto interno oblicuo
<b>MÚSCULOS DEL PIE</b>	
<b>Flexión de tobillo</b>	<b>Dorsiflexión</b>
Gemelos Soleo	Tibial anterior
<b>Inversión</b>	<b>Eversión</b>
Tibial posterior	Peróneo lateral largo y corto

Fuente: Daniels-Worthinghams, Pruebas Funcionales Musculares, (6ta Edición,)

### 2.2.7.3 Clasificación de los Músculos según la Forma en que sean Controlados.

- **Voluntarios:** controlados por el individuo.
- **Involuntarios o viscerales:** dirigidos por el sistema nervioso central.
- **Autónomo:** su función es contraerse regularmente sin detenerse.
- **Mixtos:** músculos controlados por el individuo y por el sistema nervioso, como por ejemplo, los párpados.

Los músculos están formados por una proteína llamada miosina, que se encuentra en todo el reino animal e incluso en algunos vegetales que poseen la capacidad de moverse. (Martinez, 1998).

El tejido muscular se compone de una serie de fibras agrupadas en haces o masas primarias y envueltas por la aponeurosis, una especie de vaina o membrana protectora, que impide el desplazamiento del músculo.

Las fibras musculares poseen abundantes filamentos intraprotoplasmáticos llamados miofibrillas, que se ubican paralelamente a lo largo del eje mayor de la célula y ocupan casi toda la masa celular.

Las miofibrillas de las fibras musculares lisas son aparentemente homogéneas, pero las del músculo estriado presentan zonas de distinta refringencia, debido a la distribución de los componentes principales de las miofibrillas, las proteínas de miosina y actina.

#### **2.2.7.4 Forma de los Músculos**

Cada músculo posee una determinada estructura, según la función que realice. Entre ellas encontramos:

- **Fusiformes:** músculos con forma de huso. Son gruesos en su parte central y delgado en los extremos.
- **Planos y anchos:** son los que se encuentran en el tórax (abdominales) y protegen los órganos vitales ubicados en la caja torácica.
- **Abanicoides o abanico:** los músculos pectorales o los temporales de la mandíbula.
- **Circulares:** músculos en forma de aro. Se encuentran en muchos órganos y tienen la función de abrir y cerrar conductos. Por ejemplo, el píloro o el orificio anal.
- **Orbiculares:** músculos semejantes a los fusiformes, pero con un orificio en el centro. Sirven para cerrar y abrir otros órganos. Por ejemplo, los labios y los ojos.



### **2.2.8 Fisiología del Musculo**

Los músculos junto con la postura, facilitan la actitud y el movimiento del cuerpo humano. Los músculos son nuestras únicas estructuras que pueden alargarse y acortarse.

A diferencia de las otras estructuras de soporte de ligamentos y tendones, los músculos poseen una capacidad única de impartir actividad dinámica al cuerpo. (Moore & Dalley, 2005).

Los tipos de fibras que forman los músculos son dos:

- Extrafusil.
- Intrafusil.

#### **2.2.8.1 Las fibras extrafusales**

Contienen miofibrillas, los elementos que contraen, relajan y extienden los músculos. Las miofibrillas están constituidas por varias bandas y entre las bandas hay unidades llamadas sarcómeros. Los sarcómeros contienen miofilamentos constituidos por actina y miosina. Los miofilamentos de miosina tienen pequeñas proyecciones, llamadas puentes cruzados que se extienden a partir de ellos. Las fibras extrafusales reciben impulsos nerviosos desde el cerebro que ocasionan una reacción química.

Esta reacción hace que posteriormente los puentes cruzados en la miosina se colapsen y deja que los miofilamentos de Actina y de miosina resbalen suavemente unos encima de otros y que la fibra muscular se acorte y se contraiga.

#### **2.2.8.2 Las fibras intrafusales**

También llamadas bastoncitos, se extienden en paralelo con las fibras extrafusales. Los bastoncitos musculares son los principales receptores de extensión en el músculo. Cuando un músculo se estira, los bastoncitos musculares reciben un mensaje del cerebro que provoca el inicio de una contracción refleja.

Los músculos derivan su información a partir del sistema nervioso central, o del cerebro. Esta información viaja a través de la médula espinal hacia el sistema nervioso periférico que se extiende a partir de la médula espinal, entre las vértebras, y por último hasta todos, los músculos del cuerpo.

Entre los mensajes que llegan a los músculos están los que dirigen la longitud de cada músculo en cualquier momento, la tensión necesaria prevista para el mantenimiento de la postura y la iniciación o de tensión del movimiento. En cada segundo se procesa una cantidad increíble de información.

### **2.2.8.3 Tipos de Contracción**

#### **Isotónica o Dinámica**

Es el tipo de contracción muscular más familiar, y el término significa la misma tensión. Como el término lo expresa, significa que durante una contracción isotónica la tensión debería ser la misma a lo largo del total de la extensión del movimiento.

Sin embargo, la tensión de la contracción muscular está relacionada al ángulo, siendo la máxima contracción alrededor de los 120 grados, y la menor alrededor de los 30 grados. Las contracciones isotónicas se dividen en:

- Concéntrica.
- Excéntrica.

#### **2.2.8.4 Concéntricas**

Una contracción concéntrica ocurre cuando un músculo desarrolla una tensión suficiente para superar una resistencia, de forma tal que este se acorta y moviliza una parte del cuerpo venciendo dicha resistencia.

Un claro ejemplo es cuando llevamos un vaso de agua a la boca para beber, existe acortamiento muscular concéntrico ya que los puntos de inserción de los músculos se juntan, se acortan o se contraen.

### **Excéntricas:**

Cuando una resistencia dada es mayor que la tensión ejercida por un músculo determinado, de forma que éste se alarga se dice que dicho músculo ejerce una contracción excéntrica, en este caso el músculo desarrolla tensión alargándose es decir extendiendo su longitud, un ejemplo claro es cuando llevamos el vaso desde la boca hasta apoyarlo en la mesa, aquí el bíceps braquial se contrae excéntricamente.

En este caso juega la fuerza de gravedad, ya que si no se produciría una contracción excéntrica y se relajarían los músculos el brazo y el vaso caerían hacia el suelo a la velocidad de la fuerza de gravedad, para que esto no ocurra el músculo se extiende contrayéndose en forma excéntrica.

Por lo tanto podemos decir que cuando los puntos de inserción de un músculo se alargan se producen una contracción excéntrica. Aquí se suele utilizar el término alargamiento bajo tensión, este vocablo "alargamiento" suele prestarse a confusión ya que si bien el músculo se alarga y extiende lo hace bajo tensión y yendo más lejos no hace más que volver a su posición natural de reposo. (Moore & Dalley, 2005)

### **Isométrica o Estática**

Se refiere al tipo de contracción en la cual el músculo desarrolla una tensión sin cambiar su longitud ("iso" igual; y "metro" = unidad de medición).

Un músculo puede desarrollar tensión a menudo más alta que aquellas desarrolladas durante una contracción dinámica, vía una contracción estática o isométrica.

La aplicación de la fuerza de un atleta en contra de una estructura inmóvil especialmente construido, u objetos que no podrán ceder a la fuerza generada por el deportista, hace acortamiento visible del músculo los filamentos de Actina permanecen en la misma posición.

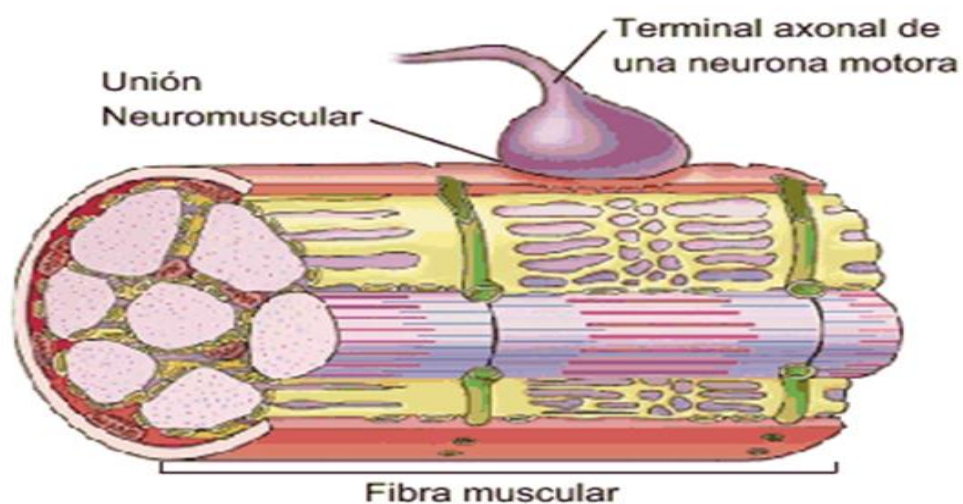
### 2.2.8.5 Fisiología de la Contracción

Aproximadamente el 40% del cuerpo es músculo esquelético y tal vez otro 10% es músculo liso y cardíaco. Algunos de los mismos principios básicos de la contracción se aplican a todos estos diferentes tipos de músculo.

### 2.2.8.6 Mecanismo general de la contracción muscular

El inicio y la ejecución de la contracción muscular se producen en las siguientes etapas secuenciales: (Moore & Dalley, 2005)

- Un potencial de acción viaja a lo largo de la fibra motora hasta sus terminales donde las fibras musculares.
- En cada terminal, el nervio secreta una pequeña cantidad de acetilcolina.
- La acetilcolina actúa en una zona local de la membrana de la fibra muscular para abrir múltiples canales activados por acetilcolina a través de moléculas proteicas que flotan en la membrana.
- La apertura de los canales activados por acetilcolina permite que grandes cantidades de iones de sodio se difundan hacia el interior de la membrana de la fibra muscular.

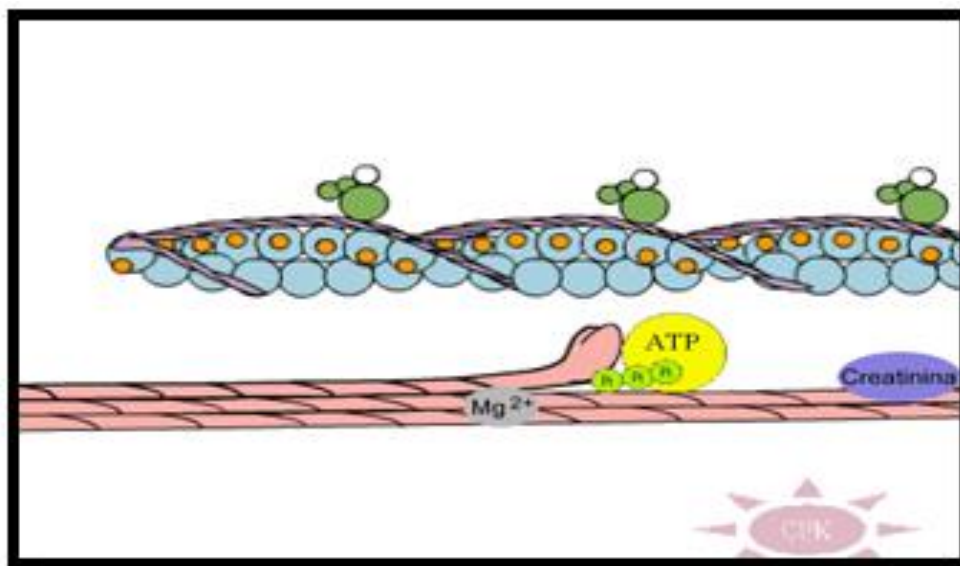


**Ilustración No.2.8.Fisiología de la Contracción**

Fuente: (Moore & Dalley, 2005)

Esto inicia un potencial de acción en la membrana. (Moore & Dalley, 2005)

- El potencial de acción viaja a lo largo de la membrana de la fibra muscular de la misma manera que los potenciales de acción viajan a lo largo de las membranas de las fibras nerviosas.
- El potencial de acción despolariza la membrana muscular, y buena parte de la electricidad del potencial de acción fluye a través del centro de la fibra muscular, donde hace que el retículo sarcoplásmico libere grandes cantidades de iones de calcio que se han almacenado en el interior de este retículo.
- Los iones de calcio inician fuerzas de atracción entre los filamentos de Actina y miosina, haciendo que se deslicen unos sobre otros en sentido longitudinal, que constituye el proceso contráctil.
- Después de una fracción de segundo los iones de calcio son bombeados de nuevo hacia el retículo sarcoplásmico por una bomba de CA de la membrana y permanecen almacenados en el retículo hasta que llega un nuevo potencial de acción muscular, esta retirada de los iones calcio desde las miofibrillas hace que cese la contracción muscular.



**Ilustración No.2.9 Fisiología de la Contracción**  
Fuente: (Moore & Dalley, 2005)

### **2.2.8.7 Propiedades de la Contracción**

Debido a la gran diversidad de sus constituyentes, cada músculo puede ser considerado como un sistema musculo esquelético, cuyas propiedades biomecánicas más importantes son elasticidad, viscosidad y contractibilidad.

#### **2.2.8.7.1 Elasticidad**

Es la capacidad del músculo de alargarse cuando se somete a una fuerza y de volver a su longitud de reposo al cesar ésta; la elasticidad de un músculo no es lineal, sino que su alargamiento sigue una curva exponencial, para prevenir el excesivo estiramiento pasivo de los elementos contráctiles, con lo cual disminuye el peligro de lesión muscular, también influye en la función del músculo de amortiguador de tensiones como un resorte, que puede resistir pasivamente el estiramiento, proporcionando además la necesaria compactibilidad. (Moore & Dalley, 2005)

#### **2.2.8.7.2 Viscosidad**

La tensión muscular no depende solo de su longitud sino de la velocidad a la que éste se alarga con rapidez, su tensión alcanza su valor máximo para decrecer lentamente hasta su valor constante; el músculo muestra un comportamiento viscoso, al estar compuesto por agua en un 75% y gran parte del resto por un material amorfo semejante a un polímero de cadenas largas, por lo que se engloban las dos propiedades como visco elasticidad. (Moore & Dalley, 2005)

Tanto los tendones como el tejido conjuntivo del músculo son estructuras de carácter visco elástico cuyas características mecánicas se manifiestan especialmente durante la contracción y en la extensión pasiva del músculo.

#### **2.2.8.7.3 Contractibilidad**

Esta propiedad constituye la acción muscular, ya que está realizada por sus componentes específicamente musculares.

Las propiedades de distensibilidad y elasticidad son útiles para el músculo, ya que lo mantienen preparado para la contracción, y al mismo tiempo favorecen la producción y transmisión de la tensión muscular de la forma más adecuada para la contracción; la visco elasticidad favorece que los elementos elásticos en serie y en paralelo absorban energía y que esta sea proporcional al grado de fuerza producido durante la contracción. (Moore & Dalley, 2005)

### **2.2.8.8 Formas y Tamaño del Músculo**

Los músculos fusiformes son los que permiten al cuerpo la realización de movimientos rápidos y de gran amplitud; los músculos peniformes son los que permiten movimientos de mayor amplitud, pero más potentes.

#### **2.2.8.8.1 Número de fibras musculares**

A mayor grado de especificidad o de control necesario de la contracción, menor número de fibras musculares en las unidades motoras, es la denominada motricidad fina; cuanto mayor es el número de fibras que intervienen en la acción, mayor es la fuerza de contracción resultante, es la denominada motricidad gruesa.

A pesar de estas diferencias, su esquema funcional es muy similar, tanto en los patrones estructurales como en el proceso de la contracción, por tanto, la capacidad de acortamiento muscular depende de la longitud, de la dirección y de la concentración de las fibras en el vientre muscular. (Moore & Dalley, 2005)

Así, la capacidad de un músculo para poder levantar un peso depende en particular de dos factores: de su sección fisiológica y de la situación que ocupa respecto a la articulación.

#### **2.2.8.8.2 Tipo de Fibras Musculares**

Como se mencionó anteriormente existen dos tipos de fibras musculares que son la de contracción lenta y contracción rápida.

### **2.2.8.8.3 Fibras de contracción lenta, rojas u oxidativas**

Son fibras largas, su color se debe a que tienen un alto contenido de mioglobina (hemoglobina), las fibras de contracción lenta tienden a ser más abundantes en los músculos responsables de actividades de baja tensión pero gran continuidad.

### **2.2.8.8.4 Fibras de contracción rápida, blancas o glucolíticas**

Predominan en el músculo utilizado cuando se necesita desarrollar grandes fuerzas, son fibras como su nombre lo indica de contracciones rápidas, potentes y de rápida fatiga, predominan en los atletas que compiten en actividades de fuerza, velocidad y corta duración.

Por comodidad se las conoce de una forma más fácil y didáctica que son, del tipo I y del tipo II respectivamente, esto porque las del tipo II, fibras de Contracción Rápida, también pueden ser divididas en II a, II b y II c de acuerdo con las funciones motoras anaerobias como se indicara a continuación:

- **Tipo I.-** Está señalado por la ciencia que estas fibras son las responsables por el desempeño de los atletas fondistas (maratonistas, ciclistas de carretera, nadadores de largas distancias y etc.).

Dichas fibras contienen muchas mitocondrias (centrales energéticas de la célula) y la enzima SDH (acelerador metabólico), son voluminosas y poseen altos niveles de mioglobina, que otorgan su coloración rojiza, razón por la cual poseen otro nombre: fibras rojas. Indicadas características brindan a las fibras de este tipo un alto poder de transporte de oxígeno y la base de la mayoría de las funciones motoras del organismo humano.

Incluso en actividades anaerobias estas fibras son incorporadas, ya que en cualquier situación están involucradas las tres fuentes de energía (aerobia,



anaerobia láctica y aláctica), habiendo predominancia para una u otra según el movimiento.

- **Tipo II a.-** Según McArdle, poseen capacidad tanto aerobia como anaerobia siendo así consideradas intermediarias.

Lo que determina la capacidad oxidativa es la presencia de las dos enzimas aerobias y anaerobias que tienen influencia directa en la velocidad de contracción de la fibra. Estas fibras poseen las dos enzimas.

Son fibras oxidativas rápidas, como también utilizan el oxígeno, son fibras resistentes a la fatiga, aunque menos que las fibras de tipo I, sin embargo su poder de contracción es mayor.

- **Tipo II b.-** Tienen un mayor potencial anaeróbico, siendo la verdadera fibra rápida. Constituyen las fibras con contracción más rápida, y por tanto más poderosa. Son las fibras clave en el momento de un ejercicio intenso, como el de levantar peso. Así mismo son las que tienen un potencial de crecimiento mayor y desarrollarlas ayudara para que los músculos se vean más grandes. Sin embargo, son las que se fatigan antes. Pueden realizar esfuerzos mayores, pero durante menos tiempo.
- **Tipo II c.-** Según McArdle: son más raras y pueden participar de la reinervación o de la transformación de las unidades motoras.

## **2.2.9 PLIOMETRÍA**

Se conoce como pliometría al entrenamiento físico que se lleva a cabo con el objetivo de lograr que un deportista pueda concretar movimientos que resulten más veloces y con mayor potencia. Esta técnica suele emplearse en aquellas disciplinas que requieren de fuerza y velocidad. (Cometti, 2007)

### **2.2.9.1 Las Particularidades de la Pliometría**

La contracción pliométrica es la más usada en los gestos deportivos. Es por supuesto la más natural. Los gestos pliométricos con frecuencia son simples (en particular los que se realizan sin carga).

Para organizarlas, partiremos de los 3 principios definidos por A. Piron:

- Variaciones en la colocación.
- Variaciones en el desplazamiento (por ejemplo en el apoyo), o en la conservación de la velocidad.
- Variaciones de tensión.

La contracción pliométrica de un músculo se produce cuando éste ejerce una fuerza menor a una resistencia opuesta, lo que lleva a un incremento longitudinal del músculo en cuestión. Esto se produce, por ejemplo, al saltar: las piernas contribuyen a la amortiguación cuando el pie vuelve a estar en contacto con el suelo. Puede decirse que la pliometría consiste en ejercitar la fuerza reactiva, apelando a la capacidad elástica y a la fuerza de los músculos. Aunque por lo general se orienta a fortalecer las piernas, es posible aplicar la pliometría al tronco superior. (Cometti, 2007)

Es importante que un entrenamiento pliométrico sea supervisado por un especialista. Si los ejercicios no se desarrollan de la manera adecuada, o si se repiten en exceso, el atleta puede sufrir lesiones ya sea en los huesos, las articulaciones u otras partes del organismo debido a la sucesión de los impactos.

También es importante considerar la pliometría no puede alterar ciertas características físicas, como la longitud de piernas y brazos o la clase de fibra muscular, entre muchas otras.

La pliometría es una técnica basada en un tipo de ejercicios diseñados para reproducir movimientos, rápidos, explosivos y potentes, que no solo mejoran tu fuerza y tu rapidez, ayudando al cuerpo a obtener la máxima fuerza en el menor tiempo posible, sino que ayudan a mejorar la técnica de carrera e incluso a prevenir lesiones. Existe una sencilla explicación mecánica sobre la efectividad de estos ejercicios. El movimiento carga y acumula energía en el músculo, que sirve para impulsarnos inmediatamente al realizar la contracción.

Una de las claves para realizar correctamente estos ejercicios es la forma en que caemos sobre el suelo, la llamada fase de aterrizaje, que debe realizarse de forma suave y con la parte de la almohadilla de los pies, nunca con el talón, flexionando las rodillas para absorber mejor el impacto y poder impulsarse de nuevo más rápidamente.

Los principales fundamentos de la pliometría son:

- Un músculo se contraerá más fuerte y rápido a partir de un preestiramiento.
- El pre-estiramiento se producirá en la fase de amortiguación.
- La fase de amortiguación debe ser lo más corta posible.
- La contracción concéntrica (acortamiento) se debe producir inmediatamente después del final de la fase de pre-estiramiento (amortiguación).
- La fase de transición, desde el pre-estiramiento, debe ser suave, continua y lo más corta (rápida) posible.

### 2.2.9.2 Características del Entrenamiento Pliométrico

Tabla No. 2.2. Ejercicios de alto y bajo impacto

EJERCICIOS DE BAJO IMPACTO	EJERCICIOS DE ALTO IMPACTO
Skipping.	Salto en largo o triple salto.
Salto a la soga.	Saltos altos y largos sobre plataformas (Steps).
Saltos sobre pequeñas vallas.	Saltos s/ obstáculos de > 35 cms.
Lanzamientos de balones medicinales de 2-4 kg.	Lanzamientos de balones medicinales de 5-6 kg.
Ejercicios sobre trampolín o cama elástica.	Combinaciones de multisaltos (con una o ambas piernas).
Saltos al plinto.	Drops Jumps o saltos de profundidad con rebote.
Combinaciones de saltos en el lugar (rodillas al pecho, talones-glúteos, zig-zag.	Drops Jumps con sobrecarga

Fuente: (Cometti, 2007)

Como uno de las principales características debemos de tener en cuenta que los ejercicios pliométricos constituyen un tipo de trabajo muy exigente.

Los ejercicios pliométricos involucran decididamente y con un gran protagonismo a articulaciones y músculos. La columna vertebral es el mecanismo que da estabilidad y soporte a las acciones de fuerza, además de absorber el “shock” de los saltos y movimientos explosivos. (Cometti, 2007)

El sistema nervioso central, la columna vertebral, las articulaciones, los músculos y tendones, y el metabolismo soportan una carga muy importante y significativa en la realización de los ejercicios pliométricos. Esa carga es mucho menor en movimientos o ejercicios donde el efecto o acento pliométrico es menor, como en la carrera simple o el salto a la soga. Por ello es necesario respetar las pautas metodológicas a los efectos de aprovechar al máximo sus posibilidades con el mínimo de riesgo físico para el deportista.

#### 1- Preparación previa:

La fase previa es fundamental para el éxito del programa. Como fase previa al entrenamiento pliométrico se debe realizar el fortalecimiento del aparato de sostén actuante. Esto es fundamental para el éxito del programa. El primer aspecto a considerar es el estado de aptitud del arco plantar. El pie soportará la carga adicional que se le aplique y recibirá la reacción del piso como producto de la propulsión del cuerpo hacia adelante y/o arriba. Es muy difícil la definición del pie “normal”. Podemos pensar que la falta de tono muscular o la hiper-elongación de los músculos plantares son circunstancias que contraindican el trabajo pliométrico. Asimismo se debe prestar especial atención a la inmovilización del pie que puede causar un calzado inadecuado (Cometti, 2007)

#### 2- La etapa de desarrollo

La etapa de desarrollo (o de la potencia) se caracteriza por un menor volumen y una mayor intensidad. El nivel de intensidad es directamente proporcional a la altura y longitud del ejercicio. También se debe considerar la intensidad producto

de saltar con carga o lastrado. La alta intensidad de los ejercicios pliométricos, como reacción o drop jumps, es el resultado de una alta tensión en los músculos, reclutando gran cantidad de unidades motoras.

Podríamos dividir a los ejercicios pliométricos de acuerdo a su intensidad en dos grandes grupos que se resumen en el cuadro que se adjunta a continuación de forma resumida:

### **2.2.9.3 Ventajas y desventajas del entrenamiento pliométrico**

Según (Weineck, 2003), las ventajas del método pliométrico son las siguientes:

- La mejora de la coordinación intramuscular.
- La ganancia de fuerza en función de alta intensidad de cargas, pero sin aumento de la masa muscular ó aumento de peso.
- Método de relevancia en todas las modalidades deportivas en las cuales la fuerza explosiva tenga un papel importante (como en este caso los saltos).

El entrenamiento de fuerza pliométrico representa un método de entrenamiento que lleva a un considerable aumento de la fuerza en deportistas ya muy bien entrenados en la fuerza rápida.

En este método, el ciclo “estiramiento-acortamiento” es importante para el desempeño en diversas modalidades deportivas y puede ser mejorado a través de muchos ejercicios, a su vez permite ser adaptado a cualquier nivel de entrenamiento o edad a través del aumento gradual de los estímulos - pliometría pequeña, mediana o grande.

Según (Verkoshansky, 1999 ) las desventajas son:

- El deportista no está completamente restablecido de lesiones en los músculos, las articulaciones, los ligamentos y los tendones.
- El deportista se ha cansado con la carga anterior.

- El deportista presenta un estado crónico de sobreentrenamiento.
- El deportista padece pies planos congénitos. Esta contraindicación afecta principalmente a los saltos hacia abajo.
- En las primeras etapas de preparación combinada, en la que el joven puede alternar una amplia gama de métodos y medios de entrenamiento.
- En la etapa inicial del entrenamiento anual, cuando el organismo aún no está preparado para una sobrecarga mecánica intensa y necesita una potenciación programada.
- En la etapa de perfeccionamiento profundo de la técnica del ejercicio de competición, sobre todo cuando ésta se centra en la modificación de elementos delicados (detalles) de coordinación.
- Cuando el deportista carece de una técnica racional de ejecución de los ejercicios.
- Cuando el deportista no dispone de un suficiente nivel de preparación física.

#### **2.2.9.4 Ejercicios Pliométricos**

Antes de la realización del entrenamiento deberemos de realizar un calentamiento o acondicionamiento para el trabajo a realizar.

Este acondicionamiento consta de:

1.- Acondicionamiento de los pies. Debe realizarse en lo posible descalzo.

Ejercicios de fortalecimiento: Tomar objetos, tensionar isométricamente, caminar descalzo en puntas de pie, correr descalzo en césped, saltar en diferentes planos (inclinado, cóncavo, curvo, etc.).

Ejercicios de movilidad: Movimientos de pronación, supinación, flexión, extensión, rotación

2. Ejercicios de fuerza general tren inferior.
3. Ejercicios de fortalecimiento de musculatura de sostén (abdominales, lumbares).
4. Ejercicios de flexibilidad.
5. Recuperación: baños, hielo, etc.

### **2.2.10 Ejercicios Pliométricos sin carga para los Miembros Inferiores**

En el caso de los ejercicios dirigidos a los cuádriceps, la pliometría se realiza prácticamente siempre sin carga, ya que es suficiente para aumentar la dificultad de elevar la altura de salto. (Cometti, 2007)

Las diferentes modalidades de ejecución están enumeradas por orden de dificultad creciente. En efecto, los saltos son la forma de pliometría más simple y menos peligrosa. Para otorgarles mayor eficacia y orientar el trabajo se pueden efectuar utilizando aros.

Con el trabajo en forma de plinto-suelo-plinto se incrementa la altura de salto. Los bancos permiten una retoma del apoyo que facilita la ejecución en relación con las vallas a pies juntos, que son más intensas. Finalmente, los plintos de altura considerable (40 a 70 cm para las mujeres y 60 a 90 cm para los varones) constituyen la última etapa

#### **2.2.10.1 Saltos**

Para Potenciar la Musculatura del deportista se puede recurrir a los Saltos. La fuerza Muscular depende de muchos factores, y los Saltos nos permiten actuar sobre algunos de estos.

El aumento de la Tensión Muscular debida al Ciclo de Estiramiento - Acortamiento (llamado aún hoy entre los fisiólogos "Strech-Shorting Cycle"), es el Parámetro fundamental puesto en juego en los ejercicios clasificados como

Pliométricos o de carácter Pliométrico se piensa que generalmente, los Saltos solicitan al Músculo a diferentes niveles.

#### **El trabajo de saltos permite:**

- Desarrollar tensiones superiores (de una vez y media a dos veces), respecto de aquellos obtenidos con la Fuerza Máxima Voluntaria.
- Disminuir las Inhibiciones del reflejo Miotático (Schmidbleicher, 1988)
- Elevar el Umbral de los receptores de Golgi (Bosco, 1985).
- Mejora la Sensibilidad de los Husos Neuromusculares (Pousson, 1988).
- Disminuir el " Coupling Time" o tiempo de acoplamiento de los puentes de la Actinmiosina. (Bosco, 1985).
- Aumenta la Rigidez Muscular (Pousson, 1988).

Si bien los Ejercicios de saltos son numerosos y bien variados, el efecto que ellos tienen sobre el acondicionamiento muscular del deportista depende de la modalidad de ejecución. Para evitar errores y codificar las diferentes posibilidades de ejecución hemos definido para desarrollo del trabajo pliométrico:

- Las Variaciones de la posición Inicial.
- Las Variaciones en los Desplazamientos de los Apoyos (o conservación de la velocidad).
- Las Variaciones de la Tensión Muscular.

#### **2.2.10.2 Drops Jumps**

Estos ejercicios pliométricos ayudan a aumentar el salto mientras jugaba al baloncesto. En primer lugar, llegar a la posición inicial de cunclillas.

Baje su cuerpo de manera que los muslos estén paralelos al suelo y perpendicular a los pies. Asegúrese de que el ángulo de sus rodillas no es inferior a 90 grados.



Luego, una vez que se encuentra en esta posición, explotar su cuerpo y saltar lo más alto posible. Poco a poco la tierra en sus pies, entrar en la posición original, mantenga la posición durante un segundo y repetir el ejercicio.

La técnica de los ejercicios pliométricos

- La postura de la cabeza y la dirección de la vista ocupan un papel primordial a la hora de controlar los saltos. Si se realiza una extensión de la cabeza no se alcanzará la altura máxima, y si se flexiona para mirar al suelo se produce una contracción muscular inadecuada y se altera el ritmo del salto.
- Al realizar saltos de drop jump en el momento del descenso el cuerpo debe estar relajado y evitar la tensión.
- Una respiración inadecuada reduce la eficacia del salto, por tanto, hay que mantener la respiración y evitar exhalar el aire durante la fase de contacto. Expulsar el aire durante la fase de recepción reduce la estabilidad e incrementa la carga sobre la columna vertebral.
- En los saltos desde cajones hay que aterrizar con las piernas ligeramente flexionadas y con los músculos de la zona anterior del pie con una ligera tensión para evitar un choque excesivo.

La fase de amortiguación no debe durar mucho y la fase de impulso tiene que ser realizado a máxima velocidad y con un impulso enérgico de los brazos hacia arriba.

### **Fases desde el punto de vista de la técnica en un salto de drop jump**

- La posición inicial
- El descenso desde el cajón
- Contacto con el suelo
- La amortiguación

- El impulso
- El vuelo
- El aterrizaje

### **La posición inicial**

Colocarse al borde del cajón en bipedestación, en posición no rígida, con la espalda y la cabeza alineadas con el cuerpo y con la mirada fija al frente.

### **El descenso desde el cajón**

Se inicia realizando un paso hacia delante juntando las piernas al inicio de la caída. Antes del descenso no se deben flexionar las rodillas, ni impulsarse hacia arriba o hacia delante con las dos piernas, ni flexionar la pierna de apoyo. Es decir, que lo único que hay que hacer es dejarse caer.

La trayectoria de la caída debe ser vertical y el cuerpo debe estar totalmente extendido evitando la flexión del tronco y de las rodillas. El deportista no debe inclinar la cabeza y adelantar los hombros y debe mantener la mirada fija al frente. Las extremidades superiores se llevan hacia atrás y permanecen en esta posición durante la fase de flexión.

### **Contacto con el suelo**

Se debe caer con los dos pies, primero sobre las puntas y posteriormente sobre los talones. En el momento del impacto las rodillas deben estar ligeramente flexionadas con los brazos situados hacia atrás.

### **La amortiguación**

Es la fase en la que se atenúa la energía cinética de la caída del cuerpo y se pone en acción el reflejo de estiramiento. El grado óptimo de flexión de las rodillas se determina experimentando, de tal forma que una flexión muy profunda impide realizar un buen impulso y una flexión limitada incrementa la rigidez del impacto con el suelo.

### **El impulso hacia arriba**

Este debe ser muy activo. Las extremidades superiores realizan un amplio y enérgico impulso hacia delante. Se requiere de un tiempo mínimo para la transición del trabajo excéntrico al concéntrico. Para una mayor eficacia del impulso es necesario que todos los puntos articulares se desplieguen al máximo.

### **El vuelo**

Este debe ser vertical, con la mirada puesta al frente y con el cuerpo extendido en las zonas articulares de las rodillas y del tronco.

### **El aterrizaje**

En el momento justo antes del impacto el cuerpo debe estar totalmente extendido. Lo que primero contacta con el suelo son las puntas de los pies y seguidamente los talones. A continuación las rodillas se flexionan buscando frenar el cuerpo.

## **2.2.11 Valoración Física Del Deportista**

En el primer contacto con el deportista resulta esencial realizar una valoración inicial para determinar los problemas y definir el plan de tratamiento.

Durante el tratamiento la valoración resulta especialmente apropiada mientras se realizan intervenciones tales como movilizaciones y ejercicios ya que los signos y síntomas del paciente pueden variar con bastante rapidez.

Han de identificarse las mejorías o quebrantos de la situación del deportista en el momento en que se produzcan.

Después de cada tratamiento ha de evaluarse al deportista mediante marcadores subjetivos y objetivos a fin de juzgar la eficacia de la intervención fisioterápica. La valoración es el pilar fundamental de un tratamiento eficaz, sin la cual los éxitos y fracasos pierden todo su valor como experiencias de aprendizaje.

La valoración va a constar de: salto vertical.

### **2.2.11.1 Salto Vertical**

El rendimiento en el salto vertical ha sido estudiado por los investigadores durante décadas. Este interés tan temprano surge en deportes como el Baloncesto o el Voleibol. Más recientemente, se ha profundizado de manera más objetiva y científica, comenzado a comprender su estrecha relación con el control motor y los movimientos multiarticulares. (Aragón-Vargas y Gross, 1997).

El salto vertical, está basado en varias variables independientes específicas, cada una de las cuales puede afectar o favorecer en el rendimiento final del salto. Si estas variables son debidamente identificadas, los investigadores pueden tratar de manipular cada una de ellas de manera independiente o conjunta para maximizar el rendimiento en el salto vertical (Weiss, Relyea, Ashley and Propst, 1997).

Tras identificar debidamente estas variables, muchas mediciones del salto vertical (principalmente realizadas en laboratorio y con plataformas de fuerza) están restringidas a articulaciones simples como la cadera, la rodilla o el tobillo, cuando se sabe que el salto es una acción multiarticular, y como tal, demanda no solo la producción de fuerza sino también una alta potencia y coordinación (Hatze, 1998).

También se debe subrayar la significación del máximo ratio de fuerza desarrollada en la mejora de la explosividad en el salto. En este sentido el entrenamiento pliométrico ha sido el más recomendado para deportes donde se requiere explosividad e incrementar las habilidades en el salto vertical de los atletas, aunque la combinación de otro tipo de entrenamientos también se aconseja (Fatouros, Jamurtas, Leontsini, Taxildaris, Aggelousis, Kostopoulos, and Buckenmeyer, 2000).

#### **2.2.11.1.1 Pruebas para medir el salto vertical**

Varios métodos son comúnmente utilizados para evaluar la capacidad miodinámica de la musculatura del tren inferior, normalmente medido en un salto

vertical al máximo esfuerzo con ambas piernas. Los métodos más utilizados por sus características biomecánicas son: el Squat jump con una pierna, Squat jump con dos piernas (SJ) (ambos saltos con una posición de Squat inicial); el salto con contra movimiento (CMJ) (desde una posición inicial erecta); el salto profundo (DJ) (cayendo desde una altura determinada y saltando inmediatamente) o series de saltos continuos y se mide la suma de todos ellos (Hatze, 1998). Además de estos métodos, también se deben considerar los parámetros de medición

Los parámetros más utilizados para caracterizar la miodinámica del rendimiento en el salto son: la altura del salto, el trabajo de translación realizado, la potencia por kilogramo de masa corporal en la aceleración del centro de gravedad verticalmente durante la fase de propulsión ascendente, la potencia máxima de translación por kilogramo de masa corporal y la potencia máxima total (Hatze, 1998).

Estos métodos y estos parámetros serán puestos en práctica con la batería de test donde se pretenden medir varias manifestaciones de la fuerza dinámica de las extremidades inferiores. La medición del salto vertical se puede realizar bien sin el apoyo de una tecnología muy sofisticada: test de Abalakov, test de Sargent o test de Lewis; o bien utilizando materiales de alta precisión como las plataformas de fuerzas, o bien utilizando las plataformas de contacto. La facilidad de ejecución de las pruebas y su similitud con gran número de gestos comúnmente utilizados en la práctica deportiva, permite evitar una gran cantidad de problemas inherentes en los necesarios procesos de familiarización con los mismos (García Manso, 1999)

El salto vertical es una de las pruebas más comunes en la parte física de las oposiciones para entrenar.

Muchos de nuestros clientes que están preparándose este tipo de pruebas, nos han pedido alguna recomendación o método para mejorar sus habilidades en esta prueba. Por eso esta mañana queremos daros cuatro consejos muy sencillos que os servirán para aumentar la potencia de vuestras piernas y, por ende, mejorar vuestras marcas.

Lo primero que haremos será describir en qué consiste la prueba para los profanos en la materia.

#### **2.2.11.1.2 El test**

El test del salto vertical mide la diferencia entre la altura del deportista con la mano estirada hacia arriba (pies en el suelo) y la altura que puede alcanzar con dicha mano tras saltar.

- Colocarse de lado a la pared y bajo el metro que habrás colocado anteriormente de forma vertical.
- Medida sin salto: Al inicio del test mantener los pies planos sobre el suelo y estirar el brazo hacia arriba lo más alto posible. Registrar la distancia alcanzada (hay que tener los pies completamente planos en el suelo).
- Medida tras el salto: Separarse aproximadamente a 1-2 palmos de la pared. Flexionar ligeramente las piernas y saltar hacia arriba lo más alto posible. Tocar la pared en el punto más alto del salto. El dedo corazón pintado de tiza, habrá dejado una marca en la pared. Registra la altura alcanzada.

Si queremos mejorar el salto es necesario generar más energía en la musculatura del tronco inferior, dado que la mayor parte de la potencia del salto se origina en los cuádriceps y los gemelos.

#### **2.2.11.1.3 Los factores**

Básicamente, hay tres factores globales que deben ser considerados cuando se entrena para ganar potencia en el salto vertical. Estos son:

- Incrementar la fuerza de la potencia muscular general
- Incrementar la distancia de la fuerza aplicada.
- Acortar el tiempo del movimiento

Mediante la mejora de estos tres elementos a través del ejercicio y del entrenamiento adecuado, conseguiremos un marcado aumento en nuestro rendimiento.

#### **2.2.11.1.4 Limitantes en el salto vertical**

##### **El estiramiento (stretching)**

Durante el calentamiento se ha vuelto una práctica tradicional en la preparación para realizar ejercicio atlético. Es conocido que el estiramiento es efectivo para la mejora del rendimiento. Pero esta práctica podría estar contraindicada para algunas actividades, porque existe poca evidencia científica que justifique los beneficios del stretching para el rendimiento (Knudson, 2001).

Recientes investigaciones de este autor han comenzado a demostrar que estirar antes de la práctica deportiva decrece el rendimiento. Estos efectos han sido observados en estudios en humanos donde se medía la fuerza isométrica y movimientos dinámicos.

Según Knudson (1999), en su investigación demuestra que el estiramiento anterior al salto vertical estático (SJ) y al salto con contramovimiento (CMJ), disminuía el rendimiento de manera significativa en un 4% en ambas pruebas. El mismo descenso del rendimiento en ambos tipos de salto, SJ y CMJ, después de haber estirado, sugiere que el stretching no afecta a la rigidez o acumulación y utilización de la energía elástica en la musculatura de las piernas.

Según Knudson et al (2001), en su investigación concluyen que el estiramiento realizado como parte del calentamiento para realizar una actividad física, puede ser contraproducente para el rendimiento del CMJ en jóvenes físicamente activos. Muchos de los sujetos de su estudio (55%) disminuyeron su rendimiento en salto vertical un 7,5%. No hubo diferencias en la biomecánica del salto, lo que podría indicar que el estiramiento disminuye la rigidez de los músculos.

##### **La fatiga muscular**

Es otro limitante en el rendimiento del salto vertical. La potencia muscular es definida como el radio de producción de trabajo determinado por la fuerza producida por el músculo y la velocidad de contracción de este. Un descenso en

cada componente reduce por tanto el rendimiento potencial. Un factor importante que influencia a la potencia es la fatiga, el cual es definido como una reducción relativa en la fuerza máxima (Driss, Vandewalle, Le Chevalier, Monod, 2002).

Según Smilios et al., (1998) concluyen en su estudio como el rendimiento en el salto vertical disminuye cuando se incrementan los niveles de fatiga, independientemente de los niveles iniciales de fuerza. Los efectos de la fatiga muscular disminuyen tanto el trabajo total invertido en el salto como la distancia y altura de este. Solamente un detrimento del 10% en la fuerza, tiene un importante efecto en el rendimiento de salto.

Los descensos en el rendimiento del salto vertical no son proporcionales a los descensos en la fuerza. Descensos del 10%, 30% y 50% en la fuerza, disminuyen la potencia de salto vertical en 21%, 30% y 39% y disminuyen el trabajo producido durante el salto en 22%, 33% y 41% respectivamente. Parece ser, que el descenso en la fuerza tiene una relación lineal con los niveles de fatiga, pero el descenso en el salto vertical no sigue esta patrón lineal (Smilios, 1998).

#### **2.2.11.2 Forma Alternativa para Medir Fuerza Muscular (Test De Daniels)**

##### **Test Muscular**

Las pruebas de valoración de la fuerza muscular constituyen uno de los exámenes más usado en el campo de la Fisioterapia.

Valora la potencia muscular que es la expresión anatómo-fisiológica de los músculos. (Martha Vélez, 2002).

**Test de Daniels:** Uno de los métodos de valoración de fuerza muscular más difundido y aplicado por los Fisioterapeutas.

Este test muscular se usa para determinar la graduación de la fuerza.

Tiene los siguientes grados:



5N NORMAL: Ángulo completo de movimiento, contra la gravedad, con resistencia máxima.

4B BUENO: Ángulo completo de movimiento, contra la gravedad, con mínima resistencia.

3R REGULAR: Ángulo completo de movimiento, contra la gravedad.

2M MALO: Ángulo completo de movimiento, eliminando la gravedad.

1V VESTIGIOS: Evidencia de contracción muscular. No movimiento articular.

0 CERO: Ausencia de contracción muscular.

## 2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- **Atrofia.-** La atrofia muscular es un término médico que se refiere a la disminución del tamaño del músculo esquelético, perdiendo así fuerza muscular por razón de que la fuerza del músculo se relaciona con su masa.
- **Contractura.-** Una contractura muscular es, tal y como su nombre indica, una contracción continuada e involuntaria del músculo o algunas de sus fibras que aparece al realizar un esfuerzo. Se manifiesta como un abultamiento de la zona, que implica dolor y alteración del normal funcionamiento del músculo.
- **Dolor.-** Es una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada a un daño real o potencial del tejido, o se describe en términos de dicho daño.
- **Estiramiento.-** Los estiramientos son tensiones mantenidas de los músculos en el sentido contrario a su contracción. Su objetivo es lograr reducir la tensión muscular que se genera con el deporte.
- **Fibras musculares:** La fibra muscular o miocito, es una célula fusiforme y multinuclear con capacidad contráctil y de la cual están compuestos el tejido muscular y los músculos.
- **Fisioterapia:** Tratamiento de ciertas enfermedades con agentes y métodos físicos.
- **Flexión:** Es el movimiento por el cual los huesos u otras partes del cuerpo se aproximan entre sí en dirección anteroposterior, paralela al plano sagital.
- **Fuerza.-** Es la expresión de la tensión muscular transmitida al hueso a través del tendón. Se puede medir con la resistencia máxima (RM) que se puede oponer a una contracción muscular.
- **Fibras musculares.-** Es una célula fusiforme y multinuclear con capacidad contráctil y de la cual están compuestos el tejido muscular y los músculos.

La membrana celular es llamada sarcolema y el citoplasma es llamado sarcoplasma. Contiene orgánulo celulares, núcleo celular, mioglobina y un

complejo entramado proteico de fibras llamadas actina y miosina cuya principal propiedad, llamada contractilidad, es la de acortar su longitud cuando son sometidas a un estímulo químico o eléctrico.

- **Fibras explosivas.-** O también llamadas fibras FTb. Son rápidas y poseen gran capacidad de conducir los impulsos eléctricos, se agotan rápidamente. El porcentaje de este tipo de fibras en cada sujeto viene, en su mayor medida, marcado por la herencia
- **Ligamentos:** En pocas palabras es una banda fibrosa resistente que confiere estabilidad a la articulación, es fundamental para el movimiento de los huesos.
- **Musculo:** Es un tejido contráctil que forma parte del cuerpo humano. Está conformado por tejido muscular.
- **Nervios:** Cerdn blanquecino de fibras nerviosas, envueltas en una cubierta protectora, que transmiten impulsos motores y sensoriales entre distintas partes del cuerpo, la mdula espinal y el cerebro.
- **Pliometría.-** Literalmente significa: aumentos mensurables plio: aumento - metrics: medida = aumentos mensurables. Tensi3n alcanzada por los msculos que trabajan de esta forma, medida externamente (metría), es mayor (plio) que la tensi3n lograda por cualquier otro procedimiento (isomtrico, isot3nico o auxot3nico).
- **Tono.-** El tono muscular, es un estado permanente de contracci3n parcial, pasiva y continúa en el que se encuentran los msculos. Durante el periodo de sueño el tono muscular se reduce por lo que el cuerpo est3 m3s relajado y durante las horas de vigilia se incrementa lo necesario para mantener la postura corporal adecuada para cada movimiento que se realiza.
- **Salto.-** Es el movimiento que consiste en elevarse del suelo u otra superficie, con impulso, para caer en el mismo lugar o en otro.

## **2.4 HIPÓTESIS Y VARIABLES**

### **2.4.1 Sistema De Hipótesis**

La técnica de la Pliometría permite evitar lesiones musculares en los Deportistas de la Federación Deportiva de Chimborazo de la Selección de Básquet Masculino y Femenino en el Periodo de Enero a Junio 2014.

### **2.4.2 Variables**

#### **VARIABLE INDEPENDIENTE.**

Técnica de Pliometría

#### **VARIABLE DEPENDIENTE**

Lesiones Musculares

## 2.5 Operacionalización De Las Variables

Variable	Concepto	Categoría	Indicador	Técnica e Instrumento
<p><b>Independiente</b></p> <p>Técnica de pliometría</p>	<p>Se conoce como pliometría al entrenamiento físico que se lleva a cabo con el objetivo de lograr que un deportista pueda concretar movimientos que resulten más veloces y con mayor potencia. Esta técnica suele emplearse en aquellas disciplinas que requieren de fuerza y velocidad.</p>	<p>Movimientos de velocidad y potencia.</p>	<p>Fuerza</p> <p>Velocidad</p>	<p>Salto Vertical</p>
<p><b>Dependiente</b></p> <p>Lesiones Musculares</p>	<p>Las lesiones musculares son anomalías dolorosas a nivel muscular causadas generalmente por un exceso de esfuerzo o por un traumatismo externo normalmente al realizar algún deporte o incluso en la realización de actividades cotidianas.</p>	<p>Por acortamiento</p> <p>Por elongación</p>	<p>Contractura</p> <p>Calambre</p> <p>Distensiones</p> <p>Desgarro fibrilar</p> <p>Desgarro total</p>	<p>Historia Clínica</p> <p>Salto vertical</p>

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 MÉTODO CIENTÍFICO

- **Método Deductivo:** Al aplicar la técnica de Pliométrica, en los Deportistas de la Federación Deportiva de Chimborazo de la selección de Básquet Masculino y Femenino se obtiene un análisis general del proceso de atención esto se realiza en periodos (3 días a la semana) que el Deportista asiste a los entrenamientos.
- **Método Inductivo:** aplicar ejercicios pliométricos rutinarios para fortalecer el musculo y de esta manera prevenir lesiones musculares.

#### TIPO DE INVESTIGACIÓN:

- **Descriptiva:** Se describe la Técnica de la Pliometría la aplicación de los ejercicios, los ejercicios pliométricos pueden ser una parte fundamental del entrenamiento para todos y cada uno de los eventos en el deporte.
- **Explicativa:** Se busca encontrar las razones o causas que ocasionan las lesiones musculares para solucionar la problemática y así a través de la aplicación de los ejercicios pliométricos a cada uno de los deportistas.

#### DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:

- **Documental:** El análisis crítico de teorías y conceptos estipulados en libros revistas, es la base teórica donde se investigara el problema de las lesiones musculares. La investigación se ayudara de la recolección de datos en fichas, registros existentes en la Federación Deportiva de Chimborazo. Estos datos servirán para sustentar la problemática de los pacientes que tienen lesiones musculares.

- **De Campo:** El trabajo investigativo se realiza en Federación Deportiva de Chimborazo.

## **TIPO DE ESTUDIO**

**LONGITUDINAL:** Porque se estudia una misma muestra de sujetos en un lapso de tiempo en el periodo de Enero a Junio 2014 en la Federación Deportiva de Chimborazo a los deportistas de la selección de básquet masculino y femenino.

## **3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1 POBLACIÓN**

La población es de 30 deportistas de la Federación Deportiva de Chimborazo

### **3.2.2 MUESTRA**

30 deportistas por ser la población pequeña no se procede a extraer muestra.

## **3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizará como instrumentos de apoyo las siguientes técnicas.

### **Observación**

Aplicación de la técnica Pliométrica a los deportistas de la Federación Deportiva de Chimborazo

### **Ficha de registro**

Contiene datos personales y el estado físico creciente del deportista

**Fuentes secundarias.-** Las fuentes secundarias se realizarán directamente de los registros de la Federación Deportiva de Chimborazo y de libros, textos, revistas.

### **3.4 TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.**

En el análisis de datos hay muchos más aspectos implicados además del propio análisis. Antes de llevarlo a cabo, debe tener sus datos listos y después, una vez realizado, preparar los resultados obtenidos y ponerlos a disposición de los potenciales usuarios.

El procesamiento estadístico de datos se los realizará en Excel a través de presentación de tablas de distribución de frecuencias, gráficas de pastel y barras.

Excel le proporciona todos los productos necesarios para llevar a cabo el proceso analítico: desde la planificación y la gestión de los datos hasta la distribución de los resultados.



### 3.5 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

**PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECABADA DE LAS FICHAS DE EVALUACIÓN APLICADAS A LOS DEPORTISTAS QUE HAN SIDO ATENDIDOS.**

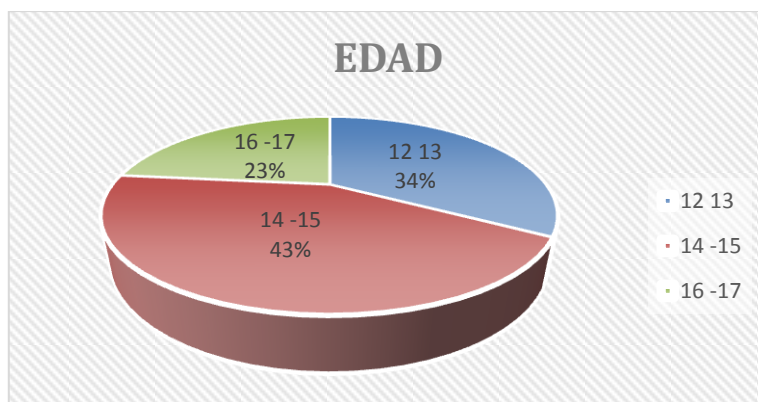
#### ANÁLISIS ESTADÍSTICO

**1.- Resultados de los Deportistas de la Disciplina de Básquet de la Federación Deportiva de Chimborazo de acuerdo a la Edad.**

Tabla No. 3.1 Edad

EDAD	FRECUENCIA	PORCENTAJE
12 - 13	10	34%
14 -15	13	43%
16 -17	7	23%
TOTAL	30	100%

Fuente: Datos obtenidos de la Federación Deportiva de Chimborazo  
Elaborado por: Margarita Quinchuela



Fuente: Datos obtenidos de la Federación Deportiva de Chimborazo  
Elaborado por: Margarita Quinchuela

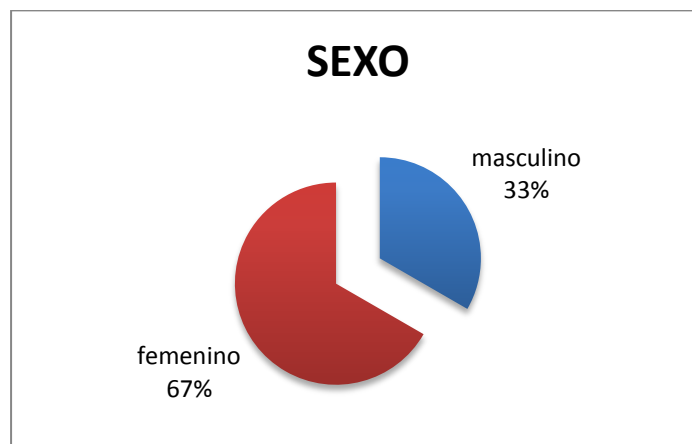
La mayoría de Deportistas de la selección de Básquet están entre los 14 a 15 años que corresponden a un 43% los mismos que son propensos a sufrir lesiones deportivas.

## 2.- Resultados de los Deportistas de la Disciplina de Básquet de la Federación Deportiva de Chimborazo, de acuerdo al Sexo.

Tabla No. 3.2 Sexo

SEXO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
HOMBRES	10	33,33%
MUJERES	20	66,67%
TOTAL	30	100%

Fuente: Datos obtenidos de la Federación Deportiva de Chimborazo  
Elaborado por: Margarita Quinchuela



Fuente: Datos obtenidos de la Federación Deportiva de Chimborazo  
Elaborado por: Margarita Quinchuela

La mayoría de Deportistas de la selección de Básquet de acuerdo al género son de Sexo femenino, es decir 20 deportistas que corresponden al 66,67%. Las mismas que son más propensas a sufrir lesiones.

### 3.- Resultados de la Valoración con salto vertical

Para la presente valoración se ha realizado pruebas de salto vertical en los 30 deportistas objetos de estudio, para lo cual se determinó escalas de salto a manera de rangos, dichas pruebas fueron tomadas en dos períodos diferentes de tiempo, el inicial sin la aplicación del programa pliométrico y una prueba final con 6 meses de diferencia posterior a la aplicación del mencionado programa; teniendo los resultados como se presentan a continuación.

Tabla No. 3.3. Salto vertical inicio

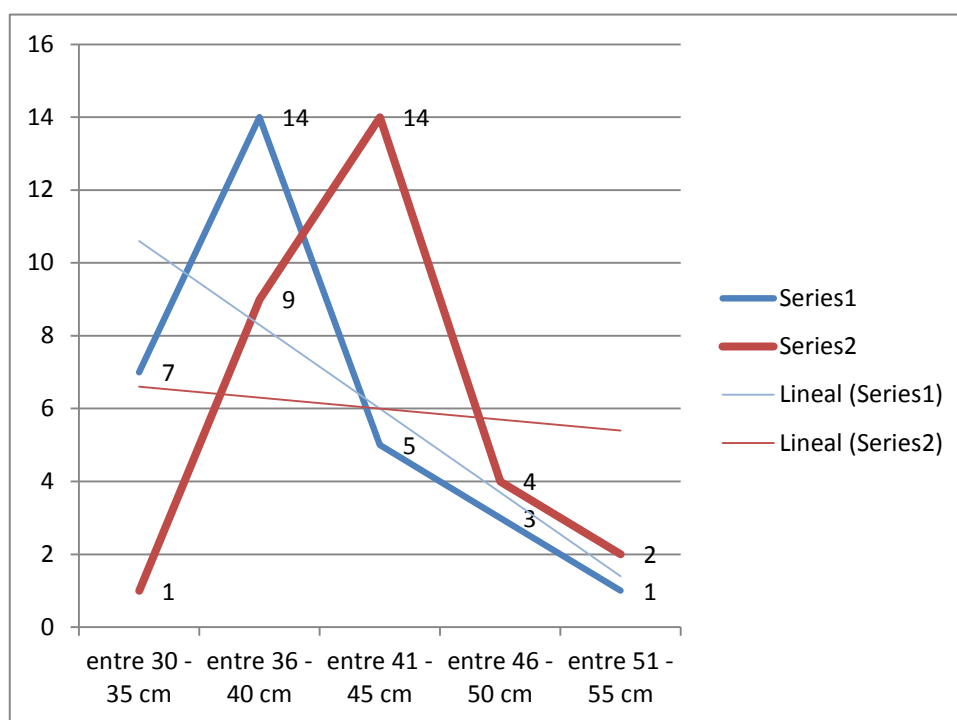
VALORACIÓN CON SALTO VERTICAL INICIAL	FRECUENCIA	PORCENTAJE
entre 30 - 35 cm	7	23,33%
entre 36 - 40 cm	14	46,67%
entre 41 - 45 cm	5	16,67%
entre 46 -50 cm	3	10,00%
entre 51 - 55 cm	1	3,33%
TOTAL	30	100%

Elaborado por: Margarita Quinchuela

Tabla No. 3.4. Salto vertical final

VALORACIÓN CON SALTO VERTICAL FINAL	FRECUENCIA	PORCENTAJE
entre 30 - 35 cm	1	3,33%
entre 36 - 40 cm	9	30,00%
entre 41 - 45 cm	14	46,67%
entre 46 -50 cm	4	13,33%
entre 51 - 55 cm	2	6,67%
TOTAL	30	100%

Elaborado por: Margarita Quinchuela



Elaborado por: Margarita Quinchuela

La gráfica representa el resultado en la evaluación de salto vertical tanto al inicio como al final, de tal manera que la línea azul gruesa refleja la evaluación inicial y la línea roja gruesa la evaluación final; las líneas delgadas reflejan las tendencias de cada evaluación con su respectivo color, por lo cual se concluye que la tendencia más creciente tiene la evaluación final correspondiente al color rojo, determinando la validez de la aplicación del programa pliométrico aplicado, ya que se refleja un incremento en la fuerza muscular y por ende la prevención de lesiones musculares.

### 3.6 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

#### HIPÓTESIS ALTERNANTE

H.1: La aplicación de la técnica de pliometría servirá como método para prevención de lesiones musculares en los deportistas de la Federación Deportiva de Chimborazo de la selección de básquet masculino y femenino en el periodo de enero a junio 2014.

#### Descripción de la población

Para la comprobación de la hipótesis de la investigación, se ha considerado como valor estadístico el total de la población, misma que representa a los deportistas tratados que son 30.

#### Frecuencias Observadas

Tabla No. 3.5 Frecuencias Observadas

PREGUNTAS	FRECUENCIAS OBSERVADAS		
	CATEGORÍAS		SUBTOTAL
	INICIAL	FINAL	
entre 30 - 35 cm	7	1	8
entre 36 - 40 cm	14	9	23
entre 41 - 45 cm	5	14	19
entre 46 -50 cm	3	4	7
entre 51 - 55 cm	1	2	3
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>60</b>

Elaborado por: Margarita Quinchuela

En base a la tabla No 3.6 hemos obtenido resultados que muestran un incremento de fuerza muscular basados en la evaluación inicial y final de los deportistas de alto rendimiento mediante la técnica del salto vertical por lo tanto:

LA APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE PLIOMETRÍA SERVIRÁ COMO MÉTODO PARA PREVENCIÓN DE LESIONES MUSCULARES EN LOS DEPORTISTAS DE LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DE CHIMBORAZO DE LA SELECCIÓN DE BÁSQUET MASCULINO Y FEMENINO EN EL PERIODO DE ENERO A JUNIO 2014.

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 CONCLUSIONES**

- Basados en la valoración con el test de salto vertical se registró la fuerza muscular inicial de los deportistas de la Federación Deportiva de Chimborazo, donde se registraron los porcentajes más altos en los rangos de entre 36 -40 cm (47%); y en el rango de 30-35 cm (23%)
- Una vez aplicado el programa de ejercicios pliométricos a los deportistas se determinó un incremento de fuerza muscular, lo cual servirá para mejorar el rendimiento físico, teniendo la mayor incidencia en los rangos entre 36-40 cm (47%), y 41-45cm (17%).
- Posterior a la aplicación del programa pliométrico se realizó el seguimiento a los deportistas mediante la hoja de control con el fin de determinar el incremento en la fuerza muscular y de esta manera prevenir lesiones musculares

## 4.2 RECOMENDACIONES

- El test de salto vertical es una herramienta válida y necesaria para determinar el diagnóstico y evolución de los deportistas tratados.
- Al determinar la validez del programa, se recomienda que se siga la tendencia del protocolo de prevención muscular ya que demuestra ser factible para los deportistas, lo cual se demuestra en la evolución obtenida por los mismos ya que inicialmente un 70% de los deportistas se encontraban en un rango entre 30 a 40 cm, y en la evaluación final la incidencia en el rango mencionado apenas fue de 33%, reflejando una evolución a rangos superiores de salto.
- Con los Ejercicios Pliométricos integrados al entrenamiento, el deportista puede mejorar su capacidad mediante los ejercicios pliométricos, los cuales permiten saltar, cambiar de dirección o acelerar con mayor rapidez, y mejorar la velocidad en general los mismos que deben ser practicados mediante un adecuado seguimiento.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Astrand, Rodahl, Fisiología del Trabajo Físico, 3ª Edición 2012 Editorial Panamericana.
2. Best, Taylor, Bases Fisiológicas de la Práctica Médica, 12ª Edición 2013. Editorial Panamericana
3. Baxter, P. (1992). Treatment of chronic heel pain by surgical release of the first branch of the lateral plantar nerve. Journal of the Clinical Orthopedics and Related Research, (pág. 279:229). Boston.
4. Cometti, G. (2007). Manual de Pliometría. Paidrobo.
5. Dufour, M; Pillú, M. (2006). Biomecánica Funcional, Barcelona, Masson.
6. Field, D. (2004). Anatomía, palpación y localización superficial. Barcelona: Paidotribo.
7. Guyton, Tratado de Fisiología Médica, 8ª Edición 2013 Editorial Interamericana Mc Graw-Hill
8. Harrison, M. Principios de Medicina Interna, 11ª Edición 2013 Editorial Interamericana Mc-Graw Hill
9. Hicks, J. (1954). The mechanic of the foot II: The plantar aponeurosis and the arch. Journal of anathomy, 25-30.
10. Kapandji. (2005). Fisiología Articular. Madrid: Editorial Médica Pnanamericana.
11. Latarget, M. (2004). Anatomía humana. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
12. Levy, J. (2006). Value of radiographs in the initial evaluation of no traumatic adult heel pain. Foot & Ankle International. Boston.



13. LLusá Pérez, M. (2003). Manual y Atlas fotográfico de anatomía del aparato locomotor. Madrid: Médica Panamericana.
14. Martinez, A. (1998). Manual de Medicina Física. Londres: Harcourt Brace.
15. Moore, K., & Dalley, A. (2005). Anatomía con orientación Clínica. Madrid: Médica Panamericana.
16. Morehouse, Miller, Fisiología del Ejercicio, 9ª Edición 2013 Editorial El Ateneo
17. Palastanga, N., Field, D., & Soames, R. (2000). Anatomía y movimiento humano, estructura y funcionamiento. Barcelona: Paidotribo.
18. Rouviere, H., & Delmas, A. (1988). Anatomía Humana: descriptiva, topográfica y funcional. Madrid: Masson.
19. Sampiri, R. (2003). Metodología de la investigación. México: McGraw Hill.
20. Sohier, R., & Company, M. (2009). Fisioterapia analítica de la articulación de la cadera. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
21. Smith, Thier, Fisiopatología, 2ª Edición 2009 Editorial Panamericana
22. Verkoshansky, Y. (1999 ). Todo sobre el método Pliométrico. Barcelona: Paidotribo.
23. Villa, L., & Pérez, A. (2001). La Cadera. Barcelona: Masson.
24. Weineck, J. (2003). Entrenamiento Total. Barcelona: Paidotribo.
25. Vera Luna, P. (2006). Biomecánica de la marcha normal y patológica. Valencia: Instituto de Biomecánica de Valencia.

Proceso de aplicación

Semana 1 hasta semana 4

**Aplicación primer mes**

<b>DÍA</b>	<b>EJERCICIO</b>	<b>NÚMERO DE SERIES</b>	<b>NÚMERO DE REPETICIÓN</b>	<b>TIEMPO DE DESCANSO ENTRE EJERCICIO (SEG)</b>
<b>LUNES</b>	<b>Drops jumps</b>	3	8	90
<b>MIÉRCOLES</b>	<b>Salto bipodal descendente gradas</b>	3	8	90
<b>VIERNES</b>	<b>Escalinatas</b>	3	8	120

Elaborado por: Margarita Quinchuela

Semana 5 hasta semana 8

**Aplicación segundo mes**

<b>DÍA</b>	<b>EJERCICIO</b>	<b>NÚMERO DE SERIES</b>	<b>NÚMERO DE REPETICIÓN</b>	<b>TIEMPO DE DESCANSO ENTRE EJERCICIO (SEG)</b>
<b>LUNES</b>	<b>Drops jumps</b>	3	10	90
<b>MIÉRCOLES</b>	<b>Salto bipodal ascendente</b>	3	10	90
<b>VIERNES</b>	<b>Ejercicios de lateralidad</b>	3	10	90

Elaborado por: Margarita Quinchuela

Semana 9 hasta semana 12

**Aplicación tercer mes**

<b>DÍA</b>	<b>EJERCICIO</b>	<b>NÚMERO DE SERIES</b>	<b>NÚMERO DE REPETICIÓN</b>	<b>TIEMPO DE DESCANSO ENTRE EJERCICIO (SEG)</b>
<b>LUNES</b>	<b>escalinatas</b>	5	8	60
<b>MIÉRCOLES</b>	<b>Salto unipodal izquierdo + salto unipodal derecho</b>	5	8	60
<b>VIERNES</b>	<b>Drops jumps</b>	4	8	60

Elaborado por: Margarita Quinchuela

Semana 13 hasta semana 16

**Aplicación cuarto mes**

<b>DÍA</b>	<b>EJERCICIO</b>	<b>NÚMERO DE SERIES</b>	<b>NÚMERO DE REPETICIÓN</b>	<b>TIEMPO DE DESCANSO ENTRE EJERCICIO (SEG)</b>
<b>LUNES</b>	<b>Salto bipodal ascendente</b>	5	10	60
<b>MIÉRCOLES</b>	<b>Salto bipodal descendente</b>	5	10	60
<b>VIERNES</b>	<b>Ejercicio de lateralidad</b>	5	12	60

Elaborado por: Margarita Quinchuela

Semana 17 hasta semana 20

**Aplicación quinto mes**

<b>DÍA</b>	<b>EJERCICIO</b>	<b>NÚMERO DE SERIES</b>	<b>NÚMERO DE REPETICIÓN</b>	<b>TIEMPO DE DESCANSO ENTRE EJERCICIO (SEG)</b>
<b>LUNES</b>	<b>Drops jumps</b>	5	12	60
<b>MIÉRCOLES</b>	<b>Salto unipodal izquierdo más salto unipodal derecho</b>	5	12	60
<b>VIERNES</b>	<b>Ejercicios de lateralidad</b>	5	12	60

Elaborado por: Margarita Quinchuela

Semana 21 hasta semana 24

**Aplicación sexto mes**

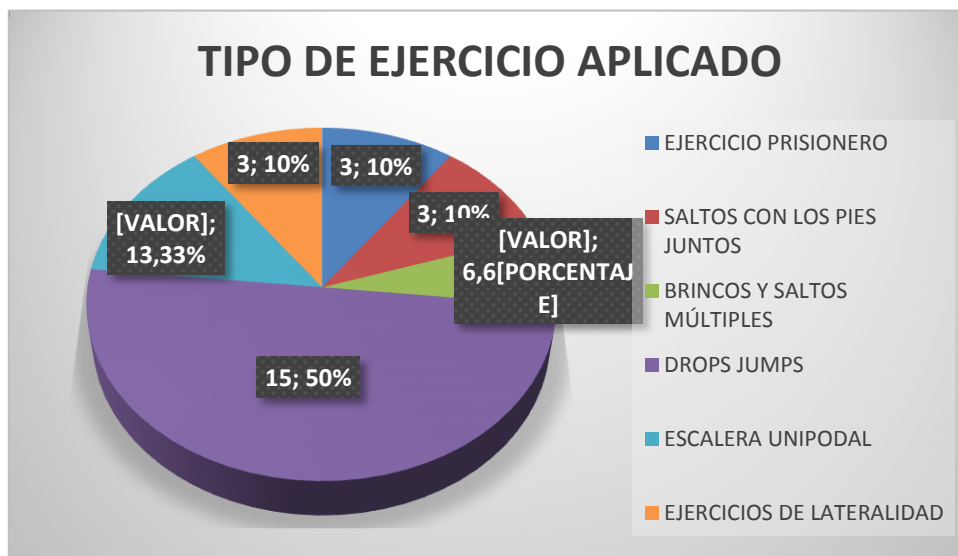
<b>DÍA</b>	<b>EJERCICIO</b>	<b>NÚMERO DE SERIES</b>	<b>NÚMERO DE REPETICIÓN</b>	<b>TIEMPO DE DESCANSO ENTRE EJERCICIO (SEG)</b>
<b>LUNES</b>	<b>escalinatas</b>	6	10	60
<b>MIÉRCOLES</b>	<b>salto bipodal ascendente</b>	6	10	60
<b>VIERNES</b>	<b>drops jumps</b>	6	10	60

Elaborado por: Margarita Quinchuela

**Resultados de los Deportistas de la Disciplina de Básquet de la Federación Deportiva de Chimborazo, de acuerdo al Tipo de Ejercicios Aplicados**

Tabla No. 3.6

TIPO DE EJERCICIO APLICADO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SALTO UNIPODAL	3	10%
SALTO BIPODAL ASCENDENTE	3	10%
SALTO BIPODAL DESCENDENTE	2	6,67%
DROPS JUMPS	15	50
ESCALINATAS	4	13,33%
EJERCICIOS DE LATERALIDAD	3	10%
TOTAL	30	100%



**ANÁLISIS EXPLICATIVO**

De un total de 30 pacientes en estudio que representa al 100%, de la Federación Deportiva de Chimborazo de los cuales podemos manifestar que a la mayoría de Deportistas de la selección de Básquet se les realizó Ejercicios Drops Jumps 15 pacientes que corresponden al 50%



SALTOS EN GRADA EN FORMA ASCENDENTE DEPORTISTAS FDCH



EJERCICIO DE LATERALIDAD DEPORTISTAS FDCH



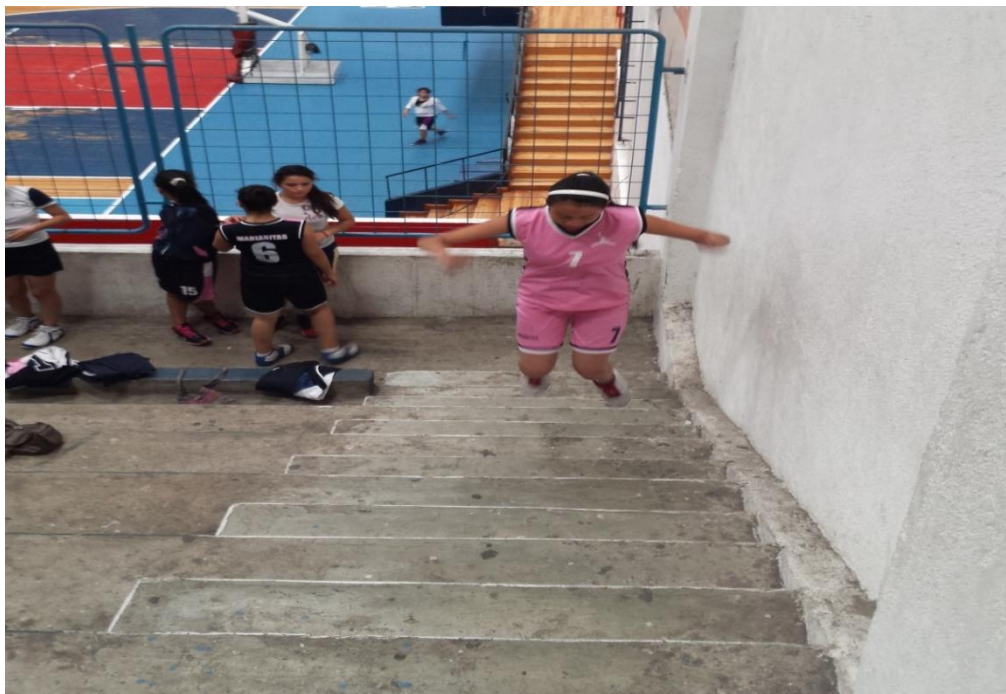
SALTO BIPODAL EN LA ESCALERA DEPORTISTAS FDCH



SALTOS UNIPODALES EN ESCALERA DEPORTISTAS FDCH



SALTOS EN GRADAS DEPORTISTAS FDCH



SALTOS EN GRADAS DEPORTISTAS FDCH

**HOJA DE SEGUIMIENTO**  
**FEDERACIÓN DEPORTIVA DE CHIMBORAZO**

NOMBRE			Anita Alvear García								
TIPO DE EJERCICIO			Test del salto vertical								
<b>ENERO</b>											
<b>SEMANA 1</b>			<b>SEMANA 2</b>			<b>SEMANA 3</b>			<b>SEMANA 4</b>		
TALLA	SALTO TOTAL	SALTO NETO	TALLA	SALTO TOTAL	SALTO NETO	TALLA	SALTO TOTAL	SALTO NETO	TALLA	SALTO TOTAL	SALTO NETO
1,53	1,63	0,10	1,53	1,63	0,10	1,53	1,63	0,10	1,53	1,64	0,11
<b>FEBRERO</b>											
<b>SEMANA 1</b>			<b>SEMANA 2</b>			<b>SEMANA 3</b>			<b>SEMANA 4</b>		
TALLA	SALTO TOTAL	SALTO NETO	TALLA	SALTO TOTAL	SALTO NETO	TALLA	SALTO TOTAL	SALTO NETO	TALLA	SALTO TOTAL	SALTO NETO
1,53	1,64	0,11	1,53	1,65	0,12	1,53	1,65	0,12	1,53	1,67	0,14
<b>MARZO</b>											
<b>SEMANA 1</b>			<b>SEMANA 2</b>			<b>SEMANA 3</b>			<b>SEMANA 4</b>		
TALLA	SALTO TOTAL	SALTO NETO	TALLA	SALTO TOTAL	SALTO NETO	TALLA	SALTO TOTAL	SALTO NETO	TALLA	SALTO TOTAL	SALTO NETO
1,53	1,67	0,14	1,53	1,67	0,14	1,53	1,67	0,14	1,53	1,67	0,14
<b>ABRIL</b>											
<b>SEMANA 1</b>			<b>SEMANA 2</b>			<b>SEMANA 3</b>			<b>SEMANA 4</b>		
TALLA	SALTO TOTAL	SALTO NETO	TALLA	SALTO TOTAL	SALTO NETO	TALLA	SALTO TOTAL	SALTO NETO	TALLA	SALTO TOTAL	SALTO NETO
1,53	1,67	0,14	1,53	1,68	0,15	1,53	1,68	0,15	1,53	1,68	0,15
<b>MAYO</b>											
<b>SEMANA 1</b>			<b>SEMANA 2</b>			<b>SEMANA 3</b>			<b>SEMANA 4</b>		
TALLA	SALTO TOTAL	SALTO NETO	TALLA	SALTO TOTAL	SALTO NETO	TALLA	SALTO TOTAL	SALTO NETO	TALLA	SALTO TOTAL	SALTO NETO
1,53	1,68	0,15	1,53	1,68	0,15	1,53	1,69	0,16	1,53	1,69	0,16
<b>JUNIO</b>											
<b>SEMANA 1</b>			<b>SEMANA 2</b>			<b>SEMANA 3</b>			<b>SEMANA 4</b>		
TALLA	SALTO TOTAL	SALTO NETO	TALLA	SALTO TOTAL	SALTO NETO	TALLA	SALTO TOTAL	SALTO NETO	TALLA	SALTO TOTAL	SALTO NETO
1,53	1,69	0,16	1,53	1,7	0,17	1,53	1,7	0,17	1,53	1,72	0,19
<b>INCREMENTO TOTAL</b>		19 cm									



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

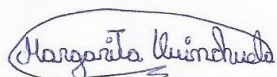
**CARRERA TERAPIA FÍSICA Y DEPORTIVA**

**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Riobamba, 6 de enero de 2014

Yo, Margarita Elizabeth Quinchuela Camacho portadora de la C.I. 0202097986, en calidad de egresada de la carrera de Terapia Física y Deportiva de la Universidad Nacional de Chimborazo, le solicito a usted Srta. Anita Alvear, su consentimiento para obtener información como parte de la población de estudio para el desarrollo de mi tesis denominada "APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE PLIOMETRÍA COMO MÉTODO DE PREVENCIÓN DE LESIONES MUSCULARES EN LOS DEPORTISTAS DE LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DE CHIMBORAZO DE LA SELECCIÓN DE BÁSQUET MASCULINO Y FEMENINO EN EL PERIODO DE ENERO A JUNIO 2014".

Agradezco de antemano su aporte y colaboración para el desarrollo de mi investigación.



Srta. Margarita Quinchuela

Tesista



Srta. Anita Alvear

Deportista

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

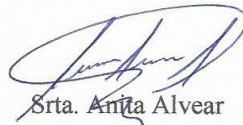
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**CARRERA TERAPIA FÍSICA Y DEPORTIVA**

**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Riobamba, 29 de junio de 2014

Yo, Anita Fernanda Alvear García, portadora de la C.I. 0603856755, en calidad de deportista perteneciente a la Federación Deportiva de Chimborazo, manifiesto absoluta satisfacción, haciendo referencia a mi evolución en cuanto al incremento de fuerza muscular posterior a la aplicación del programa de ejercicios pliométricos en mi persona ejecutados en un período de 6 meses; además de ello manifiesto mi conformidad ya que la investigadora supo aclarar todas mis dudas acerca del tema y poseo mayor conocimiento para poder evitar futuras lesiones en mi desempeño como deportista.



Srta. Anita Alvear

Deportista



**FEDERACIÓN DEPORTIVA DE CHIMBORAZO**  
*Unidad de Gestión Técnica Metodológica*  
**SECRETARÍA**



**CERTIFICADO**


**QUIEN SUSCRIBE EN CALIDAD DE DIRECTOR METODOLÓGICO DE FEDERACION DEPORTIVA DE CHIMBORAZO EN LEGAL Y DEBIDA FORMA CERTIFICO QUE:**

La **Señorita MARGARITA ELIZABETH QUINCHUELA CAMACHO**, con cédula de ciudadanía No. 0202097986, estudiante de la Carrera de Terapia Física de la Universidad de Nacional de Chimborazo, realizó la recolección de datos para la realización de la Tesina con el tema "Aplicación de la técnica de pliometría como método de prevención de lesiones musculares con los deportistas de Federación Deportiva de Chimborazo en la selección de Basket masculino y femenino en el periodo de enero a junio del 2014".

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Riobamba, 21 de octubre del 2014

Atentamente,  
DEPORTE Y DISCIPLINA

  
*Lic. Guillermo Luque Del Valle*

**DIRECTOR METODOLÓGICO  
FEDERACION DEPORTIVA DE CHIMBORAZO**



## HISTORIA CLÍNICA

Nombre: Maria Paula  
Apellido: Berifaz Pizarro  
Edad: 14  
Sexo: femenino  
Raza: mestizo  
Estado civil: soltera  
Religión: catolica  
Profesión: ninguna  
Ocupación: estudiante deportista  
Dirección: Luz Eliza Boya - S. de junio  
Fecha: 11 de febrero 2014

Enfermedad actual

contractura cuello sindrome cervical

Antecedentes Patológicos Personales:

Sinusitis, asma

Antecedentes familiares:

Mamá. Tiroidea e hipertensión.

.....

.....