



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA
ESPECIALIDAD TERAPIA FÍSICA Y DEPORTIVA**

**TESINA DE GRADO PREVIO A LA OBTENCION DEL
TÍTULO DE LICENCIADOS EN CIENCIAS DE LA
SALUD ESPECIALIDAD TERAPIA FÍSICA Y
DEPORTIVA**

TEMA: APLICACIÓN DE LA PLIOMETRÍA COMO MÉTODO DE FORTALECIMIENTO MUSCULAR EN DISTENSIÓN DE LIGAMENTOS DE RODILLA EN PACIENTES DEPORTISTAS, ENTRE LAS EDADES DE 18 A 40 AÑOS, ATENDIDOS EN EL CENTRO DE REHABILITACIÓN FÍSICA ASOFISIO (QUITO) EN EL PERIODO DE ABRIL A AGOSTO DEL 2011.

**AUTORES:
EMERSON VIRACOCCHA TOAPANTA
DENNIS JAVIER YÁNEZ ERAZO**

**TUTOR:
Lcda. Gioconda Santos
RIOBAMBA 2012**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA DE TECNOLOGIA MÉDICA

ESPECIALIDAD TERAPIA FÍSICA Y

DEPORTIVA

“APLICACIÓN DE LA PLIOMETRÍA COMO MÉTODO DE FORTALECIMIENTO MUSCULAR EN DISTENSIÓN DE LIGAMENTOS DE RODILLA EN PACIENTES DEPORTISTAS, ENTRE LAS EDADES DE 18 A 40 AÑOS, ATENDIDOS EN EL CENTRO DE REHABILITACIÓN FÍSICA ASOFISIO (QUITO) EN EL PERIODO DE ABRIL A AGOSTO DEL 2011”.

Tesina de grado de licenciatura aprobado en el nombre de la Universidad Nacional De Chimborazo por el siguiente jurado.

Lcda. Marcia Chicaiza

Firma

Lcda. Gioconda Santos

Firma

Lic. Roberto Lema

Firma

DERECHOS DE AUTORÍA

Nosotros, Emerson Viracocha Toapanta y Dennis Javier Yáñez Erazo somos responsables de todo el contenido de este trabajo investigativo, los derechos de autoría pertenecen a la Universidad Nacional de Chimborazo.

DEDICATORIA

En primer lugar a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora; a mi padre Don Lorenzo Viracocha, mi madre Doña Laura Toapanta, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento; Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad, es por ellos que soy lo que soy ahora.

En el aspecto personal agradezco a grandes amigos y compañeros que estuvieron en los momentos más alegres y difíciles; este gran esfuerzo no hubiese sido posible sin la colaboración de profesionales como al Licenciado Fernando Iza y a su maravilloso grupo de trabajo: Ximena Rojas, Elena Pila y Diana Cañar. Gracias por formar parte de mí.

Emerson Viracocha Toapanta

DEDICATORIA

A Jehová pues jamás se a olvidado de mi y mi familia, a mis padres, particularmente a mi madre, Sandra Erazo, por su incondicional apoyo y ejemplo de fortaleza y decisión, con el cual pudo sacar adelante a sus cuartos hijos, a mis hermanos que son mis mejores amigos con quienes he compartido tanto, a mis amigos que, aunque pocos, son los mejores que existen, a todas aquellas personas que de una y varias maneras hicieron que los días amargos fueran soportables y los oscuros transitables. Muchas gracias.

Dennis Javier Yáñez Erazo

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Chimborazo, a nuestros padres quienes nos han dado su apoyo incondicional, a varios de nuestros maestros quienes supieron impartir sus conocimientos de manera acertada en beneficio de la juventud y para el bienestar de nuestra sociedad del futuro. De una manera muy especial a todas las personas e instituciones que de una u otra manera contribuyeron para el desarrollo y culminación de éste trabajo investigativo.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó mediante un estudio investigativo de tipo correlacional y de observación en el Centro de Rehabilitación Física ASOFISIO de la ciudad de Quito con el propósito de aplicar, como tratamiento fisioterapéutico, el método Pliométrico en pacientes con post - distensión del ligamentos de rodilla, el mismo que ayudo a los pacientes a aprender y tomar conciencia a través del movimiento mejorando su bienestar general. Se estudió a un grupo de 34 pacientes que presentaron distensión de ligamentos de rodilla, luego de realizar una evaluación funcional de estos pacientes por el especialista; iniciamos con la recopilación de datos valiéndonos de las historias clínicas y de las fichas de evaluación fisioterapéutica realizadas a los pacientes según el esquema establecido en el que constan las variables de edad, sexo, actividad deportiva. etc. Para la iniciación de este trabajo investigativo aplicamos una ficha de evaluación a cada paciente, con el fin de determinar su patología, acto seguido realizamos los cuadros estadísticos y procedimos al análisis para conocer la incidencia de pacientes que presentan dolor por distensión ligamentaria en las edades comprendidas entre 18 a 40 años, y determinar la eficacia de la aplicación del método en cada uno de los pacientes. Después de haber aplicado la técnica pliométrica, se obtuvo resultados favorables y un porcentaje elevado de pacientes recuperó su movilidad, su fuerza y velocidad en sus extremidades inferiores.

SUMMARY

Presently work one carries out an investigative study of type correlational and of observation in the Physical Rehabilitation Centre ASOFISIO in of Quito city with the purpose of applying, as treatment physical therapy, the method Plyometric in patients with post-distension of the knee ligaments, the same one that I help the patients to learn and to take conscience through the movement improving their general well-being. One studies to a group of 34 patients that you they presented distension of knee ligaments, after carrying out a functional evaluation of these patients for the specialist; we begin with the summary of data being worth us of the clinical histories and of the evaluation records physical therapy carried out the patients according to the outline settled down in the one that consists the age variables, sex, sport activity, etc. For the initiation of this investigative work we apply an evaluation record to each patient, with the purpose of determining their pathology, posterior to this carries out the statistical squares and we proceeded to the analysis to know the incidence of patients that you they present pain for distension ligament-aria in the understood ages 18 to 40 years of age, and to determine the effectiveness of the application of the method in each one of the patients. After having applied the technical Plyometric, you favorable it was obtained and a high percentage of patients recovers its mobility, its force and speed in its inferior extremities.

ÍNDICE GENERAL

Introducción.....	1
Capítulo I.....	3
1.-Problematización.....	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Formulación de problema.....	5
1.3 Objetivos.....	6
1.3.1 Objetivo general.....	6
1.3.2 Objetivos específicos.....	6
1.4 Justificación.....	6
 CAPÍTULO II.....	 8
2. Marco teórico.....	8
2.1 Posicionamiento teórico personal.....	8
2.2 Reseña histórica.....	8
2.3 Fundamentación teórica.....	9
Rodilla.....	9
Estructuras Óseas.....	11
Fémur.....	11
Tibia.....	12
Rótula.....	13
Estructuras Ligamentosas.....	14
Ligamentos laterales.....	14
Ligamento lateral interno.....	15
Ligamento Lateral externo.....	15
Ligamentos cruzados.....	16
Ligamento cruzado anterior.....	16
Ligamento cruzado posterior.....	16
Estructura muscular.....	17
Tejido.....	17
Clasificación.....	17
Liso:.....	18
Cardíaco:.....	18
Esquelético o estriado:.....	18
Funciones.....	18
Musculatura De La Rodilla.....	19
Músculos Extensores.....	19

Recto anterior:	19
Vasto Externo:	20
Vasto interno:	20
Crural:.....	21
Músculos Flexores	21
Semitendinoso.	22
Semimembranoso.	22
Bíceps Femoral.....	22
Biomecánica	23
Fisiología Del Músculo	24
Las fibras extrafusales	25
Las fibras intrafusales	25
Tipos De Contracción	26
Isotónica o dinámica:	26
Concéntricas:	27
Excéntrica	27
Isométrica o estática:	28
Contracciones auxotónicas.....	29
Contracciones Isocinéticas	29
Fisiología de la Contracción	31
Mecanismo general de la contracción muscular	31
Eficiencia de la contracción muscular.....	33
Propiedades de La Contracción	34
Elasticidad:.....	34
Viscosidad:.....	34
Contractibilidad:.....	35
Factores que influyen en la fuerza muscular	35
Disposición de las fibras	36
Formas y tamaño del músculo	36
Número de fibras musculares.....	36
Tipo de Fibras Musculares.....	37
Fibras de contracción lenta, rojas u oxidativas:	37
Fibras de contracción rápida, blancas o glucolíticas:	37
Sexo	39
La edad	40
La raza	40
Las proporciones	40
Fuerza vs. Hipertrofia	41
Modalidad de la contracción	41
Factores fisiológicos	42
Trabajo.....	43

Efectos del entrenamiento sobre los músculos.....	43
Inmovilización y Desuso	44
Distensión de ligamentos	44
Mecanismos de Lesión	45
Grados de distensión.....	46
Tratamiento fisioterapéutico en la distensión del ligamento.....	46
Esguince Benigno (Grado I)	46
Esguince Moderado (grado II)	47
Esguince Grave (grado III).....	50
Actividad Pliométrica.....	52
Características generales del método pliométrico	52
Fundamentos del entrenamiento pliometrico	54
Ventajas Del Metodo Pliométrico	55
La Pliometría	58
Concepto	59
Fases desde el punto de vista de la biomecánica que se pueden distinguir en una acción Pliométrica	61
La fase concéntrica.	61
La fase excéntrica.	62
La fase de amortiguamiento.	62
Flexibilidad.....	63
Comprensión de los ejercicios pliométricos	64
Fisiología de los ejercicios pliométricos.....	65
Fisiología muscular en el entrenamiento pliométrico.....	66
Entrenamiento aeróbico.....	66
Desarrollo del entrenamiento mediante los ejercicios pliométricos ...	67
Variables de los ejercicios	67
INTENCIDAD:.....	67
VOLUMEN	68
FRECUENCIA:	70
Ejercicios de entrenamiento de multisaltos	70
Saltos sobre el mismo sitio.	71
Saltos con los pies juntos.	71
Brincos y saltos múltiples.....	71
Botar.....	71
Ejercicios con plintos o cajones:.....	72
Drops jumps (saltos con caída):	72
Depth jumps.....	72
Hops.....	73
Running bounds.	73
Jumps.....	74

Power throws.....	74
Impacts.....	74
consideraciones que afectan al diseño de programas de entrenamiento a cualquier nivel	74
Pruebas y valoraciones.....	75
Técnicas de movimiento.....	75
Distribución de tiempo.....	75
Recuperación.....	76
Longitud del ciclo.....	77
Altura apropiada del cajón	77
Lugar de entrenamiento	78
Nivel de entrenamiento:	78
Especificidad del entrenamiento:	79
Diseño de un programa de entrenamiento.....	81
Desarrollo del entrenamiento pliometrico	81
Nivel 1	81
Nivel 2	84
Nivel 3	88
Empleo de ejercicios pliométricos frente a otro entrenamiento.	89
Actividad pliométrica	90
Entrenamiento de fuerza-resistencia	90
La pre- fatiga.....	93
2.4 definiciones de terminos bÁsicos	93
2.5 hipótesis y variables	96
hipótesis.....	96
variables	96
2.6 Operacionalización de variables	97
 Capítulo III.....	 98
3. Marco metodológico	98
3.1 Método	98
3.2 Población y muestra	99
3.2.1 Población.....	99
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	100
3.4 Técnicas para el análisis e interpretación de resultados	100
Interpretación de Resultados	101
 Capítulo IV	 114
Conclusiones y Recomendaciones	114

Bibliografía	115
Linkografía.....	117
Anexos	118

LISTA DE CUADROS

Tabla No 1	Diferencia entre fibras de contracción rápida y lenta.....	39
Tabla No 2	Escala de ejercicios.....	68
Tabla No 3	Volumen de salto.....	69
Tabla No 4	Variación de volumen de salto nivel 1.....	81
Tabla No 5	Variación de volumen de salto nivel 2.....	84
Tabla No 6	Variación de volumen de salto nivel 3.....	88
Tabla No 7	Operacionalización de las variables.....	97
Tabla No 8	Distribución por edad.....	101
Tabla No 9	Distribución por género.....	103
Tabla No 10	Distribución por tipo de lesión.....	104
Tabla No 11	Distribución por actividad deportiva.....	105
Tabla No 12	Distribución por tiempo de recuperación en lesión de ligamento colateral medial.....	106
Tabla No 13	Distribución por tiempo de recuperación en lesión de ligamento colateral externo.....	107
Tabla No 14	Distribución por tiempo de recuperación en lesión de ligamento cruzado anterior.....	109
Tabla No 15	Perímetros musculares.....	110
Tabla No 16	Salto vertical.....	112

LISTA DE GRAFICOS

Gráfico	1	Rodilla.....	9
Gráfico	2	Estructuras Óseas.....	11
Gráfico	3	Fémur.....	11
Gráfico	4	Tibia.....	12
Gráfico	5	Rótula.....	13
Gráfico	6	Estructuras de los Ligamentos.....	14
Gráfico	7	Ligamentos de rodilla.....	14
Gráfico	8	Ligamento Lateral Interno.....	15
Gráfico	9	Ligamento Lateral Externo.....	15
Gráfico	10	Ligamentos Cruzados.....	16
Gráfico	11	Musculatura de la Rodilla.....	19
Gráfico	12	Recto Anterior.....	19
Gráfico	13	Vasto Externo.....	20
Gráfico	14	Vasto Interno.....	20
Gráfico	15	Flexores de Rodilla.....	21
Gráfico	16	Bíceps Femoral.....	22
Gráfico	17	Articulación de la Rodilla.....	25
Gráfico	18	Contracción Isotónica.....	26
Gráfico	19	Contracción Concéntrica.....	27
Gráfico	20	Contracción Excéntrica.....	27
Gráfico	21	Contracción Isométrica.....	21
Gráfico	22	Contracciones Auxotónicas.....	29
Gráfico	23	Contracción Isocinética.....	29
Gráfico	24	Mecanismo de Contracción.....	32
Gráfico	25	Mecanismo de Lesión.....	45
Gráfico	26	Fisioterapia de Rodilla.....	46
Gráfico	27	Actividad Pliométrica.....	52
Gráfico	28	Ventajas de la Polimetría.....	55
Gráfico	29	Pliometría.....	58
Gráfico	30	Fase Concéntrica.....	62
Gráfico	31	Fase Excéntrica.....	62
Gráfico	32	Fase Amortiguamiento.....	63
Gráfico	33	Drops Jumps.....	72
Gráfico	34	Depth Jumps.....	73
Gráfico	35	Nivel 1 / día 2 prisioneros.....	82
Gráfico	36	Nivel 1 / día 3 cajones.....	83
Gráfico	37	Nivel 2 / día 1.....	85
Gráfico	38	Nivel 2 / día 2 ranas.....	86
Gráfico	39	Nivel 2 / día 3.....	87

Gráfico	40	Distribución por Edad.....	102
Gráfico	41	Distribución por Género.....	103
Gráfico	42	Distribución por Tipo de Lesión.....	104
Gráfico	43	Distribución por Actividad Deportiva.....	105
Gráfico	44	Tiempo de Recuperación Ligamento Colateral Interno....	106
Gráfico	45	Tiempo de Recuperación Ligamento Colateral Externo....	108
Gráfico	46	Tiempo de Recuperación Ligamento Cruzado Anterior....	109
Gráfico	47	Medición de Perímetros Musculares.....	111
Gráfico	48	Medición del Test de Salto Vertical.....	112

INTRODUCCIÓN

La articulación de la rodilla es muy importante en la vida de las personas, pues permite la normal deambulaci3n y el adecuado soporte del cuerpo en diferentes posiciones, facilitando as3 las actividades de la vida diaria, por ello su perfecto funcionamiento es indispensable en la pr3ctica de deportes especialmente en los de alto rendimiento.

La articulaci3n de la rodilla es la m3s inestable del cuerpo humano, as3 pues, casi en ning3n movimiento funcional esta queda fija en extensi3n. La posici3n de ligera flexi3n evita que se mantenga la posici3n articular m3xima, distiende los ligamentos laterales y evita al esqueleto la tensi3n de los extensores. Las rodillas pueden lesionarse de diferentes maneras especialmente si se someten a traumatismos fuertes y violentos como los que se presentar3an por ejemplo en accidentes de tr3nsito o en deportes exigentes.

De entre las muchas lesiones de la articulaci3n de la rodilla en deportistas, las de ligamentos son una de las causas de consulta m3s frecuentes, relativamente hablando, en los departamentos de traumatolog3a y rehabilitaci3n.

Los ligamentos se afectan por movimientos excesivos de rodilla en valgo o por traumatismos directos en los mismos cuando se encuentran en posici3n de varo y el pie se encuentra fijo en el suelo pudiendo llegar a la elongaci3n e incluso a la ruptura de ligamentos de la respectiva articulaci3n.

Cl3nicamente se clasifican a las lesiones de ligamentos en grados I, II, III; las lesiones grado I y II, que son las que se producen con mayor frecuencia, se trata fundamentalmente con f3rmacos y fisioterapia, mientras que las de grado III requieren de cirug3a. Las lesiones de ligamentos de rodilla son una importante causa de incapacidad funcional y alejan al paciente de sus actividades diarias, lo que es m3s cr3tico si se trata de deportistas de 3lite, creando afectaci3n tanto econ3mica como de

menor rendimiento institucional, por ello el tiempo de recuperación es ciertamente crítico. Diversas técnicas de terapia física se han usado para el tratamiento de las lesiones de ligamentos de rodilla y constantemente se están investigando y evaluando nuevas técnicas en búsqueda de un método que permita la más pronta y completa recuperación de los pacientes para que puedan reincorporarse a sus actividades diarias en óptimas condiciones.

Desde hace algunos años se ha establecido la técnica de la pliometría como parte de la rehabilitación física, como una de las que ofrece mejores y más rápidos resultados para el fortalecimiento muscular en las lesiones de ligamentos de rodilla y en algunos centros de rehabilitación se ha convertido en el tratamiento de primera elección especialmente cuando se trata de recuperar a deportistas de élite, en el menor tiempo posible, obteniendo generalmente buenos resultados.

En el Centro de Rehabilitación Física ASOFISIO de la ciudad de Quito se atiende con frecuencia a deportistas profesionales con lesiones de ligamentos de rodilla, producto de su actividad profesional, que requieren recuperarse y volver a su nivel de actividad lo más pronto posible, objetivo que se logra generalmente aplicando ejercicios pliométricos aunque con resultados diferentes según los individuos especialmente en lo referente al tiempo de recuperación. Este trabajo pretende demostrar la eficacia de la pliometría como técnica de fortalecimiento muscular después de una lesión de ligamentos de la rodilla, diferenciando la recuperación de la rodilla afectada, la edad, sexo y actividad deportiva de los pacientes.

CAPÍTULO I

1.-PROBLEMATIZACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El término 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).

Históricamente se conoce que la antigua URSS, después de la guerra, dedicó interés especial en demostrar la fortaleza de su sistema político y para ello empleó diferentes programas estratégicos, y uno de ellos fue la de alcanzar victorias relevantes en las confrontaciones deportivas. El programa de apoyo a la actividad física, no era novedoso, ya que contaba con apoyo priorizado del estado socialista ruso desde etapas tan remotas como la década de los años 1920, porque a pesar de que la hambruna en Rusia era general, destinaron grandes recursos económicos para la creación de centros de adiestramiento para la formación de especialistas en la actividad física. Esto estaba estrechamente relacionado con la ya tradición histórica que poseían los rusos en este campo del saber y con la necesidad imperiosa de preparar mejor a sus soldados, porque para ellos, el ejercito que habían heredado del Zarismo estaba integrado por soldados débiles y poco disciplinado y necesitaban de un ejercito fuerte para la defensa del nuevo estado y la conquista de los otros estados fronterizos.

Retomando el programa estratégico relacionado con la actividad física, este sufrió sustanciales cambios, culminada la segunda guerra mundial, y

pasó a tomar un enfoque deportivo, lógicamente sin alejarse de su fin como medio de preparación de las tropas. El enfoque competitivo tomó un impulso sostenible después de los sobresalientes resultados de la URSS en los Juegos Olímpicos de 1956, y en consecuencia se incrementó sustancialmente el apoyo económico a las actividades relacionadas con el deporte competitivo y se intensificaron ambiciosos proyectos investigativos, años más tarde estos proyectos fueron vinculados con las actividades científicas en la preparación física de los cosmonautas.

Existe abundante evidencia que indica que la participación regular en un programa de entrenamiento con sobrecarga o en un programa de entrenamiento pliométrico puede mejorar las medidas de la fuerza y la potencia en adultos. Diversos estudios también sugieren que los cambios en el rendimiento en destrezas motoras resultantes de la participación en un programa combinado de entrenamiento con sobrecarga y entrenamiento pliométrico son mayores que con un tipo de entrenamiento por sí solo. De esta manera, se recomienda que los adultos participen tanto en un programa de entrenamiento con sobrecarga como en un programa de entrenamiento pliométrico cuando se desean mayores ganancias en el rendimiento motor.

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. 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.

En el Centro de Rehabilitación Física ASOFISIO de la ciudad de Quito se atiende con frecuencia a deportistas profesionales con lesiones de ligamentos de rodilla, producto de su actividad profesional, que requieren recuperarse y volver a su nivel de actividad lo más pronto posible, este objetivo se logra generalmente aplicando ejercicios pliométricos aunque

con resultados diferentes según los individuos especialmente en lo referente al tiempo de recuperación.

En la literatura sobre este tema son muy diversas las opiniones y recomendaciones de sobre como perfeccionar esta capacidad reactiva del músculo. Entre las opiniones que demuestran poseer dosis de convencimiento, se encuentran: Las que tienen sustentación en el razonamiento lógico, por ejemplo “Los levantadores de pesas muestran gran poder de salto, es sostenible que el entrenamiento con las pesas ayuda al incremento de la saltabilidad”, otras opiniones y quizás las más las difundidas, se apoyan en las experiencias prácticas “Los programas de entrenamiento de los deportistas con rendimientos destacados, frecuentemente emplean los ejercicios con las pesas, diferentes tipos de los saltos, lanzamientos, carreras de distancias cortas, etc.”, De estas potencias surgen muchas y variadas recomendaciones y hasta se incrementan sustancialmente cuando hacen referencia a los tipos y cantidad de saltos, por ciento de pesos a levantar de la fuerza máxima, proporción entre la cantidad de ejercicios en la semana, el mes, etc. En fin, son tan variadas las recomendaciones como deportistas analizados. Si bien los grupos anteriores de opiniones y recomendaciones son frecuentes, hay otras que no son usuales, nos referimos a las que se sustentan en el resultado de la experimentación, el análisis y la discusión de los fundamentos teóricos de la Pliometría.

1.2 FORMULACIÓN DE PROBLEMA

¿Cuál es la eficacia de la aplicación de la pliometría como método de fortalecimiento muscular en distensión de ligamentos de rodilla en pacientes deportistas, entre las edades de 18 a 40 años, atendidos en el centro de rehabilitación física ASOFISIO en el período de Abril a Agosto del 2011?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la efectividad de la aplicación de la pliometría como método de fortalecimiento muscular en la distensión de ligamentos de rodilla en pacientes deportistas, entre las edades de 18 a 40 años, atendidos en el centro de rehabilitación física ASOFISIO en el periodo de Abril a Agosto del 2011.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Prevenir las lesiones de ligamentos de la rodilla en deportistas con un adecuado fortalecimiento.
- Prevenir atrofia muscular del miembro afectado.
- Fortalecer musculatura del miembro afectado.
- Realizar una buena técnica de pliometría para que los deportistas regresen a su actividad deportiva con un mejor desempeño.

1.4 JUSTIFICACIÓN

El fortalecimiento muscular es una de las etapas más importantes de la rehabilitación a la que no se le ha prestado la debida atención y por 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.

Las lesiones de ligamentos de la rodilla son relativamente frecuentes. El Centro de Rehabilitación Física ASOFISIO atiende a una gran parte de la población del país que requiere sus servicios.

El centro cuenta con infraestructura física y humana de alta calidad al servicio del deportista y de la comunidad donde se trata diferentes patologías; entre las más comunes y relevantes, la distensión del

ligamento lateral interno, aplicando los ejercicios pliométricos como base del tratamiento fisioterapéutico 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.

Por esta razón, es de suma importancia la evaluación cuidadosa en cada uno de los casos e incluir una detallada historia clínica, un examen físico y diagnósticos complementarios apropiados. Una vez realizado esto, se puede hacer un diagnóstico exacto e instaurar el tratamiento adecuado, tomando en cuenta las características y síntomas propios del paciente y que ayude a este a incorporarse a sus actividades normales lo más pronto posible.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 POSICIONAMIENTO TEORICO PERSONAL

El presente trabajo investigativo se basa como teorías de conocimiento científico siendo este el pragmatismo ya que está vinculada la teoría con la práctica elementos básicos para el desarrollo de la ciencia.

2.2 RESEÑA HISTORICA

El Centro de Rehabilitación Física ASOFISIO es creado en el año 1986 por el Lic. Fernando Iza y el Lic. Marcelo Baldeón, con el fin de atender a una gran parte de la población del país que requiera de sus servicios.

Ubicado en la ciudad de Quito en la Avenida Amazonas y Gaspar de Villarroel (portal de Liga), el centro cuenta con una infraestructura física y humana de alta calidad al servicio del deportista y de la comunidad donde se trata diferentes patologías; ofreciendo tratamientos personalizados, para las distintas lesiones de dolor en huesos, músculos, tendones, nervios o desencadenadas por stress. Dichos tratamientos tienen como finalidad reintegrar a los pacientes a su actividad normal lo más pronto posible.

Por tal razón, en ASOFISIO se considera de suma importancia la evaluación cuidadosa en cada uno de los casos incluyendo una detallada historia clínica, un examen físico y diagnósticos complementarios apropiados llegando así a un diagnóstico exacto y entonces poder diseñar un protocolo de tratamiento adecuado, tomando en cuenta las características y síntomas propios del paciente.

MISIÓN.

Fomentar la calidad de servicio y atención ofreciendo tratamientos personalizados, para las distintas causas de dolor que aquejan a la comunidad en huesos, músculos, tendones, nervios o provocadas por el stress.

A la vez lograr la rápida reinserción del paciente a sus actividades diarias, en las mejores condiciones posibles, instruyéndolos en la prevención para evitar nuevas lesiones o recidivas.

VISIÓN.

ASOFISIO es un centro de rehabilitación sólido, ágil, confiable y líder en la innovación de servicios, con la perspectiva de mejoramiento continuo y sólidos principios éticos y humanísticos que se identifiquen por su proactividad para brindar asesoramiento y servicio permanente para la excelencia, con la finalidad de manejar, tratar y educar a los pacientes con distintos tipos de dolores músculo-esquelético y tratarlos con distintas técnicas y métodos.

2.3 FUNDAMENTACIÓN TEORICA

RODILLA

Gráfico 1: Rodilla



Fuente: <http://asosenepolcolombia.com/portal/administrator/rodilla&page=3>

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.

Estas superficies articulares son los cóndilos femorales, los cóndilos de la tibia y la rótula; los primeros ruedan sobre la superficie casi plana de los platillos tibiales.

La rodilla presenta algunas características que la diferencian del resto de las grandes articulaciones. La principal es que está compuesta por el juego de tres huesos, fémur, tibia y rótula. Los dos primeros conforman el cuerpo principal de la articulación, que soporta el peso corporal, y la rótula cumple una misión atípica, a modo de polea sobre la que se apoyan los tendones cuadricipital y rotuliano.

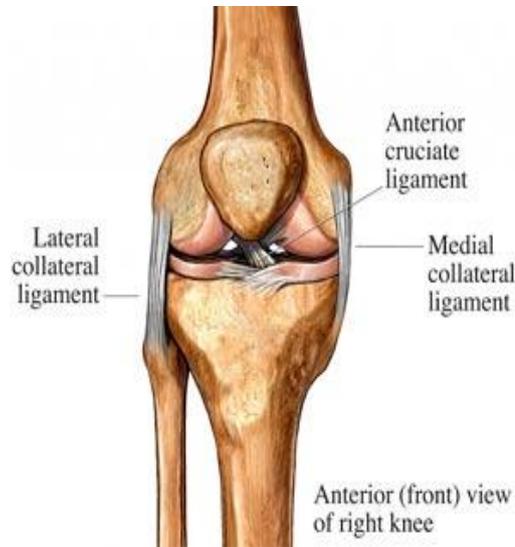
La anatomía de esta articulación está dominada por el techo de que en ella se realizan movimientos anteroposteriores de flexión y extensión, aun cuando sus superficies articulares le permiten movilidad en otros sentidos.

Esta asegura además una función estática, en la que la transmisión del peso del cuerpo a la pierna le exige una integridad y solidez considerables

Las superficies de contacto entre los huesos están cubiertas por una capa de cartílago. Todo el conjunto está envuelto por una cápsula articular, constituyendo un espacio cerrado. La cubierta íntima de la cápsula es la membrana sinovial, cuya misión principal es la secreción del líquido del mismo nombre, fundamental en la fisiología articular con misiones de lubricación y defensa.

ESTRUCTURAS ÓSEAS

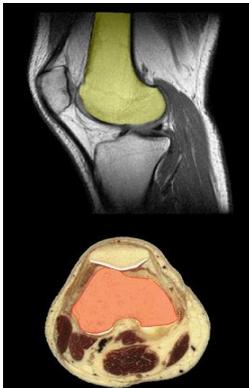
Gráfico 2: Estructuras Óseas



Fuente: abcfisioterapia.com

FÉMUR

Gráfico 3: Fémur



Fuente: e-ciencia.com

Está localizado en el muslo, es el hueso más largo, fuerte y voluminoso del cuerpo humano, esta unido 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. 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.

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 cuya función principal es de recubrir y mide 3mm.

Es importante tener en cuenta:

- El contacto condilotibial es más amplio en extensión que en la flexión.
- El cóndilo externo es más excavado y más oblicuo 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.

TIBIA

Gráfico 4: Tibia



Fuente: e-ciencia.com

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 interglenoideas la cual presenta dos porciones:

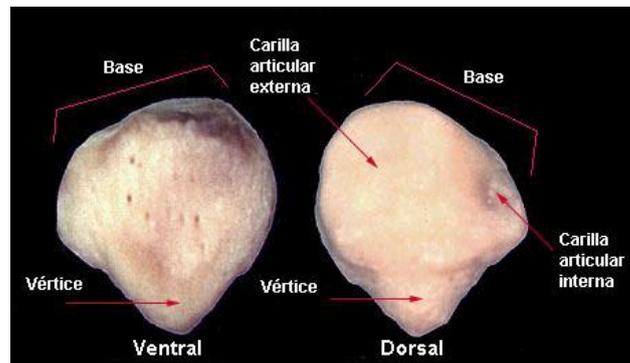
- **Superficie prespinal.-** Podemos distinguir tres relieves: uno anterior, que corresponde al anclaje del freno meniscal anterointerno, otro posterior correspondiente a la fijación del ligamento cruzado anterior y otro lateral que corresponde a la fijación del freno meniscal anteroexterno.

- **La superficie retroespinal.-** Es la más amplia y presenta tres impresiones: una para la fijación del freno meniscal posterointerno, otra que corresponde al freno meniscal posteroexterno y la tercera que corresponde a la fijación del ligamento cruzado posterior.

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

RÓTULA

Gráfico 5: Rótula



Fuente: e-ciencia.com

La rótula es una formación ósea, morfológica y biomecánicamente incorporada al tendón del músculo cuádriceps.

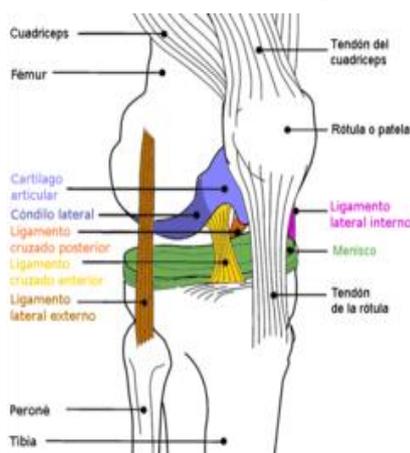
Se interpreta como un hueso de tipo sesamoideo y es el centro del conjunto capsuloligamentoso y complejo tendinoso de la rodilla. La rótula se distingue por dos superficies:

- **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.

ESTRUCTURAS LIGAMENTOSAS

Gráfico 6: Estructuras Ligamentosas



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Rodilla>

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

Ligamentos laterales

Son dos ligamentos que están a los lados de la articulación de la rodilla se distinguen en interno y externo:

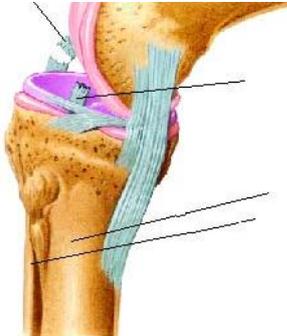
Gráfico 7: Ligamentos de Rodilla



Fuente: www.elblogdepacogilo.blogspot.com

Ligamento lateral interno

Gráfico 8: Ligamento Lateral Interno



Constituye no solo 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

Fuente: html.rincondelvago.com

porción media 2 a 2.5 cm, y grosor de 0.4 mm que aumenta gradualmente de atrás hacia delante. Se origina en el tubérculo condíleo interno, está cubierto parcialmente por la fijación del alerón interno rotuliano, así como por una lámina fibrosa.

El ligamento colateral interno o medial está estructurado en dos planos:

- **Principal**, formado por fibras femorotibiales verticales.
- **Accesorio**, formado por fibras oblicuas originadas del borde posterior del plano principal, que se fijan en el menisco interno.

Ligamento Lateral externo

Gráfico 9: Ligamento Lateral Externo



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. Se origina en el cóndilo externo del fémur y se inserta en la extremidad superior del peroné.

Fuente: www.zonamedica.com.ar

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.

Ligamentos cruzados

Los ligamentos cruzados, llamados intrarticulares o ligamentos interóseos, están profundamente situados en la escotadura intercondílea, son dos: un anterior y un posterior.

Grafico 10: Ligamentos Cruzados



Fuente: www.solounisoloazul.blogspot.com

Ligamento cruzado anterior

El ligamento cruzado anterior se origina en la parte anterointerna 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.

Ligamento cruzado 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 meniscofemoral 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.

Este fascículo accesorio, que se coloca por delante del ligamento cruzado posterior, se denomina fascículo accesorio anterior, se encuentra a veces un fascículo accesorio posterior, que se desprende del asta posterior del menisco externo y alcanza el 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 celuloadiposo.

ESTRUCTURA MUSCULAR

Tejido

El sistema muscular es el conjunto de músculos que intervienen tanto en el movimiento voluntario como en el involuntario. Su número exacto sigue siendo una incógnita, aunque se cuentan aproximadamente unos 400, que representan el 50% del peso corporal.

La masa corporal no tiene un peso y volumen estables, sino que estos disminuyen aproximadamente en un 5% entre los 25 y 75 años.

Clasificación

El tejido muscular puede ser:

Liso:

Las fibras musculares tienen una estructura lisa. El tejido muscular liso es característico de los órganos; así, lo encontramos en el aparato digestivo, el sistema urinario y en las paredes arteriales.

Se contraerá por acción del sistema nervioso vegetativo, que es el encargado de los movimientos involuntarios, como puede ser el peristaltismo intestinal, imperceptibles en condiciones normales.

Cardíaco:

Tiene una estructura parecida al músculo liso pero está gobernado y dirigido por un centro nervioso del corazón, llamado nódulo sinusal.

No obstante, el sistema nervioso vegetativo puede inducir a aumentar la frecuencia de los latidos del corazón.

Esquelético o estriado:

Las fibras musculares de este tejido están orientadas con estriaciones.

Se encuentra en todos los músculos que se insertan en los huesos y está, por tanto, bajo la dirección del sistema nervioso central, el causante de los movimientos voluntarios, como andar, flexionar o extender una articulación, o girar la cabeza.

Funciones

Las funciones de los músculos esqueléticos son:

- Mantenimiento de la postura
- Producción de los movimientos
- Producción de calor.

MUSCULATURA DE LA RODILLA

Gráfico 11: Musculatura de la Rodilla



Fuente: [Http://Kneegroupmuscul15&Cuadriceps.Com](http://Kneegroupmuscul15&Cuadriceps.Com)

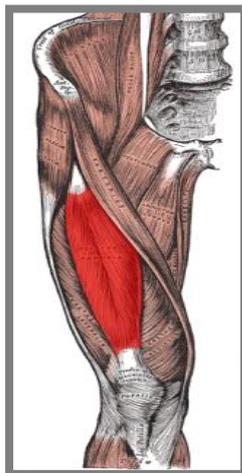
La rodilla es cruzada por varios grupos musculares provenientes del muslo y de la pierna. Según su función, podemos dividirlos en flexores y extensores.

Músculos Extensores

El cuádriceps femoral está constituido por el recto anterior, vasto interno, Crural y vasto externo.

Recto anterior:

Gráfico 12: Recto Anterior



fuelle:<http://3.bp.blogspot.com/1600/recto.png&imgrefurl=http://gabodanzapilates.blogspot.com/2010/07/los-musculos-de-la-rodilla.html&usq>

Origen: Espina ilíaca antero inferior y ceja cotoidea.

Inserción: En el polo superior de la rótula; sin embargo mediante el tendón rotuliano prolonga su inserción hasta la tibia.

Acción: Extiende la rodilla y flexiona la cadera.

Vasto Externo:

Grafico13: Vasto Externo



fuelle: http://1.bp.blogspot.com/_14KoIPSEG6U/S1600/musculos%2Bpiernas.jpg&imgrefurl=http://tri-wellness.blogspot.com

Origen: Cápsula articular de la cadera.

Inserción: Borde externo de la rótula mediante el tendón común del cuádriceps.

Acción: Es extensor de rodilla.

Vasto interno:

Grafico 14: Vasto Interno

Origen: Zona posterior del fémur.

Inserción: Borde interno de la rótula mediante el tendón común del cuádriceps.

Acción: Extensor de rodilla.



Fuente: www.francgilo.wordpress.com/fortalecimiento-del-vasto

Crural:

Origen: Cara anterior del fémur.

Inserción: Rótula, conjuntamente con el tendón de inserción de los vastos (Externo, Interno) Y recto anterior.

Acción: extiende la articulación de la rodilla.

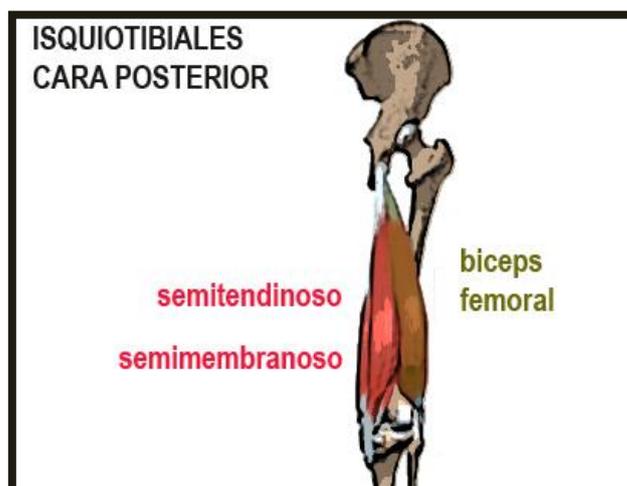
Todos ellos convergen en el potente tendón de los cuádriceps, que se inserta en el polo superior de la rótula, se prolonga por encima de la rótula, y se convierte en el tendón rotuliano insertándose en la espina tibial anterior.

Su misión es la extensión de la rodilla. Debe lograrla manteniendo el equilibrio de la rótula, para que ésta deslice adecuadamente sobre la tróclea femoral. Cualquier alteración en este engranaje, es causa de los molestos problemas del aparato extensor, fundamentalmente alteraciones del cartílago rotuliano, causantes de numerosísimas lesiones en el deportista.

Músculos Flexores

Son músculos de la región posterior del muslo (Isquiotibiales)

Gráfico15: Flexores de Rodilla



Fuente: www.fondosdibujosanimados.com.es/Isquioibiales

Semitendinoso.

Origen: Tuberosidad del isquion.

Inserción: Cara superior e interna de la tibia.

Acción: Flexiona la rodilla y también extiende el muslo.

Semimembranoso.

Origen: tuberosidad del isquion.

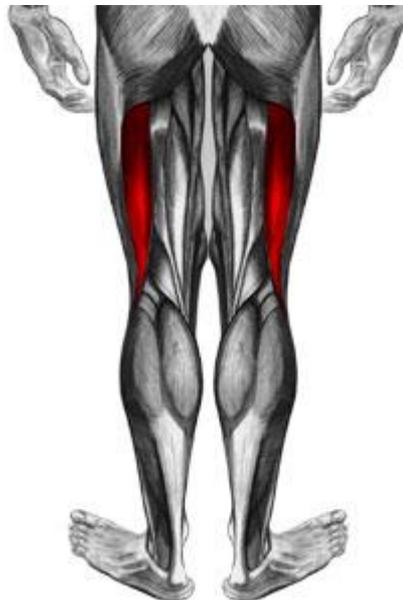
Inserción: tuberosidad interna de la tibia; cápsula articular de la rodilla; superficie intercondílea del fémur.

Acción: flexiona la rodilla y extiende el muslo.

Al igual que el semitendinoso, por su posición interna realiza una rotación interna de la pierna una vez que ha sido flexionada.

Bíceps Femoral

Gráfico 16: Bíceps Femoral



Fuente: <http://www.as.iessiverafontedf.blogspot.com>

Origen:

- Porción larga: en la tuberosidad isquiática.
- Porción corta: línea áspera del fémur.

Inserción: tuberosidad externa de la tibia y la cabeza del peroné.

Acción: por la porción larga produce la extensión de la cadera y de manera secundaria o accesoria la rotación externa. Pero ambas porciones producen la flexión y rotación externa de la rodilla.

Por su posición lateral, realiza una rotación externa tras la flexión.

La pata de ganso es la inserción tendinosa común de los músculos semitendinoso, recto interno y sartorio.

BIOMECÁNICA

Gráfico17: Articulación de la Rodilla



fuelle: <http://www.google.com.ar/imgres?imgurl=http://2.bp.blogspot.com>

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, 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.

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 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.

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 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.

La articulación de la rodilla realiza fundamentalmente movimientos en 2 planos perpendiculares entre sí: flexo extensión 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.

FISIOLOGIA DEL MÚSCULO

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 ligamentos y tendones, los músculos poseen una capacidad única de impartir actividad dinámica al cuerpo.

Los tipos de fibras que forman los músculos son dos:

- Extrafusil.
- Intrafusil.

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.

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 vertebras, y por último hasta todos, los músculos del cuerpo.

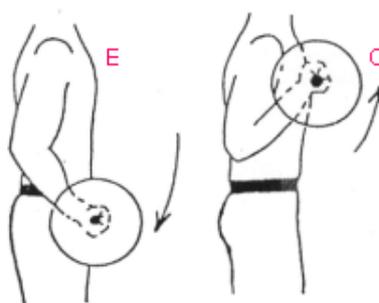
Entre los mensajes que llegan a los músculos están los que dirigen la longitud de cada músculo en cualquier momento, la tensión necesaria prevista para el mantenimiento de la postura y la iniciación o de tensión del movimiento.

En cada segundo se procesa una cantidad increíble de información.

TIPOS DE CONTRACCIÓN

Isotónica o dinámica:

Gráfico18: Contracción Isotónica



Fuente: arcesw.com

Es el tipo de contracción muscular más familiar, y el término significa la misma tensión (del griego "isos" = igual; y "tonikos" = tensión o tono).

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.

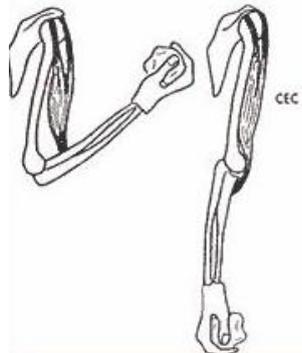
Sin embargo, la tensión de la contracción muscular está relacionada al ángulo, siendo la máxima contracción alrededor de los 120 grados, y la menor alrededor de los 30 grados.

Las contracciones isotónicas se dividen en:

- Concéntricas.
- Excéntricas.

Concéntricas:

Gráfico 19: Contracción Concéntrica



Fuente: portalfitness.com

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 de juntan, se acortan o se contraen.

Excéntrica

Gráfico 20: Contracción Excéntrica



Fuente: arcesw.com

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, en este caso 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 relajaran 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.

En este caso 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.

Isométrica o estática:

Gráfico 21: Contracción Isométrica



fuelle: arcesw.com

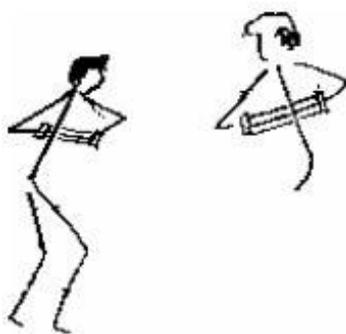
Se refiere al tipo de contracción en la cual el músculo desarrolla una tensión sin cambiar su longitud ("iso" igual; y "metro" = unidad de medición).

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.

Contracciones auxotónicas

Gráfico 22: contracción auxotónica



Fuente: fisiomonica-ms.blogspot.com

En este caso es cuando se combinan contracciones isotónica con contracciones isométricas, al iniciarse la contracción se acentúa más la parte isotónica, mientras que al final de la contracción se acentúa más la isométrica.

Un ejemplo práctico de este tipo de contracción lo encontramos cuando se trabaja con "extensores" el extensor se estira hasta un cierto grado de amplitu, el músculo se contrae concéntricamente, mantenemos unos segundos estáticamente (Isométricamente) y luego volvemos a la posición inicial con una contracción en forma excéntrica.

Contracciones Isocinéticas

Gráfico 23: Contracciones Isocinéticas



Fuente: herenciageneticayenfermedad.blogspot.com

Se trata más bien de un nuevo tipo de contracción por lo menos en lo que refiere a su aplicación en la práctica deportiva. Se define como una contracción máxima a velocidad constante en toda la gama de movimiento, son comunes en aquellos deportes en lo que no se necesita generar una aceleración en el movimiento, es decir por el contrario en aquellos deportes que lo que necesitamos es una velocidad constante y uniforme como puede ser la natación o el remo, el agua ejerce una fuerza constante y uniforme, cuando aumentamos la fuerza el agua aumenta en la resistencia, para ello se diseñaron los aparatos isocinéticos para desarrollar a velocidad constante y uniforme durante todo el movimiento

Aunque las contracciones isocinéticas e isotónicas son ambas concéntricas y excéntricas, no son idénticas sino por el contrario son bastante distintas, ya que las contracciones isocinéticas son a velocidad constante regulada y se desarrolla una tensión máxima durante todo el movimiento. En las contracciones isotónicas no se controla la velocidad del movimiento con ningún dispositivo y además no se ejerce la misma tensión durante el movimiento, ya que por una cuestión de palancas óseas varía la tensión a medida que se realiza el ejercicio, por ejemplo, en extensiones de cuádriceps cuando comenzamos el ejercicio ejercemos mayor tensión que al finalizar por varias razones

- Una es porque vencemos la inercia.
- La otra porque al acercarse los puntos de inserción muscular el músculo ejerce menor tensión.

En el caso de los ejercicios isocinéticos, estas máquinas están preparadas para que ejerzan la misma tensión y velocidad en toda la gama de movimiento.

Para realizar un entrenamiento con máquinas isocinéticas se necesitan equipos especiales, dichos equipos contienen básicamente un regulador de velocidad, de manera que la velocidad del movimiento se mantiene constante, cualquiera que sea la tensión producida en los músculos que se contraen. De modo que si alguien intenta que el movimiento sea tan rápido como resulte posible, la tensión engendrada por los músculos será

máxima durante toda la gama de movimiento, pero su velocidad se mantendrá constante.

Es posible regular la velocidad del movimiento en muchos de estos dispositivos isocinéticos y la misma puede variar entre 0° y 200° de movimiento por segundo, muchas velocidades de movimiento durante diversas pruebas atléticas reales superan los 100°/seg.

Otras de estas máquinas tienen la posibilidad de leer e imprimir la tensión muscular generada.

Lamentablemente dichos dispositivos solo están disponibles en centros de alto rendimiento deportivo por sus altos costos, no cabe duda que la ganancia de fuerza muscular es mucho mayor con dichos tipos de entrenamiento, pero hay que tener en cuenta que en muchos deportes necesitamos vencer la inercia y generar una aceleración y por ello este tipo de dispositivos no serían muy adecuados para ello ya que controlan la inercia y la aceleración, cuando estudiemos técnicas - sistemas y dosificaciones de cargas de entrenamiento muscular estudiaremos esto con mayor detenimiento.

FISIOLOGÍA DE LA CONTRACCIÓN

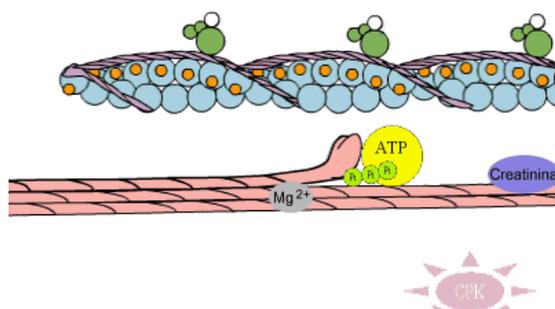
Aproximadamente el 40% del cuerpo es músculo esquelético y talvez otro 10% es músculo liso y cardíaco. Algunos de los mismos principios básicos de la contracción se aplican a todos estos tipos diferentes de músculo.

MECANISMO GENERAL DE LA CONTRACCIÓN

MUSCULAR

El inicio y la ejecución de la contracción muscular se producen en las siguientes etapas secuenciales:

Gráfico 24: Mecanismo de Contracción



Fuente: monografias.com

- 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.

Esto inicia un potencial de acción en la membrana.

- 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 que 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.

EFICIENCIA DE LA CONTRACCIÓN MUSCULAR

La eficiencia de una máquina o un motor se calcula con el porcentaje de aporte de energía que se convierte en trabajo en lugar de calor.

El porcentaje de aporte energético al músculo que se puede convertir en trabajo, incluso en las mejores condiciones, es menor del 25%, y el resto se convierte en calor.

La razón de esta baja eficiencia es que es que aproximadamente la mitad de la energía de los nutrientes se pierde durante la formación del ATP, y que incluso en este caso solo el 40% al 45% de la energía del propio ATP se puede convertir posteriormente en trabajo.

Solo se puede conseguir la eficiencia máxima cuando el músculo se contrae a una velocidad moderada.

Si el músculo se contrae lentamente o sin ningún movimiento, se liberan pequeñas cantidades de calor de mantenimiento durante la contracción,

incluso si se realiza un trabajo pequeño o nulo, reduciendo de esta manera la eficiencia de la conversión a un valor tan pequeño como cero.

Por el contrario, si la contracción es demasiado rápida se utilizan grandes proporciones de la energía para superar la fricción viscosa del interior del propio músculo y esto, también, reduce la eficiencia de la contracción.

Habitualmente se desarrolla una eficiencia máxima cuando la velocidad de contracción es de aproximadamente el 30% de la velocidad máxima.

PROPIEDADES DE LA CONTRACCIÓN

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

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.

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

cadena larga, por lo que se engloban las dos propiedades como viscoelasticidad.

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

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 viscoelasticidad 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.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FUERZA MUSCULAR

Durante la contracción muscular la tensión muscular depende del número y dimensiones de las fibras del músculo que se contraen, así como de la intensidad con la que se ésta se produce, cada una de las fibras se contrae según el número de potenciales de acción (frecuencia de estimulación) y según las características mecánicas con las que se efectúe la contracción (longitud idónea); el grado de sincronismo de las fibras de los músculos agonistas al contraerse, la relajación adecuada de los músculos antagonistas y el tiempo de contracción también son factores determinantes para mejorar el grado de contracción muscular.

Todo ello depende del buen funcionamiento del sistema nervioso, a través de las órdenes motoras específicas que permite aumentar la fuerza muscular con el entrenamiento adecuado, el conocimiento de la biomecánica del movimiento es fundamental para alcanzar la potencia máxima de cada individuo tras un entrenamiento controlado y los factores que optimizan el rendimiento máximo de un músculo permite la aplicación de los mejores métodos de entrenamiento de la fuerza muscular.

Disposición de las fibras

Las fibras de un músculo que se orientan con cierto grado de inclinación en relación con la dirección de tracción, como el glúteo medio están más juntas y por el efecto del empaquetado, hay mayor número de fibras en una misma sección transversal, por tanto, la fuerza generada por músculos penniformes será superior a la de los músculos fusiformes, cuyas fibras siguen la misma dirección longitudinal del músculo.

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 penniformes son los que permiten movimientos de mayor amplitud, pero más potentes.

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.

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.

Tipo de Fibras Musculares

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

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.

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 ayudará 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.-** Son más raras y, según McArdle, pueden participar de la reinervación o de la transformación de las unidades motoras.
- Seguidamente en la tabla No. 1 Se puede apreciar un resumen de las diferencias entre ambas fibras.

Tabla No. 1
Diferencias entre las fibras de contracción rápida y lenta

Contracción rápida	Contracción lenta:
Una baja capacidad aeróbica	Una alta capacidad aeróbica
Una alta capacidad glucolítica (ácido láctico)	Una baja capacidad glucolítica (ácido láctico)
Una baja densidad capilar	Una alta densidad capilar
Una gran fuerza de contracción	Una pequeña fuerza de contracción
Una alta fatigabilidad	Una baja fatigabilidad
Una gran distribución en los atletas que no se dedican a pruebas de resistencia	Una gran distribución en los atletas que se dedican a actividades de resistencia

Según datos obtenidos las fibras de contracción rápida experimentan una fatiga mayor que las fibras de contracción lenta.

Es de suma importancia mencionar que las fibras musculares podrían transformar sus características, los estudios hasta el momento informan que no es posible que una fibra roja se transforme en blanca como por arte de magia. Sin embargo, las propiedades bioquímicas-fisiológicas pueden transformarse de II b para II a o, de I para II c conforme la exigencia del entrenamiento de la persona, pero la fibra blanca continúa siendo blanca y la roja, roja.

Posteriormente que el entrenamiento y el respectivo tipo de estímulo terminan, todo vuelve a la normalidad, ya que, hasta que se pruebe lo contrario, este es un dato genético.

Sexo

Es bien sabido que hombres y mujeres son diferentes, pero en este aspecto, no existen diferencias significativas. Ambos tienen un porcentual próximo de 45/55% de fibras tipo I y II.

La edad

Tiempo atrás se pensaba que entrenamiento, especialmente anaerobio, dependía de la edad.

En la actualidad gracias a la evolución de los métodos y de la ayuda de la ciencia se sabe que la edad no es documento, lo cual llevó a la ciencia a investigar sobre características y adaptaciones oxidativas de las fibras musculares.

La raza

Realizando una evaluación, mucho más en función de los resultados de algunas modalidades deportivas, existen personas que defienden que la musculatura de las personas de raza negra sea dotada de un porcentaje mayor de fibras TIPO II, pues deportes en los que la fuerza física se hace presente como en el box, son un buen ejemplo de esto.

Las proporciones

Además de las características genéticas, es decir, que cada persona ya nace con una tendencia para ser velocista o fondista, cada músculo esquelético tiene una proporción diferente de fibras rápidas y rojas conforme la función motora.

El músculo soleo por ejemplo, tiene proporciones mayores de fibras rojas, y los gastrocnemios tienen más fibras rápidas.

Al mismo tiempo, estas proporciones igualmente cambian de la periferia hacia el interior, fibras rápidas y rojas respectivamente, y tiene su justificativo.

El gastrocnemio (pantorrilla) actúa en las articulaciones de la rodilla y del tobillo y su importancia está relacionada con los movimientos de postura básica y de desplazamiento del cuerpo humano.

La elevación del talón durante la marcha, el lanzamiento del cuerpo al aire en la carrera y en los saltos y todos los movimientos contrarios al pie de la bailarina (dorsiflexión) son funciones de este músculo y depende de potencia, justificando el porcentaje mayor de fibras rápidas.

El soleo es un músculo más ancho y plano que sirve, por así decirlo, de base para los movimientos de los gastrocnemios, su acción es prácticamente la misma de los gastrocnemios ejecutando la flexión plantar, inversión del pie estabilizando la pierna sobre el pie.

Como su acción es más duradera, se explica el mayor porcentaje de fibras del tipo I.

Del mismo modo vale la pena mencionar que otro aspecto que se debe considerar es que las fibras musculares, en las actividades comunes del día a día, son solicitadas en una proporción progresiva de volumen celular y de las menores para las mayores.

Es decir, de las rojas para las blancas pues como ya se mencionó anteriormente las rojas tienen el corte de sección transversal menor (más finas), con muchas células mitocondriales (centrales energéticas).

Las blancas, inclusive en personas sedentarias, tienen el corte de sección transversal mayor (son más gruesas).

Cuando se usa un porcentaje de carga más pesada, 70 a 90% de la máxima, todas las rojas son incorporadas al igual que las blancas, a medida que se van agotando las primeras.

Las del tipo II b, son las últimas a ser solicitadas y a pesar de blancas, asumen características II a, porque no acumulan enzimas oxidativas.

Ellas entran en campo, por así decirlo, para socorrer a las otras en los esfuerzos máximos o cuando todas están fatigadas.

Fuerza vs. Hipertrofia

Como se ha podido determinar la fuerza producida por un músculo depende de su sección transversal. Músculo más voluminoso, más fuerza. Siendo así, según Zatsiorsky, la fuerza es el resultado de la actividad de las sub-unidades musculares (sarcómero, miofibrilla, fibra muscular).

Modalidad de la contracción

La contracción excéntrica es aquella en que la fuerza de resistencia es mayor que la generada por el músculo, por lo que éste se alarga, si la

carga que resiste es menor que la fuerza que genera, el músculo se acorta, lo que se denomina contracción concéntrica; la menor fatiga durante el ejercicio físico se obtiene al combinarse diversas modalidades de contracción, en cambio, cuando el músculo está acortado, existe más dificultad para generar tensión y el movimiento resulta mas difícil.

FACTORES FISIOLÓGICOS

- **Edad:**

Los valores máximos de la fuerza se alcanzan a la edad de 25 años aproximadamente, que empieza a disminuir la fuerza contráctil, en especial en sujetos no entrenados, en individuos jóvenes los resultados pueden ser mejores en función del peso, y en personas mayores en función del entrenamiento

- **Sexo:**

Hasta la pubertad prácticamente no existen diferencias valorables entre ambos sexos, a partir de ese momento, la fuerza muscular máxima que puede alcanzarse es inferior en la mujer, debido quizás al aumento de la grasa corporal en relación con la musculatura y las influencias hormonales (bajo nivel de andrógenos y anabolizantes), además de otros factores socioculturales.

- **Peso corporal:**

Si se tiene en cuenta que la musculatura constituye el 43% del peso corporal total, el peso de un individuo puede estar directamente relacionado con el desarrollo de su musculatura, siempre que nos trate de un obeso; en general, el músculo de gran dimensión suele poseer mayor capacidad de tensión, aunque no siempre es así, ya que en algunos casos el mayor volumen puede deberse a un alto contenido en fibras de colágeno.

- **Entrenamiento:**

Es un factor altamente decisivo, tanto por la hipertrofia muscular (responsable directa de los valores de tensión muscular alcanzables), como por el aumento de la resistencia a la fatiga, y por las modificaciones metabólicas de fibra con el incremento de las actividades enzimáticas y bioquímicas.

- **Motivación del individuo:**

El aumento relativo de la fuerza inmediatamente después del estiramiento pasivo de un músculo, que dura unos segundos.

TRABAJO

Desde un punto de vista mecánico, el músculo es capaz de producir trabajo tanto estático como dinámico, cuando este se contrae sin que se produzca ningún movimiento en la articulación se dice que el trabajo es estático o isométrico.

Es el que permite el mantenimiento de la postura corporal; en el trabajo dinámico la longitud del músculo se modifica por la fuerza que actúa sobre el origen o inserción de este y es el que permite actividades como la marcha, en cambio cuando el músculo se contrae aproximando sus inserciones, realiza un trabajo concéntrico (acortamiento), y si la finalidad del trabajo del músculo es el alejamiento entre sus inserciones, trabaja de forma excéntrica.

Cuando el músculo se contrae al realizar un trabajo excéntrico máximo, es un 40% más potente que si se realiza un trabajo estático máximo.

EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO SOBRE LOS MÚSCULOS

La masa muscular varía con el crecimiento, entre los 25 y 50 años, aumenta lamentablemente la atrofia muscular esta pérdida de tamaño y

fuerza muscular puede retrasarse con la potenciación muscular adecuada, con la edad el diámetro de la fibra muscular disminuye en especial el número de fibras de tipo II; estos efectos se deben, en parte a la disminución de la actividad del individuo y el sedentarismo.

Tras un programa de entrenamiento apropiado, sobre todo mediante ejercicios de carga, el músculo puede aumentar su capacidad funcional, en respuesta al estímulo; el entrenamiento de alta fuerza y baja repetición, desarrolla mayor masa muscular y potencia que el de resistencia, como ocurre en el corredor de velocidad (*sprinter*) o en el levantamiento de pesas.

En general el aumento de la masa muscular se debe a la hipertrofia de las fibras de tipo II y maximiza el metabolismo anaeróbico; esto beneficia al *sprinter*, aunque requiere períodos de reposo y de recuperación.

Inmovilización y Desuso

El músculo en descarga por reposo prolongado, desuso o inmovilización, durante un período de tiempo prolongado, se adapta y se atrofia, pasando por la pérdida de masa muscular lo cual repercute en la pérdida de fuerza y resistencia por la que aumenta la fatiga y predispone a la lesión.

Distensión de ligamentos

Estas lesiones de rodilla son provocadas por un movimiento de varo o valgo con flexión y rotación o hiperextensión.

La descripción del movimiento forzado puede, junto con el examen clínico, ayudar al profesional a determinar el tipo y sobre todo la localización de las lesiones.

MECANISMOS DE LESIÓN

Gráfico 25 Mecanismo de Lesión



Fuente:

<http://www.google.com.ar/imgres?imgurl=http://www.efdeportes.com/efd134/recupe4.jpg&imgrefurl=http://www.efdeportes.com>

Tres tipos de mecanismos retienen nuestra atención.

1.-Tensión excesiva sobre una rodilla en valgo, con flexión y rotación interna de la tibia: triada desgraciada de O´ Donoghue con asociación de tres lesiones:

- Rotura de ligamento cruzado anterior.
- Rotura de ligamento lateral interno.
- Desinserción del menisco interno.

Una tensión simple en valgo por lo general no ocasiona más que lesiones en el ligamento lateral interno.

2.-Excesiva tensión sobre una rodilla en varo, con flexión y rotación interna de la tibia: triada externa.

3.-Golpe antero posterior sobre la rodilla flexionada.

GRADOS DE DISTENSIÓN

Distinguiremos tres tipos de distensión benigno (grado I), moderado (grado II) y grave (grado III).

Sin embargo en todos los casos, los cuidados de urgencia que puede procurar el fisioterapeuta deportivo son:

- Poner en descarga y en declive el miembro inferior.
- Aplicar una contención flexible.
- Crioterapia y masaje de las inserciones.

TRATAMIENTO FISIOTERAPÉUTICO EN LA DISTENSIÓN DEL LIGAMENTO

Gráfico 26: Fisioterapia de Rodilla



Fuente: <http://www.jano.es/ficheros/sumarios/fisioterpiadistension1.pdf><http://escuela.med.puc>.

Esguince Benigno (Grado I)

En este caso solo se dañan algunas fibras sin laxitud ligamentaria.

El derrame será moderado.

Habrà solo dolor al poner tensión o al palpar el ligamento afectado

Tratamiento

1.- Inmovilización:

- Crioterapia.

- Masaje circulatorio en el miembro afectado.
- Contracciones estáticas de cuádriceps y de los isquiotibiales bajo contención.
- Ejercicios contra-resistencia del pie y la cadera.

2.- Después de la inmovilización:

- Masaje circulatorio del miembro inferior y masaje antálgico y vaso motor.
- Termoterapia.
- Fortalecimiento muscular isométrico del cuádriceps e isquiotibiales (las contracciones isométricas son una forma de fortalecimiento muscular particularmente bien adaptadas a los esguinces y trastornos internos de la rodilla como también para los problemas femorrotulianos)
- Fortalecimiento dinámico de los glúteos.
- Si existen secuelas dolorosas:
 - Masaje transversal cyriax.
 - Ultrasonido, corrientes diadinámicas.
 - Láser (efecto simultáneo sobre el dolor y la cicatrización del ligamento lesionado).
- Recuperación de la limitación articular.
 - Movilización activa sin resistencia y después insistida.
 - Movilizaciones activo-pasivas.
 - Posturas.
- Reeducación propioceptiva sobre un plano estable y después un inestable.
- Reentrenamiento.

Esguince Moderado (grado II)

El número de fibras dañadas, en este tipo de esguince, es mayor y por ello los signos clínicos son más pronunciados:

- Derrame.
- Dolor.
- Laxitud ligera y/o inestabilidad rotatoria.
- Predomina la impresión de inseguridad.

En estos casos la inmovilización es una regla y su duración oscilará entre las 4 a 6 semanas.

Tratamiento

1.- Durante la inmovilización

- El tratamiento es el mismo que se sigue en un esguince benigno a lo que se añade lo siguiente:
- Electroestimulación del cuádriceps.
- Reeducción después de los 8-10 días:
 - Intensificación del fortalecimiento isométrico del cuádriceps.
 - Movilización manual de la rótula.
 - Movilización activo-asistida prudente en flexión-extensión, sin poner en tensión el sistema cápsulo-ligamentario.
- Posibilidad de la marcha con ligero apoyo.

2.- Después de la inmovilización.

- Recuperación de la limitación del movimiento articular.
- Hidroterapia con finalidad movilizador y circulatoria.
- Reeducción de la marcha.
- Reeducción propioceptiva (cuando se haya recuperado en parte la fuerza muscular).
- Hacia el final del tratamiento, fortalecimiento muscular mediante ejercicios en cadena cerrada.

Indicaciones específicas según el ligamento afectado

a) LCA.

- Trabajo de fortalecimiento del cuádriceps con resistencia sobre el tercio superior de la tibia para oponerse al componente del “cajón” anterior.
- Fortalecimiento muscular más importante de de los isquiotibiales los mismos que tendrían que volverse más fuertes que en un sujeto normal.
- Trabajo dinámico y excéntrico del recorrido interno de los rotadores externos.

En caso de compromiso aislado de LCA. Se tiene que preconizar cada vez más en el tratamiento funcional exclusivamente conservador sobretodo en los pacientes que no son deportista de nivel muy exigente.

Los grandes principios aplicados son:

Durante tres semanas:

- Férula posterior amovible para la reeducación
- Movilización suave temprana de la rodilla (10-80°) bajo cobertura electroterapia antálgica.
- Electroestimulación muscular de los grupos musculares anterior y posterior

Al cabo de tres semanas:

- Inicio del trabajo activo en asociación con la electroterapia antálgica.
- Abandono progresivo de la férula.
- Pasaje progresivo al tratamiento de reeducación tradicional.
- Reentrenamiento para el esfuerzo funcional con la ortesis de estabilización.
- El deporte puede ser reanudado progresivamente después de transcurridos dos meses.

b) LCP.

- Hiperfortalecimiento del cuádriceps.
- Trabajo de isquiotibiales sin componente rotatorio con resistencia sobre el tercio superior de la tibia y con componentes rotatorios interno y externo.
- Fortalecimiento de todo el grupo muscular y poplíteo.

c) LLI.

- Fortalecimiento del cuádriceps con carácter prioritario.
- Fortalecimiento de todo el grupo muscular interno.

d) LLE.

- Fortalecimiento del cuádriceps como prioridad.
- Fortalecimiento de los flexores y rotadores externos.
- Fortalecimiento de tríceps y del poplíteo.

Esguince Grave (grado III).

Existen lesiones anatómicas cápsuloligamentarias, que acarrearán invalidez dolor e inestabilidad. Podrá encararse todavía una inmovilización, pero en la mayoría de los casos es una indicación quirúrgica típica.

La intervención debe practicarse lo más tempranamente posible (antes de los 10 días) y consiste, después de un inventario preciso de las lesiones, en una reparación anatómica de todas las lesiones ligamentarias, capsulares y aponeuróticas, sin olvidar las posibles lesiones de los meniscos.

Si la inflamación no es precoz los fenómenos inflamatorios locales impedirán toda sutura normal y se estará entonces ante laxitudes crónicas graves de la rodilla.

Después de la intervención el miembro operado es colocado en una férula rígida o articulada que permita una movilización temprana de ciertos sectores de movilidad.

Los trabajos de Burri han permitido definir los sectores de movilidad en los cuales no se ejerce tensión sobre las suturas.

Para el LCA en caso de la ruptura a nivel de su inserción proximal se puede practicar una sutura según la técnica de Marshall protegida por una plastia intrarticular o extrarticular.

Tratamiento.

Se retoman las indicaciones que se han seguido en general después de la intervención quirúrgica. Se añaden indicaciones y precauciones específicas según la ubicación de las lesiones las cuales serán idénticas al tratamiento conservador y aquellas que detallaremos para algunas intervenciones quirúrgicas de laxitudes de la rodilla y para las meniscectomías o reinserciones meniscales.

Durante la inmovilización

- Crioterapia varias veces por día.
- Postura en declive y ejercicios respiratorios abdominales para estimular la circulación
- Movilización pasiva de la rótula
- Contracciones estáticas del cuádriceps de los isquiotibiales y los músculos de la pierna asociadas a veces con corrientes.
- Ejercicios de los dedos de los pies contra resistencia.
- Ejercicios de los miembros superiores y del miembro inferior sano.
- Fortalecimiento muscular y movilización del tobillo.
- Aprendizaje de la marcha con bastones y apoyo muy ligero.

Después de la inmovilización:

- Aplicación de una bolsa de hielo después de cada sesión
- Masaje cicatrizal.
- Masoterapia antálgica y desfibrosante perirrotuliana.
- Recuperación de arco de movilidad en flexión y extensión.
- Movilización pasiva de la rótula longitudinal y transversalmente.
- Fortalecimiento muscular del cuádriceps.
- Hidroterapia con fines circulatorios y movilizadores.
- Reeduación de la marcha correcta.

ACTIVIDAD PLIOMÉTRICA

Grafico 27: Actividad Pliométrica



Fuente: masmusculo.com.es

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MÉTODO PLIOMÉTRICO

El método pliométrico es una forma particular y específica de trabajar el sistema locomotor del hombre, cuando el músculo permanece contraído no solo es capaz de transformar energía química en trabajo sino que también transforma trabajo en energía química, cuando dicho trabajo, producido por una fuerza externa provoca un estiramiento del músculo, además, una tensión muscular elevada que se desarrolle dentro de la fase del estiramiento permanece en el músculo incluso después de haber sido aprovechada por un individuo en la ejecución de movimientos de salto complejos que requieren una elevada capacidad de fuerza.

Un estiramiento de los músculos mientras desarrollan su actividad representó:

1. Un elevado estímulo aferente a causa de la producción de una intensa corriente de impulsos desde la zona motora central hasta la periferia motora.
2. Un factor determinante para la acumulación de energía mecánica elástica (energía no metabólica) en los músculos, que aumenta notablemente el efecto de trabajo de la posterior contracción muscular.
3. No se trata de un estiramiento simple (de formación mecánica), sino de un estiramiento muscular pliométrico es decir, repentino, este régimen de trabajo muscular influye positivamente en la eficacia de la regulación central del trabajo, gracias a una rápida movilización de las unidades motoras a un mayor frecuencia de sus impulsos y a una mejor sincronización de la actividad de las motoneuronas al comienzo del impulso explosivo de la fuerza.
4. Este régimen constituye un mecanismo motor específico propio del hombre, en donde la naturaleza, que participa en la difícil relación entre hombre y entorno, propia también de la actividad deportiva.
5. De este modo podemos afirmar que el método pliométrico posee dos ventajas fundamentales.
 - Se trata de un medio simple que permite aumentar el rendimiento mecánico que cualquier acción motora deportiva que exija efectuar un elevado impulso de la fuerza en un tiempo mínimo.
 - Se trata de un método muy eficaz para la preparación especial de la fuerza, que favorece el aumento de la fuerza máxima, de la fuerza explosiva y de la fuerza inicial, así como la mejora de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular del deportista.

FUNDAMENTOS DEL ENTRENAMIENTO PLIOMETRICO

Ahora que ya conocemos el funcionamiento interno del sistema muscular y el modo en que se puede manipular para crear movimientos más rápidos, centraremos nuestra atención en los ejercicios y entrenamientos que provocaran este cambio; el entrenamiento pliométrico puede adoptar muchas formas, incluidos el entrenamiento de saltos para las extremidades inferiores y los ejercicios de pelota medicinal para las extremidades superiores, al emplear estos ejercicios se debe entender no solamente como hay que hacer dichos ejercicios, sino también como llevar a cabo un programa y utilizarlo como un aprovechamiento óptimo; siendo este una forma específica de preparación de la fuerza dirigida al desarrollo de la fuerza explosiva muscular y de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular, aunque la tensión de trabajo producida exclusivamente por la fuerza de voluntad en las condiciones normales de la vida cotidiana tiene unos límites determinados.

Por eso, en el mecanismo neuromotor que se ocupa del movimiento, la señal aferente tiene una importancia considerable, ya sea en lo referente a la cualidad o el valor de la fuerza muscular desarrollada; al mismo tiempo, la intensificación sistemática de la tensión muscular producida por un entrenamiento regular es un factor que estimula la capacidad del sistema nervioso central para emitir corrientes de estímulos nerviosos a los músculos, lo que constituye una condición fundamental para el desarrollo de la fuerza muscular; en este método, el peso de la sobrecarga y su fuerza de inercia no influyen tanto en el estímulo mecánico externo para la actividad muscular como la energía cinética, acumulada en el aparato o en el cuerpo del deportista durante la caída libre desde cierta altura, un estiramiento brusco (pliométrico) de los músculos durante la acción del frenado del aparato (o del cuerpo) que cae constituye un factor de estímulo que aumenta la velocidad de la posterior contracción muscular y disminuye la duración de la fase de transición del trabajo excéntrico al concéntrico.

VENTAJAS DEL METODO PLIOMÉTRICO

Gráfico 28: Ventajas de la Pliometría



Fuente: <http://es.paperblog.com>

- 1) El método pliométrico garantiza un desarrollo muy rápido del máximo impulso dinámico de la fuerza.
- 2) El valor del máximo impulso dinámico de la fuerza es superior al del resto de tipologías de trabajo.
- 3) Es importante destacar que este valor máximo de impulso dinámico de la fuerza es alcanzado sin utilizar una sobrecarga suplementaria.
- 4) La transición del trabajo excéntrico al concéntrico es más rápido que en otros casos.

- 5) El considerable potencial de tensión muscular acumulado en la fase de amortiguación y la inexistencia de una sobrecarga suplementaria garantizan un mayor trabajo muscular en la fase de impulso y una mayor velocidad de contracción muscular, que se manifestó en la mayor altura de vuelo después del impulso.
- 6) El método pliométrico no solo garantiza un desarrollo eficaz de la fuerza muscular y de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular, sino que además aumenta considerablemente la amplitud de la máxima tensión voluntaria de los músculos.
- 7) Posee un efecto de mejora extremadamente intenso, más elevado respecto a otros métodos de estimulación natural de la actividad muscular, por esta razón no se admiten errores en su dosificación óptima y la duración de su aplicación en entrenamiento, que no va más allá de un cierto límite.
Antes de utilizar el método pliométrico se necesita de una preparación preliminar de los músculos, de las articulaciones, de los ligamentos y de los tendones mediante ejercicios de fuerza y de salto.
- 8) El método pliométrico conduce rápidamente a un aumento de la capacidad de desarrollar impulsos explosivos de la fuerza; sin embargo, en este caso la duración del mantenimiento de tal incremento del impulso de la fuerza es breve por lo que este método debe utilizarse en combinación con otros métodos como es la preparación física especial a cada deporte.
- 9) El uso racional del método pliométrico para el desarrollo de la fuerza explosiva y de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular resuelve en gran medida el nivel de preparación especial sin invertir una gran cantidad de energía y de tiempo.

Este potencial será posteriormente utilizado como suplemento de fuerza para el trabajo concéntrico.

La absorción de energía del aparato por parte de los músculos cumple las siguientes funciones:

- Favorece el reclutamiento inmediato del músculo durante el trabajo activo en el momento inicial de la amortiguación del impacto por el aparato.
- Estímulo de aumento rápido del impulso de fuerza, en el que el valor máximo de este aumento será tanto mayor, cuanto mayor sea la energía cinética del aparato (es decir la altura de caída) y cuanto menores sea el tiempo y la trayectoria de su detención.
- Crear un notable potencial de tensión muscular que aumenta la potencia y por lo tanto, la velocidad de la siguiente contracción muscular, este incremento será mayor, cuanto más rápido se produzca el paso del trabajo muscular excéntrico al concéntrico.

Por consiguiente el régimen pliométrico se caracteriza principalmente por un estiramiento brusco de los músculos, ya tensos de antemano, que en el momento del estiramiento elevan un elevado impulso explosivo de la fuerza.

1. Aquellos movimientos efectuados en régimen de amortiguación del trabajo muscular, en que el objetivo principal reside únicamente en frenar la caída libre del aparato o del cuerpo del deportista, aquí los músculos cumplen únicamente una función amortiguadora, esto es, actúan en régimen excéntrico o en otras palabras en régimen pliométrico.
2. Los movimientos en que encontramos un “régimen reversible” de trabajo muscular. Se trata, por lo tanto, de un movimiento que

combina el régimen excéntrico con el concéntrico (por ejemplo el salto de longitud). En es este caso la función del movimiento consiste en utilizar eficazmente el potencial elástico de la tensión muscular acumulado durante el estiramiento.

LA PLIOMETRÍA

Gráfico 29: Pliometría



Fuente: entrenadorjoel.blogspot.com

Los beneficios de un programa pliométrico para el atleta saludable han sido demostrados en la literatura científica y también anecdóticamente.

El ejercicio pliométrico es uno de los métodos de entrenamiento disponibles más eficientes con el tiempo y podría decirse que brinda la mayor posibilidad de transferencia para su aplicación en el deporte.

La técnica pliométrica se puede utilizar para ejercitar todo el cuerpo y también para simular movimientos específicos que se observan en la competición.

Pueden realizarse con poco y hasta sin material y frecuentemente se elige como superficie un terreno de césped al ras. Los ejercicios pliométricos se realizan a menudo en varios planos del movimiento (arriba/abajo; izquierda/derecha; adelante/atrás).

Se deben tener en cuenta ciertas consideraciones antes de implementar un programa de entrenamiento pliométrico. Algunas de ellas son:

- Edad.
- Peso del cuerpo.
- Condición previa de fuerza.
- Requisitos relacionados con el deporte.
- Experiencia.
- Lesiones anteriores.
- Superficie de salto.
- Calentamiento.
- Progresiones.
- Recuperación.
- Frecuencia.

Un aspecto fundamental de la selección de ejercicios pliométricos es la realización de una progresión de movimientos antes de intentar movimientos más complejos. Generalmente, pruebe los movimientos con ambos pies antes de realizarlos con un solo pie. Haga una sola repetición antes de comenzar con repeticiones múltiples.

Se debe hacer énfasis en la calidad del movimiento en todo momento. Debe haber una completa recuperación entre series y ejercicios antes de continuar con la sesión de ejercicios. Es aconsejable comenzar con sólo uno o dos ejercicios en una sesión de entrenamiento y luego ir agregando a la rutina según sea necesario

CONCEPTO

Se denomina pliometría (PLIO; aumentar, METRICO; mediar), definido como la sobrecarga (el propio peso o adicionado con pesos ligeros)

ejercida sobre el músculo isométricamente, positivo-negativo que incluye el reflejo de la extensión pues todo ejercicio realizado con peso adicional o sin peso pero gravitado sobre una base fija, constituye básicamente el concepto de pliometría.

Por lo general las prácticas pliométricas implican actividades como saltos, rebotes y carreras de obstáculos en el que se produce un ritmo rápido de estiramiento de los músculos implicados en la actividad; este ejercicio funcional, producto del cambio rápido de dirección del movimiento, debe utilizarse en las actividades de la vida diaria, en pacientes o en atletas, que requieren actividades en las que se salte o cambie de ritmo y/o dirección del movimiento a cierta velocidad, por ejemplo el baloncesto, el fútbol americano, el salto, etc.; debido a que es un movimiento enérgico y rápido que se desarrolla a partir de una pre-tensión del músculo y una activación del ciclo de estiramiento-acortamiento, se trata de ejercicios que utilizan el reflejo miotático para producir una respuesta más poderosa del músculo que se contrae, así los ejercicios pliométricos facilitan estas cualidades predominantes de los deportistas para su mejora, al tiempo que mantienen los puntos fuertes y fortalecen los débiles ya que los patrones de movimiento en la actividad de la vida diaria implican ciclos repetidos de estiramiento-acortamiento.

Cualquier tipo de ejercicio que utilice el reflejo de estiramiento miotático para producir respuestas del músculo que se contrae es de naturaleza pliométrica.

La pliometría indica también que cuanto más rápido el músculo es forzado a estirarse mayor tensión ejercerá, trabaja el sistema nervioso central con más frecuencia, estimulando a las fibras musculares a reaccionar más unificadamente como consecuencia de las respuestas de los ejecutantes en acciones motoras por una reacción más rápida con mayor fuerza.

El entrenamiento pliométrico recurre a la aceleración y desaceleración de la masa corporal y a la gravedad para sobrecargar los músculos; por ejemplo, cuando un deportista salta desde una caja almacena energía potencial en los músculos, que luego libera inmediatamente en dirección

opuesta (energía cinética) nada más tocar el suelo, entonces hablamos del ciclo de estiramiento-acortamiento que puede dividirse en dos componentes que trabajan juntos como son:

1. **Componente Mecánico:** componente contráctil, componente elástico, componente elástico paralelo; la energía elástica almacenada en la contracción de acortamiento y se encuentra afectada por tres variables: tiempo magnitud de estiramiento y velocidad de estiramiento.
2. **Componente neurofisiológico:** reflejo de estiramiento propioceptivo los principales componentes del reflejo de estiramiento muscular son los husos neuromusculares y aparato tendinoso de Golgi.

El objetivo primordial de los ejercicios pliométricos es mejorar la capacidad de los deportistas para ejercer fuerza máxima durante los movimientos de alta velocidad.

FASES DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA BIOMECÁNICA QUE SE PUEDEN DISTINGUIR EN UNA ACCIÓN PLIOMÉTRICA

En toda actividad pliométrica pueden distinguirse tres fases.

- Fase concéntrica.
- Fase excéntrica.
- Fase de amortiguamiento.

La fase concéntrica.

Fase concéntrica constituye el período durante el cual el deportista aterriza y los músculos activos se alargan como respuesta a las fuerzas de impacto.

Gráfico 30: Fase concéntrica



Fuente: efdeportes.com

La fase excéntrica.

Se asocia con la producción de las mayores fuerzas musculares y por lo tanto con el riesgo más alto de sufrir lesiones.

Gráfico 31: Fase excéntrica



Fuente: efdeportes.com

La fase de amortiguamiento.

Es el período comprendido entre el aterrizaje y el inicio de la contracción concéntrica o de acortamiento; para maximizar el efecto de entrenamiento con ejercicios pliométricos, esta fase debe completarse con mayor rapidez posible.

Gráfico 32: Fase de Amortiguamiento



Fuente: efdeportes.com

En todo entrenamiento pliométrico es más importante el ritmo del estiramiento es decir la velocidad de su magnitud es decir el tamaño, como tal es importante recordar que los deportistas son capaces de producir mayor potencia cuando la profundidad de un salto es más corta y rápida, que largo y lento.

Flexibilidad

Cualquiera que se someta a un programa de entrenamiento mediante ejercicios pliométricos, debe tener una flexibilidad razonable, el estiramiento estático, que aumenta la flexibilidad, emplea técnicas pasivas para cambiar la estructura de los ligamentos, tendones y músculos; el músculo es puesto en una postura de estiramiento y mantenido en la misma durante un periodo comprendido entre 6 y 15 segundos (a veces más) esto se repite entonces tres veces.

Fuerza excéntrica:

La fuerza excéntrica o la capacidad de un músculo para alargarse mientras se halla bajo tensión es un factor importante a considerar para todos los atletas y resulta crucial para los que están lesionados dado que los miembros sanos tienen con frecuencia dificultades para sostener el impacto impuesto al cuerpo durante la práctica y la competición, es esencial que los atletas lesionados que vuelvan a la actividad tengan algún medio de asegurar un retorno completo y si peligro. La fuerza

excéntrica es precursora del éxito en los ejercicios pliométricos, antes de que un atleta lesionado pueda volver al entrenamiento pliométrico debe haber un intervalo en el entrenamiento durante el cual este se concentre en el desarrollo de la estabilidad y la fuerza excéntrica de las extremidades que aíslan una sola articulación (actividades de cadena cinética abierta) y la limitan a ejecutar movimientos sobre un plano sencillo no rehabilitan suficientemente al atleta como para poder volver a la actividad, las actividad desde cadena cinética cerrada, que exige al atleta a emplear las extremidades inferiores en modelos de movimientos funcionales que impliquen el pie, el tobillo, la rodilla y la cadera han alcanzado la cumbre en la lista de ejercicios de rehabilitación eficaces. Los ejercicios pliométricos y las actividades técnicas pueden servir como pruebas funcionales para determinar la preparación de un atleta lesionado para volver al juego, ya que el ambiente de competición impone una tremenda tensión física y mental sobre los participantes, y el no estar seguro de la propia capacidad física es arriesgarse a una ejecución desastrosa y, peor todavía, a una recaída de la lesión.

COMPRESIÓN DE LOS EJERCICIOS PLIOMÉTRICOS

Las contracciones excéntricas se producen cuando los músculos se alargan bajo tensión, se emplean para desacelerar el cuerpo, en la zancada de un corredor, por ejemplo, el impacto producido al contactar el suelo con un solo pie requiere que el centro de gravedad del cuerpo descienda con rapidez en medio de la zancada, el cuerpo se detiene completamente y se produce una contracción isométrica, una posición estática en la que no hay ningún acortamiento muscular visible al observador en las actividades deportivas, esta contracción excéntrica y la contracción concéntrica subsecuente, en la que las fibras musculares trabajan simultáneamente y se acortan, esta contracción concéntrica da después como resultado una aceleración de los segmentos de las extremidades al correr.

FISIOLOGÍA DE LOS EJERCICIOS PLIOMÉTRICOS

La elasticidad muscular es un factor importante para entender el modo en que el ciclo estiramiento-acortamiento puede producir más potencia que una simple contracción muscular concéntrica; el reflejo de estiramiento es otro mecanismo que forma parte integral del ciclo de estiramiento-acortamiento, un caso común de reflejo de estiramiento es el espasmo de la rodilla experimentado cuando el tendón del cuádriceps es golpeado con un martillo de goma, el golpe hace que el tendón del cuádriceps se estire; este estiramiento es percibido por el musculo que como reacción se contrae.

El estiramiento o reflejo miotático responde a la velocidad con que es estirado el músculo, la razón de esto es la conexión directa de los receptores sensoriales en los músculos con células de la médula espinal y de vuelta con las figuras musculares responsables de la contracción, otros reflejos son más lentos que el del estiramiento debido a que deben transmitirse a través de varios canales diferentes (interneuronas) y hacia el sistema nervioso central (cerebro) antes de que la reacción se produzca; la importancia de este mínimo retraso en el reflejo de estiramiento es que el musculo sufre una contracción más rápida durante un ciclo de estiramiento-acortamiento que en cualquier otro método de contracción; además del tiempo de reacción, debe tenerse también en cuenta la fuerza de la reacción al determinar la relación de los ejercicios pliométricos con el rendimiento deportivo, aunque el tiempo de reacción de un reflejo de estiramiento es siempre aproximadamente el mismo, incluso después del entrenamiento, este último cambia la fuerza de la reacción en términos de contracción muscular, cuanto mayor sea la velocidad con la que un músculo se extiende o alarga, mayor será su fuerza concéntrica después del estiramiento, el resultado es un movimiento más vigoroso para vencer la inercia de un objeto tanto si se trata del peso del propio individuo (al correr o saltar) o de un objeto externo (un lanzamiento de peso , un saco de bloqueo, un oponente, etc.).

FISIOLOGÍA MUSCULAR EN EL ENTRENAMIENTO PLIOMÉTRICO

Las contracciones musculares excéntricas, de alargamiento, son seguidas rápidamente por contracciones concéntricas, de acortamiento, estas reacciones musculares se producen de forma no consistente por parte del jugador; pero sin ellas, rodilla del jugador se doblaría y el jugador se derrumbaría en el suelo, la energía acumulada en el salto se libera entonces, cuando el atleta abandona el suelo; los atletas de élite han aprendido que la energía se acumula durante la fase excéntrica de la contracción muscular y se recupera parcialmente durante la contracción concéntrica, esta conversión de esfuerzo negativo (excéntrico) en positivo (concéntrico) es la denominada fase de amortiguación, este acoplamiento de la contracción excéntrica-concéntrica tiene lugar en cuestión de centésimas de segundo, generalmente, los grandes saltadores permanecen en el suelo no más de 0.12 segundos. Allí donde la fuerza y la velocidad innatas son importantes, un atleta puede acortar la fase de amortiguación aplicando sus conocimientos y el entrenamiento de la técnica a una base de desarrollo de la fuerza.

ENTRENAMIENTO AERÓBICO

La capacidad aeróbica es un componente valioso en la mayoría de los programas de acondicionamiento del cuerpo; el entrenamiento mediante ejercicios pliométricos; por la naturaleza de los sistemas de energía que se utilizan, no están ideados para desarrollar la capacidad aeróbica, de manera que el entrenamiento es de naturaleza estrictamente anaeróbica, sin oxígeno, y utiliza el sistema de energía del fosfato de creatina, que permite acumular un máximo de energía en el músculo antes de un simple acto explosivo, empleando una potencia máxima; es un programa que explota una cualidad del movimiento compatible con una sola repetición y esfuerzos máximos la recuperación debe ser completa en cada repetición de ejercicios y entre cada serie de repeticiones si no se deja que la recuperación sea suficiente, entonces la actividad puede

comenzar a ser aeróbica, pero la calidad del movimiento y su explosividad seguro que sufrirán.

DESARROLLO DEL ENTRENAMIENTO MEDIANTE LOS EJERCICIOS PLIOMÉTRICOS

Variables de los ejercicios

Un programa eficaz alcanza objetivos específicos mediante la manipulación de cuatro variables:

- Intensidad.
- Volumen.
- Frecuencia.
- Recuperación.

Todos los programas de entrenamiento deben empezar con un período de recuperación y moverse estructuras temporales, o ciclos con objetivos específicos, el ciclo acabaría con una prueba posterior para ver si se ha alcanzado el objetivo.

INTENSIDAD:

La intensidad es el esfuerzo realizado en la ejecución de una labor determinada. En los ejercicios pliométricos, la intensidad se controla por el tipo de ejercicios realizados y varían desde trabajos sencillos hasta ejercicios altamente complejos y agotadores; comenzar con ejercicios de carrera sobre el terreno saltando o no resulta mucho menos agotador que los botes alternativos y los brincos con las dos piernas juntas son de menor intensidad que los botes con una sola pierna.

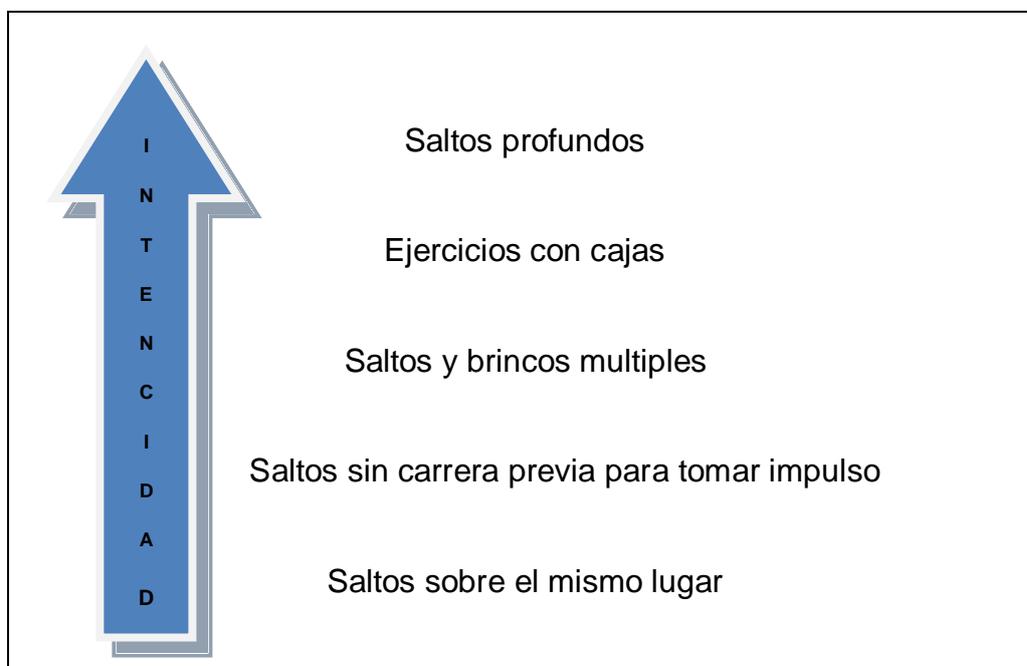
La intensidad óptima de las actividades pliométricas puede evaluarse mediante los siguientes factores:

- La dirección de un salto (horizontal o vertical).
- La velocidad horizontal o vertical del deportista.

- El cambio en la posición del centro de gravedad del deportista
- La naturaleza de la superficie de aterrizaje y si son uno o dos los pies que hacen contacto y si el deportista lleva o no peso extra durante la realización de la actividad.

La intensidad de los ejercicios pliométricos puede aumentarse en algunos casos añadiendo pesos ligeros, elevando la altura de la plataforma para drops-jumps o simplemente procurando cubrir un distancia más grande en los saltos de longitud.

Tabla No 2
ESCALA DE EJERCICIOS PARA ENTRENAMIENTO



VOLUMEN

El volumen es el trabajo total realizado en una sola sesión de entrenamineto o ciclo, este se mide con frecuencia contando los contactos del pie; por ejemplo, una actividad como el triple salto sin carrera previa para tomar impulso, compuesto de tres partes, cuenta como tres contactos con el pie, los contactos del pie proporcionan un medio de prescripción y control del volumen del ejercicio.

El volumen de saltos con la intensidad y los objetivos de progresión; un principiante en un solo entrenamiento de un ciclo de fuera de temporada puede hacer entre 600 y 100 contactos con el pie en ejercicios de baja intensidad. Si el que se entrena tiene un nivel medio, puede efectuar entre 100 y 150 contactos con el pie en ejercicios de baja intensidad y otros 100 en ejercicios de moderada intensidad en el mismo ciclo. El volumen en las actividades de botar (zancadas en profundidad o segundos de triple) se mide mejor con la distancia, en las primeras fases de la preparación, una distancia razonable es de 30 metros por repetición y a medida que la temporada avanza y las capacidades de los atletas mejoran se puede aumentar gradualmente la distancia hasta los 100 metros por repetición.

Tabla No 3
VOLUMEN DE SALTOS

PERÍODO	NIVEL			INTENSIDAD
	PRINCIPIANTE	MEDIO	AVANZADO	
FUERA DE TEMPORADA	60-100	100-150	120-200	BAJA-MODERADA
ANTES DE INICIO DE TEMPORADA	100-250	150-300	150-450	MODERADA-ALTA
DURANTE LA TEMPORADA	DEPENDIENDO DEL DEPORTE			MODERADA
TEMPORADA DE CAMPAMENTO	SOLAMENTE RECUPERACIÓN			MODERADA-ALTA

Los ejercicios de baja intensidad empleados en los calentamientos no estan generalmente incluidos en el número de contactos con el pie al calcular el volumen, asi pues, los calentamientos deben permanecer bajos

en intensidad y progresar en su naturaleza a fin de no exigir al atleta un esfuerzo excesivo.

FRECUENCIA:

Es el mismo número de veces que se ejecuta un ejercicio así como el número de veces que se realizan sesiones de dicho ejercicio durante un ciclo de entrenamiento; la experiencia práctica han llevado a creer que para una recuperación completa son necesarias entre 48 y 72 horas de descanso antes de la siguiente sesión de ejercicios, aunque hay que tener en cuenta la intensidad de los mismos. Los principiantes deben tener al menos 48 horas de recuperación entre sesiones pliométricas, si el atleta no se toma el suficiente tiempo de recuperación, la fatiga muscular hace que no sea capaz de reaccionar al estímulo de los ejercicios (contacto con el suelo distancia y altura) con esfuerzos máximos y de calidad y el resultado general es el entrenamiento menos eficaz para el desarrollo atlético.

Los programas de carreras pueden integrarse también en el ciclo de entrenamiento junto o reemplazando al entrenamiento de pesas en determinados días, aun que se recomienda que el levantamiento de pesas sea prioritario en el desarrollo y mantenimiento de la base de fuerza necesaria para seguir con éxito un programa de entrenamiento de ejercicios pliométricos.

Debido a la naturaleza agotadora de los ejercicios pliométricos y al énfasis en la calidad del esfuerzo, dichos ejercicios deben ejecutarse antes de cualquier otro programa de ejercicios y pueden integrarse en el entrenamiento de pesas en un ciclo posterior del año de entrenamiento si se desea, o puede abarcar todo el entrenamiento.

EJERCICIOS DE ENTRENAMIENTO DE MULTISALTOS

Los primeros ejercicios de entrenamiento de saltos fueron clasificados según las exigencias relativas que estos imponían al atleta pero todos

ellos pueden ser de naturaleza progresiva, con un abanico de baja a alta densidad en cada tipo de ejercicio.

Cada tipo de ejercicio pliométrico tiene su lugar dentro de cada período de la planificación, según requerimientos y especificidad del gesto deportivo y del deporte y de las deficiencias del deportista los clasificamos de la siguiente manera:

Salto sobre el mismo sitio.

Un salto sobre el mismo sitio es un salto que acaba en el mismo lugar en que comenzó, estos ejercicios son de intensidad relativamente baja, aunque proporcionan estímulo para desarrollar una fase de amortiguación más corta exigiendo al atleta que rebote rápidamente después de cada salto.

Los saltos sobre el mismo sitio se dan uno después de otro, con una fase de amortiguación corta.

Salto con los pies juntos.

Un salto con los pies juntos intensifica el esfuerzo máximo único, vertical u horizontal este ejercicio puede repetirse varias veces, pero se debe permitir una recuperación completa entre cada esfuerzo.

Brincos y saltos múltiples.

Estos combinan las técnicas desarrolladas por los saltos sobre el mismo sitio y los saltos con los pies juntos exigen un esfuerzo máximo pero se realizan uno detrás de otro, pueden ejecutarse solos o sobre vallas, una forma avanzada de multisaltos es la caja de entrenamiento, los brincos y saltos múltiples deben ejecutarse con distancias inferiores a 30 metros.

Botar

Los ejercicios de botar exageran la zancada normal al correr para enfatizar un aspecto específico del ciclo de la zancada se emplean para mejorar la longitud y la frecuencia de las zancadas, generalmente se ejecutan para distancias superiores a 30 metros.

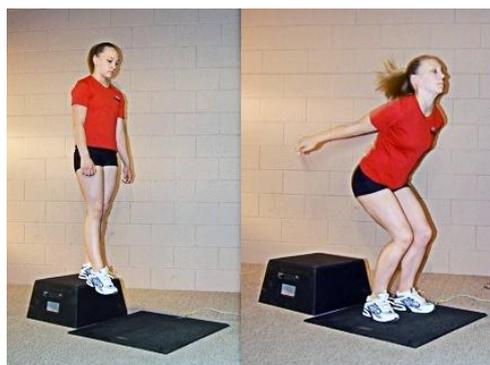
Ejercicios con plintos o cajones:

Los ejercicios con plintos combinan multisaltos con drops jumps, estos pueden ser de intensidad baja o extremadamente tensos, dependiendo de la altura de las cajas empleadas, incorporan tanto componentes horizontales como verticales para su conclusión con éxito.

Drops jumps (saltos con caída):

Se realizan desde un lugar un poco elevado y actúan sobre la fuerza reactiva principalmente, aunque también sobre la fuerza elástica; emplean el peso del cuerpo del atleta y de la gravedad para hacer fuerza contra el suelo se ejecutan saltando desde una caja y cayendo al suelo tratando después de saltar nuevamente hasta lo alto de la caja; el controlar la altura ayuda, no solamente a medir en precisión en la intensidad sino también, a reducir los problemas derivados de un empleo excesivo de estos ejercicios; en el momento de tomar contacto con el suelo el atleta dirige su cuerpo hacia arriba lo más rápidamente posible; la clave para la ejecución de estos ejercicios y para disminuir la fase de amortiguación reside en intensificar la acción de tocar y marcharse del suelo.

Gráfico 33: Drops Jumps



fuelle: charlespoliquin.com

Depth jumps.

Son saltos con salida desde un lugar elevado, actúan sobre la fuerza elástica y reactiva, son los que provocan mayor número y severidad de lesiones pero a la vez, los que más beneficios producen y además

provocan un gran estrés sobre el músculo, tejido conectivo y sistema nervioso.

Gráfico 34: Depth Jumps



Fuente: verticaljumping.com

Hops.

Son pequeños desplazamientos cortos, hacen hincapié sobre el factor frecuencia y actúan sobre la fuerza elástica principalmente y sobre la reactiva en menor grado, se caracterizan por maximizar el componente horizontal.

Se pueden subdividir en hops de respuesta breve (utilizan pequeños lastres y realizan 10 repeticiones o menos por serie) y hops de respuesta larga (realizan 10 o más repeticiones por serie).

Running bounds.

Actúan sobre los factores frecuencia e intensidad, son los más específicos para la aplicación al desplazamiento en carrera. Actúan sobre las tres subcategorías de fuerza explosiva.

Jumps.

Actúan sobre la fuerza concéntrica del músculo y concretamente sobre el factor intensidad, se realizan con descensos superiores a 2 segundos entre la fase concéntrica y la excéntrica y empiezan o terminan con uno o ambos apoyos, se puede subdividir en salto sobre el mismo lugar (salto vertical), o saltos con desplazamiento frontal o lateral (salto horizontal).

Power throws.

Actúan sobre la fuerza elástica y reactiva en mayor o menor grado, dependiendo de la combinación de los factores de frecuencia e intensidad; la explosividad de estos movimientos se combina frecuentemente con la precisión de lanzamiento al compañero o a un lugar determinado.

Impacts.

Actúan sobre los mismos mecanismos de los power throws pero requieren un nivel de fuerza superior, se utilizan normalmente en adolescentes.

La progresión para la utilización de estos ejercicios pliométricos va desde los jumps pasando por los hops y finalizando en los bounds, power throws y acabando por depth jumps, no obstante todos estos tipos de ejercicios pliométricos y sus variantes pueden estar combinados para dar una aplicación específica a las diferentes acciones que cada deporte necesita para suplir las carencias de cada deportista de las diferentes manifestaciones de la fuerza elástica y de los factores de frecuencia e intensidad.

CONSIDERACIONES QUE AFECTAN AL DISEÑO DE PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO A CUALQUIER NIVEL

Un programa pliométrico básico puede estar destinado al principiante o al atleta joven, debe amoldarse a las normas de seguridad si el programa

está destinado a un atleta más avanzado, son de aplicación las mismas normas, pero los ejercicios se hacen más complejos y más intensos.

Pruebas y valoraciones.

Es importante saber que las pruebas (recogida de datos) y la valoración (comparar los datos recogidos para establecer los niveles de rendimiento) de un atleta antes y después de los períodos de entrenamiento, o ciclos, son vitales tanto para medir las mejoras como para proporcionar dirección y motivación, las pruebas estándar de forma física, tales como las carreras de ida y vuelta de 274.32 metros y el salto de altura y de longitud sin carrera previa para tomar impulso son buenas para recoger datos de la línea de base a diferencia de los atletas más avanzados pueden ser sometidos a pruebas sobre técnicas tales como el triple salto si carrera previa o saltos con una sola pierna a lo largo de 25 metros.

Técnicas de movimiento.

A los principiantes se les debe enseñar los conceptos que ahí detrás de las actividades pliométricas, incluida la importancia de la fuerza excéntrica contra la fuerza concéntrica, la importancia del ciclo de estiramiento-acortamiento (el movimiento de reacción de las piernas) en la capacidad de arrancar con rapidez debe ser destacada, que los pies deben estar casi planos en todas las caídas, la almohadilla del pie debe ser la parte que toque primero el suelo, pero el resto del pie también debe contactar, y que los brazos ayuden a hacer fuerza hacia el suelo para comprimir el salto, deben llevarse a los codos detrás de la línea media del cuerpo de modo que los brazos pueden ser llevados rápidamente hacia adelante y hacia arriba cuando se produce la contracción concéntrica para elevarse del suelo.

Distribución de tiempo.

El tiempo de ejercicio real en un programa de pliometría al inicio no a de rebasar los 20 o 30 minutos, pero debe destinarse un periodo adicional entre 10 y 15 minutos para el calentamiento y otro de igual duración para

la vuelta a la calma para que intensifiquen el estiramiento y las actividades de movimiento de baja intensidad; los calentamientos pueden comenzar con estiramientos pasivos y paseos y progresar, la vuelta a la calma debe concentrarse en actividades de bajo esfuerzo.

Recuperación.

La recuperación es una variable clave para determinar si los ejercicios pliométricos están desarrollando potencia o resistencia muscular.

Para el entrenamiento de potencia, unos períodos de recuperación más prolongados (de 45 a 60 segundos) entre tandas o agrupaciones de múltiples ejercicios, tales como una tanda de 10 saltos con aros, permiten una máxima recuperación entre esfuerzos; un tiempo de recuperación inferior a dos segundos en un ejercicio de entre 12 y 20 segundos hace que el entrenamiento sea aeróbico; los ejercicios que sirven tanto para fuerza como para resistencia se consiguen generalmente mediante entrenamientos en un circuito, en los que el atleta continúa de un ejercicio a otro sin detenerse entre las estaciones.

Respirar correctamente es importante durante los entrenamientos pliométricos es vital que el deportista aguante la respiración durante la fase de amortiguamiento y al comienzo de la fase de impulsión con el fin de estabilizar el cuerpo, absorber el choque neumático y aumentar la fuerza de rebote la exhalación forzada puede acompañar al resto de la fase de impulsión, el calzado y la superficie del suelo no deben ser muy blandos o tener una gran capacidad de absorber el choque ya que ello puede empeorar la estabilidad de los tobillos y disminuir el almacenamiento de energía elástica y retrasar el desencadenamiento de la reacción auxiliar positiva de los pies al tocar el suelo.

Longitud del ciclo.

El espacio de tiempo dedicado a cualquier ciclo de entrenamiento sencillo depende de los días disponibles por semana antes del inicio de la temporada.

Entre 12 y 18 semanas de programa pliométrico básico es lo recomendado para asegurarse que los atletas puedan ejecutar adecuadamente la mecánica de las actividades pliométricas antes de que intenten aumentar el volumen y la intensidad de los ejercicios.

Altura apropiada del cajón

La altura recomendada para la amplitud del salto oscila entre 50 cm y 1m, pero en el caso de deportistas de más de 100 kg, se recomienda que los saltos de altura no superen los 70 cm de alto, la tarea de determinar una altura adecuada para los drops jumps se centra en la capacidad de alcanzar la máxima elevación del centro de gravedad del cuerpo después de ejecutar un salto; si la altura es demasiado grande para la fuerza de las piernas estas necesitan demasiado tiempo para absorber el impacto de la caída y no pueden invertir la carga excéntrica con la suficiente rapidez para aprovechar los componentes elásticos y el fenómeno del reflejo de estiramiento.

El resultado es un salto lento falto de potencia que depende de la fuerza.

Para determinar la altura máxima del salto se seguirán los siguientes pasos:

1. Se valora la “detente vertical”.
2. El atleta ejecuta un drop jump desde una caja de 46cm de altura tratando de corregir la misma puntuación para “detente”.
3. Si el atleta tiene éxito en su tarea puede cambiar la caja por otra más alta, la altura de las cajas debe ir aumentando de 15 en 15cm. La segunda parte se repite hasta que el atleta no logra alcanzar la

altura conseguida, esto se convierte entonces, en la altura máxima de los drops jumps.

4. Si el atleta no puede alcanzar la altura de la detente desde una caja de 46cm de altura de la caja o abandonar este tipo de trabajo durante un tiempo a favor del desarrollo de la fuerza. Si el atleta no puede rebotar desde una altura básica de 46cm probablemente es que no tiene la preparación músculo esquelética necesaria para los drops jumps.

Lugar de entrenamiento

El entrenamiento mediante ejercicios pliométricos es bastante versátil, puede realizarse en interiores o al aire libre siendo sus requisitos básicos un espacio adecuado y una superficie de caída que ceda un poco a fin de evitar que las extremidades inferiores choquen con excesiva fuerza, utilizando colchonetas de lucha elásticas, suelos mullidos para hacer gimnasia o ejercicios aeróbicos y campos de hierba o de superficie sintética son posibles amortiguadores para las caídas; por lo que respecta al espacio lo único necesario es que se halle libre de obstáculos, suelos de gimnasio, salas de musculación y campos al aire libre son todos ellos ambientes adecuados siempre y cuando la superficie de caída sea apropiada.

Aunque sobre superficies duras la fase de amortiguación puede ser mas corta y/o las distancias recorridas mayores, aquellas también generan fuerzas de impacto mayores y aumenta la probabilidad de sufrir lesiones en los tejidos blandos y articulares, por lo contrario, el entrenamiento en superficies más blandas reduce el riesgo de lesionarse, pero no proporciona el mismo estímulo.

Nivel de entrenamiento:

Hay dos puntos importantes a considerar en lo que respecta al nivel de entrenamiento en el momento de estructurar un programa de

entrenamiento a base de ejercicios pliométricos: el nivel de intensidad del ejercicio y la experiencia del atleta; ya el entrenamiento pliométrico debe consistir en una progresión de ejercicios y movimientos de habilidad considerados de ámbito elemental, intermedio ya avanzado, y se debe evaluar la intensidad de los ejercicios antes de incorporarlos a los entrenamientos, para poder clasificarlos según su intensidad, que nos ayuda a elegir los puntos de iniciación del ejercicio y a desarrollar la progresión del programa.

Especificidad del entrenamiento:

Los entrenamientos pliométricos son muy específicos en su naturaleza, pero de amplia aplicación.

Para las extremidades inferiores los entrenamientos están diseñados para que el atleta desarrolle la aceleración vertical u horizontal, y todos los movimientos.

Al correr o al saltar son simplemente ejecución de algún tipo de fuerza horizontal o vertical con el suelo. Incluso los cambios de dirección entran también dentro de esta categoría, los ejercicios son balones medicinales sirven para entrenar las extremidades superiores y pueden emplearse también en combinación con el entrenamiento de las extremidades inferiores.

Para desarrollar la velocidad de salida desde una posición agachada, como la que podría adoptar un hombre en la línea de salida carece de sentido dedicar mucho tiempo a las técnicas de Drops Jumps que desarrollan la potencia vertical, un ejercicio más útil podría ser el salto de longitud sin haber tomado carrera previamente o saltos con los dos pies juntos que desarrollan la fuerza horizontal; o quizá el objetivo sea mejorar la técnica de rebote de un jugador de baloncesto, en donde las técnicas necesarias son reaccionar con rapidez en un movimiento vertical y repetir el salto de altura puesto que con el primer salto puede que no se consiga el rebote.

1.-Los ejercicios pliométricos con las extremidades inferiores se clasifican en seis grupos:

- Saltos sobre el mismo sitio.
- Saltos de pie con los pies juntos.
- Brincos y saltos múltiples.
- Botes.
- Ejercicios con cajones o plintos.
- Drops jumps

Los ejercicios con balones medicinales sirven para entrenar las extremidades superiores.

2.-Para dirigir un programa de entrenamiento pliométrico se necesita el equipo básico siguiente:

- Conos y cajas.
- Obstáculos y barreras.
- Escaleras.
- Balones medicinales.

3.-El factor más importante a considerar en la implementación y administración de un programa de entrenamientos pliométricos en el atleta.

La edad, la experiencia y la madurez atlética son todos criterios importantes en el establecimiento y modificación del entrenamiento a base de ejercicios pliométricos.

4.-El desarrollo de la fuerza excéntrica es importante para todos los atletas y en especial para los lesionados.

5.-Los entrenamientos pliométricos pueden adaptarse virtualmente a cualquier deporte, y los atletas deben hacer ejercicios que ayuden a realizar los movimientos que ejecutan. Imitando ciertos movimientos de los entrenamientos pliométricos, los atletas pueden disminuir el tiempo consumido por el movimiento y hacerlo más potente.

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO.

Con un conocimiento fundamental de la pliometría, centraremos nuestra atención hacia la manera de diseñar verdaderamente un programa de entrenamiento pliométrico la información sobre el desarrollo de un programa específico para un deporte incluye dos muestras de programas de entrenamiento de 4 semanas, junto con las razones para crearlos, uno tratando con las técnicas de salto vertical y el otro de las técnicas de salto horizontal.

DESARROLLO DEL ENTRENAMIENTO PLIOMETRICO

Nivel 1

Cuando comenzamos a trabajar con deportistas de competencia, podemos considerar que el nivel de adaptación ya ha sido, de alguna manera, realizado por los impactos propuestos por deporte.

La pliometría de nivel 1 se utiliza con aquellos deportistas con **bajos niveles de fuerza reactiva**, también se la puede utilizar con atletas de buen nivel pero alto peso corporal.

Tabla No 4
Variación del volumen de salto
Nivel 1

VARIACIÓN DE LOS VOLÚMENES DE SALTO PARA EL NIVEL 1			
SEMANA	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3
1	300	250	300
2	300	300	300
3	350	300	300
4	350	350	300

Cada día, durante este nivel, se realizarán 3 series de 8 -10 repeticiones con 10-15 ejercicios diferentes.

Nivel 1 / Día 1

El día 1 se caracteriza por **saltos unipodales** de moderada intensidad realizados con tres implementos tipo:

La sogá

La escalera

El cuadrilátero.

Debemos **inventar** 10 o más ejercicios diferentes, realizándolos con pequeños descansos de entre 30" y 60".

VARIABLES:

- Distancia.
- Hops.
- Saltos sobre el mismo sitio.
- Saltos con los pies juntos.

Nivel 1 / Día 2:

El segundo día se utilizará una herramienta clave para el trabajo pliométrico, **los cajones de salto**.

El ejercicio clave de este segundo día es "el prisionero", cuyos ejemplos podemos ver en la siguiente imagen:



Fuente: fuerzapotencia.com

La función de este ejercicio es la de comenzar a proponer **diferentes ángulos**.

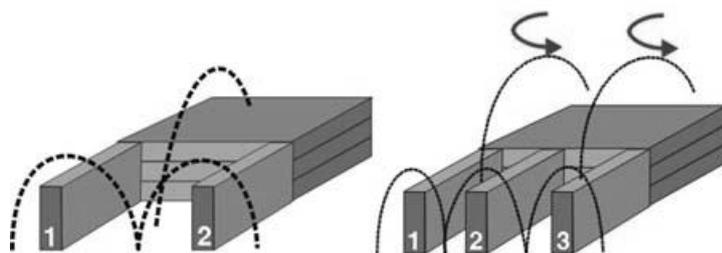
Variables:

- Altura del cajón.
- Número de cajones.
- Depth jumps.
- Drops jumps.

Nivel 1 / Día 3

En el día 3 se utilizarán cajones de salto ubicados de la siguiente manera.

Gráfico 36: Nivel 1 / Día 3 cajones.



Fuente: fuerzaypotencia.com

Con los cajones dispuestos de la forma precedente, procederemos a realizar **diferentes secuencias de saltos con dos pies y un marcado efecto coordinativo** y con la aparición, por primera vez en este nivel, del entrenamiento de la intensidad con una caída **de 40 cm**, que es la altura correspondiente de este adminículo.

Variables:

- Caja de Salto.
- Salto cajones laterales.
- Salto lateral a la caja.
- Altura.

- Distancia.
- Saltos con los pies juntos.

Nivel 2

Acceden a este nivel solamente aquellos deportistas que experimentaron las 4 semanas del nivel 1 con eficacia, de manera coordinada y con tiempos de contacto cortos.

También se aplica a este nivel a aquellos que poseen un **gran nivel de fuerza inicial** y fuerza reactiva la cual que se expresa, en forma óptima, con caídas de 40 cm o más.

Tabla No 5
Variación del volumen de salto Nivel 2

VARIACIÓN DE LOS VOLÚMENES DE SALTO PARA EL NIVEL 2			
SEMANA	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3
1	250	250	200
2	300	250	250
3	300	300	250
4	300	300	300

Nivel 2 / Día 1

El primer día del nivel 2 es muy similar al del nivel 1, pero con una interesante diferencia; el atleta debe saltar y aterrizar con **tres ángulos diferentes** de la articulación de la rodilla:

- 170° (casi extendidas, normales)
- 90° (semicuclillas).
- 40° (cuclillas completas).

Grafico 37: Nivel 2 / Día 1



Fuente: fuerzayresistencia.com

Variables:

- Saltos con los pies juntos.
- Brincos y saltos múltiples.
- Agachadillas.
- Zigzag.
- Alturas.
- Distancia.
- Cajones.

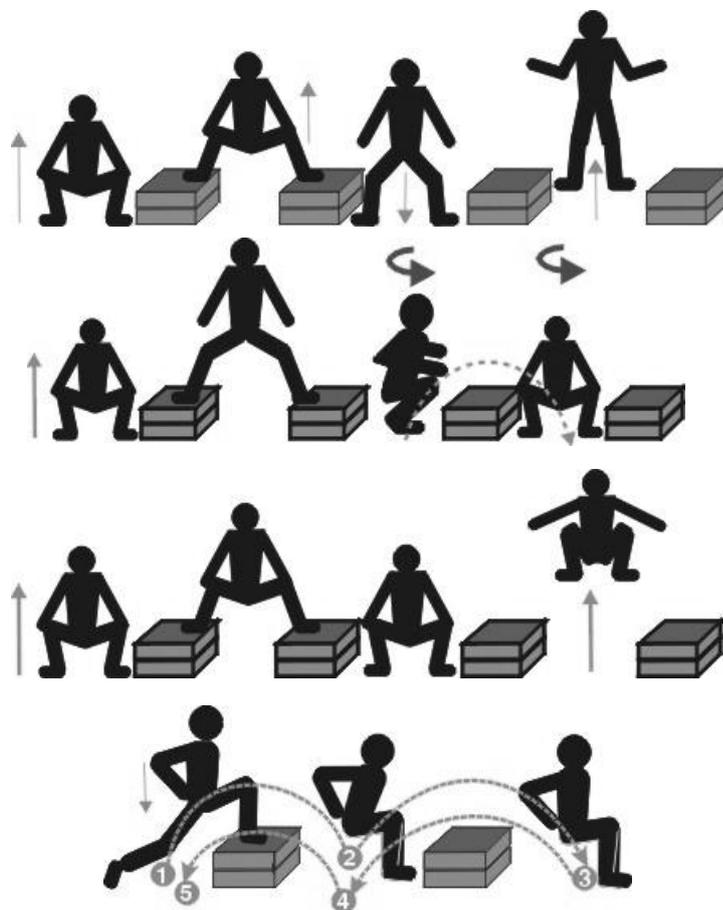
Nivel 2 / Día 2

En este día se comienza con el entrenamiento de la **lateralidad** en la fuerza reactiva.

Los ejercicios de “ranas”, ocupan el lugar que antes ocupaba el prisionero.

En este ejercicio, se van variando las maneras de realizar los saltos, con diversas caídas y despegues, según muestran los siguientes gráficos:

Grafico 38: Nivel 2 / Día 2 ranas



Fuente: fuerzayresistencia.com

Variables:

- Salto de tijera.
- Ejercicios con plintos o cajones.
- Saltos con los pies juntos.
- Altura de los cajones.
- Número de cajones.
- Distancia.

Nivel 2 / Día 3

En el día 3 aparece la intensidad, los atletas empezarán a experimentar lo que significa caer y saltar desde su altura óptima para el entrenamiento de la fuerza reactiva.

Los atletas de disciplinas en las que existe el salto con carrera, realizarán el “salto a la torre”; esta práctica consiste en empezar a entrenar la pierna de freno para proyectarse luego de una carrera horizontal, similar a un salto a cabecear de un jugador de fútbol,

Grafico 39: Nivel 2 / Día 3



Fuente: fuerzaypotencia.com

En el día 3 se utilizarán pesos ligeros en el deportista, con el fin de optimizar su desarrollo para el nivel tres.

Variables:

- Salto de tijera.
- Ejercicios con plintos o cajones.
- Saltos con los pies juntos.
- Altura de los cajones.
- Número de cajones.

- Distancia.
- Pesos ligeros.

Nivel 3

Este nivel se caracteriza porque la mayoría de los saltos tienen la **altura óptima de caída del salto profundo**.

Dada la intensidad de los estímulos, la cantidad de sesiones se reduce a dos.

En esencia ambos días son parecidos; en ambos aparecen circuitos que comprenden las características propias al deporte, con vallas iniciales colocadas a la altura óptima.

Tabla No 6
Variación del Volumen de salto nivel 3

VARIACIÓN DE LOS VOLÚMENES DE SALTO PARA EL NIVEL 3		
SEMANA	DÍA 1	DÍA 2
1	250	300
2	300	300
3	350	300
4	350	350

No se recomienda este nivel de pliometría en deportistas que no entrenen su fuerza al menos dos veces por semana, no solo por prevención ante los impactos sino porque al irse optimizando la fuerza reactiva la mejora general depende cada vez más de los niveles de fuerza inicial.

En este nivel los deportistas comienzan a experimentar pesos en la ejecución de los ejercicios, debido a la gran intensidad de los mismos, se recomienda trabajar dos veces por semana.

En esta etapa los ejercicios son combinaciones de los niveles anteriores pero con pesos.

Variables:

- Ejercicios con plintos o cajones.
- Saltos con los pies juntos.
- Hops.
- Saltos sobre el mismo sitio.
- Saltos con los pies juntos.
- Altura de los cajones.
- Número de cajones.
- Distancia.
- Chalecos lastrados.
- Mancuernas.
- Barras

EMPLEO DE EJERCICIOS PLIOMÉTRICOS FRENTE A OTRO ENTRENAMIENTO.

El entrenamiento de saltos y los ejercicios pliométricos para la parte superior del cuerpo son adecuados para muchos deportes como la gimnasia las competiciones de saltos, los saltos de trampolín son campos en el que el éxito dependen de la capacidad del atleta de explotar desde la superficie sobre la que se mantiene en pie y de generar velocidad vertical o longitudinal, o ambas a la vez para alcanzar el resultado deseado.

Además cabe destacar que los ejercicios pliométricos ayudan más bien para completar los entrenamientos, y deben usarlo los atletas que han preparado sus tendones y músculos mediante entrenamiento de resistencia para las tremendas fuerzas de impacto impuestas en los ejercicios pliométricos de alta intensidad; realizados conjuntamente, el entrenamiento de resistencia y el entrenamiento aeróbico ayudan a preparar el cuerpo del atleta para los ejercicios pliométricos, a su vez, los

ejercicios pliométricos aumentan la capacidad del atleta para realizar ejercicios de resistencia y actividades anaeróbicas: una verdadera asociación en el entrenamiento atlético, las reacciones explosivas de los sprints o ejercicios de movimientos que requieren cambios de dirección pueden hacerse como entrenamientos con intervalos de descanso (esfuerzos repetidos con periodos medios de recuperación).

ACTIVIDAD PLIOMÉTRICA

La prudencia en prescribir y ejecutar ejercicios pliométricos afecta al cuerpo y a la cantidad de entrenamiento que se realiza; una práctica deportiva intensa, orientada hacia los aspectos más técnicos, no debe ir seguida por unos ejercicios pliométricos de alto volumen e intensidad, se alcanzaran mejores resultados realizando calentamientos y ejercicios pliométricos de baja intensidad a fin de dejar espacio para la recuperación. Sería mejor dedicar un solo día de entrenamiento a los ejercicios pliométricos para proporcionar variedad y dejar tiempo para la recuperación fisiológica y mental de la práctica de la técnica que se trate.

Entrenamiento de fuerza-resistencia

El entrenamiento de resistencia es el equivalente ideal del entrenamiento pliométricos dado que ayuda a preparar los músculos para los esfuerzos de impacto rápido de los ejercicios pliométricos; en el entrenamiento de resistencia se trabaja para desarrollar la fase excéntrica de la contracción muscular haciendo bajar primero el cuerpo y venciendo después el peso con una contracción concéntrica.

El entrenamiento de resistencia de “cadena abierta” (empleando máquinas que aíslan una sola articulación) sirve para desarrollar la fuerza en grupos musculares específicos, no obstante, el que emplea ejercicios pliométricos necesita también ejecutar ejercicios de “cadena cerrada” que contengan actividades para múltiples articulaciones tales como ejercicios

de pesas y multilanzamientos con balón medicinal, estos ejercicios se realizan generalmente con los pies fijos en el suelo como si se estuviese en cuclillas, son más funcionales para atletas, dejándoles adoptar posturas específicas de sus deportes cuando se entrenan.

Los ejercicios de cadena cerrada han demostrado tener un valor perdurable mucho más alto que los ejercicios para articulaciones aisladas en el desarrollo de la capacidad atlética, el entrenamiento pliométrico puede integrarse con éxito en el entrenamiento de resistencia imponiendo inmediatamente un ejercicio de velocidad y fuerza sobre los músculos que han sido sometidos a movimiento de pura fuerza.

Los parámetros usados para determinar si un atleta es lo bastante fuerte para empezar un programa pliométrico, pueden centrarse más en la prueba de la fuerza funcional (incluyendo la potencia) que en la tradicional flexión de piernas máxima de una sola repetición que mide la fuerza pura; la falta de fuerza en las extremidades inferiores provoca una pérdida de estabilidad en la caída, las fuerzas de gran impacto quedan excesivamente absorbidas por los tejidos blandos del cuerpo.

La fatiga prematura se convierte también en un problema sin una fuerza adecuada en las piernas por lo que todo junto, dará como resultado un deterioro en el rendimiento durante el ejercicio y una mayor probabilidad de lesiones (como en cualquier situación de uso excesivo).

Entrenamiento anaeróbico, de sprint y de intervalo.

Los ejercicios pliométricos entrenan a dos sistemas de energía anaeróbica, los fosfatos de creatina y los ciclos de ácido láctico, el sistema de fosfatos de creatina depende de las reservas de energía ya existentes en los músculos.

Los ejercicios pliométrico que duran solamente entre 4 y 5 segundos agotan las reservas de energía; al diseñar un programa para entrenar el sistema de fosfato de creatina, se debe dejar una buena cantidad de reposo o recuperación entre los ejercicios; el énfasis reside en la calidad del ejercicio, no en la cantidad.

El umbral del ácido láctico se alcanza cuando las reservas de energía de los músculos han sido agotadas por el sistema de fosfato de creatina, el ejercicio, que va más allá de emplear las reservas de energía, impone una sobrecarga excesiva sobre el umbral de ácido láctico; los intervalos en el ejercicio en esfuerzos casi máximos que duran entre 30 y 90 segundos resultan apropiados para entrenar este sistema.

En general los saltos, sobre el mismo sitio con los pies juntos y los drops jumps, son actividades de corta duración utilizados para entrenar el sistema de fosfato de creatina, los saltos múltiples, los ejercicios con cajas y en especial los botes pueden clasificarse como ejercicios para entrenar el umbral del ácido láctico, por lo que resulta beneficioso entrenar el sistema del fosfato de creatina en atletas que se dedican a deportes que exigen explosiones rápidas de potencia con largos periodos de recuperación entre ejecuciones, tales como los saltos de longitud o el triple salto; los entrenamientos de sprint y de intervalos son programas de carreras que requieren que el atleta ejecute esfuerzos de calidad en el entrenamiento durante un cierto espacio de tiempo (normalmente entre 30 y 90 segundos) con períodos predeterminados de recuperación, este tipo de entrenamiento pliométrico del umbral del ácido láctico, pero emplea sprints en lugar de saltos múltiples, ejercicios con cajas o ejercicios en los que hay que rebotar.

La pre- fatiga.

La pre fatiga es muy poco utilizada bajo la forma de trabajo pliométrico, se puede sin embargo, imaginar pre fatiga en pliometría con el fin de disminuir las cargas utilizadas en concéntrico o en excéntrico; la sollicitación muscular, siendo diferente, permite poner al músculo en dificultad la colocación con gran flexión de rodillas está particularmente adaptada a este efecto.

Como todos los programas de entrenamiento para minimizar el riesgo de lesión es necesario regular el número de repeticiones por sesión, la duración de cada sesión y la frecuencia del entrenamiento el programa pliométrico debe empezar con saltos verticales y horizontales de poca intensidad, añadiendo progresivamente los rebotes, los saltos de cajas y los saltos en caída. Los saltos en caja constituyen el máximo nivel de ejercicio pliométrico y únicamente son aptos para los deportistas que están muy entrenados y que demuestran una buena técnica.

2.4 DEFINICIONES DE TERMINOS BÁSICOS

- **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.

- **Distensión del ligamento.-** Hiperelongación del ligamento que sobrepasa la capacidad elástica del mismo.
- **Dolor.-** Según la "International Association of the Study of Pain" el dolor se define como "una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada a un daño real o potencial del tejido, o se describe en términos de dicho daño".

Sin embargo, para todos nosotros, el dolor es simplemente una sensación desagradable de que algo nos hace daño.

Se trata de un sentimiento subjetivo que todos aprendemos a través de nuestras propias experiencias cuando aún somos muy pequeños. Se puede aprender mucho acerca del dolor y de su alivio.

El médico sólo puede saber que un paciente sufre dolor si éste se lo dice.

- **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 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.

- **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.

- **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.
- **Ligamentos cruzados.-** son dos cordones fibrosos, cortos y muy gruesos que se extienden desde el espacio intercondíleo de la tibia hasta la fosa intercondílea del fémur.

Son los verdaderos ligamentos posteriores de la articulación de la rodilla.

- **Ligamento lateral externo.-** Este ligamento presenta la forma de un cordón redondo y grueso y se extiende desde el epicóndilo femoral externo hasta la cabeza del peroné.
- **Ligamento lateral interno.-** Se encuentra en la parte posterior de la articulación de la rodilla consta de dos partes.

La primera situada entre el fémur y la tibia que presenta la forma de una banda ancha, nacarada y muy resistente. La otra parte se

halla formada por fascículos que se extienden desde el fémur y la tibia hasta el menisco medial.

- **Pliometría.-** Literalmente significa: aumentos mensurables plio: aumento - metrics: medida = aumentos mensurables.
Tensión alcanzada por los músculos que trabajan de esta forma, medida externamente (metría), es mayor (plio) que la tensión lograda por cualquier otro procedimiento (isométrico, isotónico o auxotónico).
- **Salto.-** Es el movimiento que consiste en elevarse del suelo u otra superficie, con impulso, para caer en el mismo lugar o en otro.
- **Tono.-** El tono muscular, es un estado permanente de contracción parcial, pasiva y continua en el que se encuentran los músculos.
Durante el periodo de sueño el tono muscular se reduce por lo que el cuerpo está más relajado y durante las horas de vigilia se incrementa lo necesario para mantener la postura corporal adecuada para cada movimiento que se realiza.

2.5 HIPÓTESIS Y VARIABLES

HIPÓTESIS

La técnica de la Pliometría permite una mejor recuperación y un buen fortalecimiento muscular en distensión del ligamento lateral interno de rodilla (LLI) en pacientes deportistas entre las edades de 18 a 40 años atendidos en el centro de rehabilitación ASOFISIO. (Quito).

VARIABLES

- **VARIABLE INDEPENDIENTE.**
 - Técnica de Pliometría.
- **VARIABLE DEPENDIENTE.**
 - Distensión de Ligamentos de rodilla.

2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla No 7
OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable	Concepto	Categoría	Indicador	Técnica e Instrumento
<p>Independiente</p> <p>Técnica de pliometría</p>	<p>Aumentos mensurables. Tensión alcanzada por los músculos que trabajan de esta forma, medida externamente es mayor que la tensión lograda por cualquier otro procedimiento</p>	<p>Tensión alcanzada por los músculos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Saltos de diferente altura y distancia . • Cuerdas . • Steps. 	<ul style="list-style-type: none"> • Observación • Historia clínica. • Hoja de evaluación.
<p>Dependiente</p> <p>Distensión ligamentos de rodilla</p>	<p>Elongación del ligamento que sobre pasa su capacidad elástica provocando lesiones en el tejido ligamentoso.</p>	<p>Lesión del tejido ligamentos o</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Trauma directo. • Rotación del miembro sobre su mismo eje. • Valgo forzado 	

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 MÉTODO

- **Método Científico:** En el presente trabajo investigativo se utilizará el método deductivo - Inductivo con un procedimiento analítico - sintético

- **Método Deductivo:** Nos permite estudiar la problemática de manera general para analizar conclusiones particulares.

- **Método Inductivo:** Nos permite estudiar el problema de manera particular para llegar alcanzar conclusiones generales es decir cómo se aplica la pliometría para fortalecimiento muscular en deportistas con distensión de ligamento lateral interno de la rodilla.

- **TIPO DE INVESTIGACIÓN:** La presente investigación por los objetivos propuestos se caracteriza por ser una investigación descriptiva – explicativa.

- **Descriptiva:** Porque sobre las bases del análisis crítico de la información recibida se ha podido describir como se aparece y como se comporta el problema investigado en contexto determinado.

- **Explicativa:** Porque a través de la aplicación de la pliometría, a cada uno de los pacientes, se ha podido llegar a explicar que es una buena técnica de fortalecimiento muscular.

➤ **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:**

La presente investigación por su naturaleza se caracteriza por ser una investigación documental, de campo, y no experimental.

- **Documental:** Porque en base al análisis crítico de teorías y conceptos estipulados en textos, libros, enciclopedias, etc. Se ha podido estructurar la fundamentación teórica que a su vez nos permitirá saber conocer con profundidad sobre el problema que se está investigando.
- **De Campo:** Porque el trabajo investigativo se está realizando en un lugar en específico en éste caso el Centro de Rehabilitación Física ASOFISIO.
- **No Experimental:** Porque en el proceso investigativo se está manipulando intencionalmente las variables, en éste caso la pliometría como técnica para el fortalecimiento muscular en deportistas que presentan distensión del ligamento lateral interno de la rodilla, para llegar a determinar la eficacia de esta técnica.

➤ **TIPO DE ESTUDIO**

Longitudinal

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 POBLACIÓN

La población corresponde a deportistas que tienen distensión de los ligamentos de rodilla que asciende a 34 pacientes.

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- **Observación.-** Con esta técnica se pudo identificar cuáles son movimientos en las terapias que realizan los pacientes durante cada sesión.
- **Instrumentos.-** Se utilizó como instrumentos las historias clínicas y hojas de evaluación.

3.4 TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Técnicas lógicas: Para la interpretación de los datos estadísticos se va a utilizar la inducción y las síntesis, técnicas de interpretación que permiten comprobar el alcance de objetivos, comprobación de la hipótesis y establecer conclusiones a través de la tabulación demostrada en cuadros, gráficos y el correspondiente análisis.

Paquete Contable: Excel

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Durante el periodo comprendido entre los meses de Abril a Agosto 2011 en el Centro de Rehabilitación Física ASOFISIO, para atención de fisioterapia, un total de 34 pacientes deportistas, a los que se les aplicó la técnica de ejercicios pliométricos como tratamiento de fortalecimiento muscular.

POR EDAD

Tabla No 8
Distribución por edad

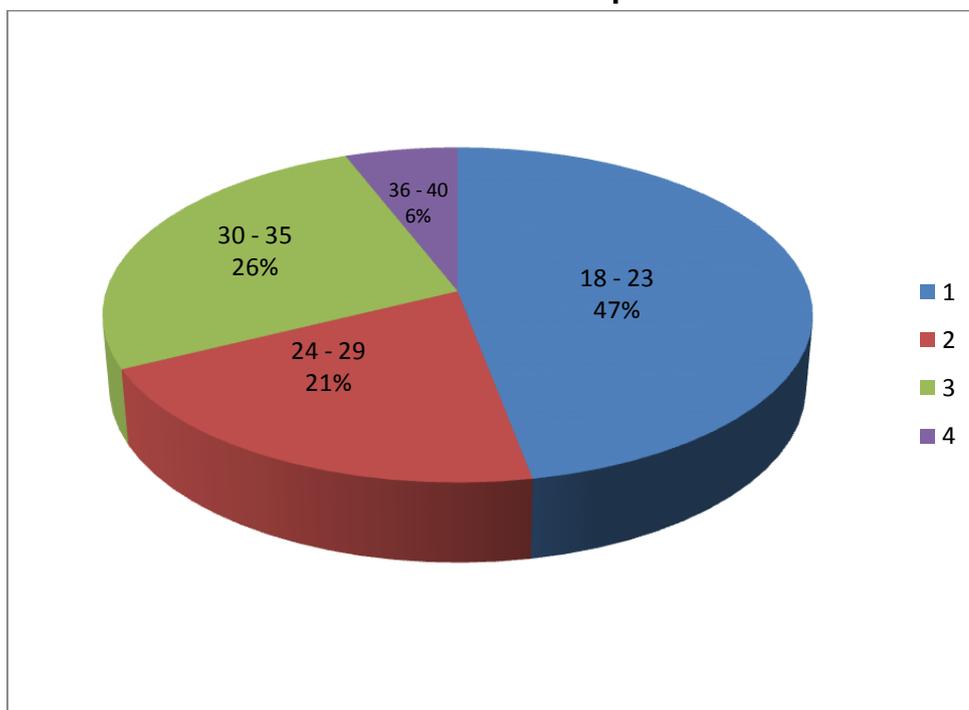
EDAD	NÚMERO	PORCENTAJE
18 – 23	16	47%
24 – 29	7	21%
30 - 35	9	26%
36 - 40	2	6%
TOTAL	34	100%

ELABORADO POR: EMERSON VIRACOCCHA, DENNIS YÁNEZ.

FUENTE: CENTRO DE REHABILITACIÓN FÍSICA ASOFISIO

DISTRIBUCIÓN POR EDAD

Gráfico 40: Distribución por Edad



ELABORADO POR: DENNIS YANEZ, EMERSON VIRACOCCHA

FUENTE: CENTRO DE REHABILITACIÓN FÍSICA ASOFISIO

Total de pacientes con distensión de ligamentos de rodilla, entre las edades de 18 a 40 años de ambos sexos, sometidos a tratamiento con ejercicios pliométricos entre Abril a Agosto 2011 en el centro de rehabilitación Física ASOFISIO al grupo de edad 18 a 23 años le correspondió el 47%, al grupo 24 a 29 años de edad le correspondió el 21%, al grupo 30 a 35 años de edad le correspondió el 26%, al grupo de 36 a 40 años de edad le correspondió el 6%

POR GÉNERO

Tabla No 9

Distribución por Género

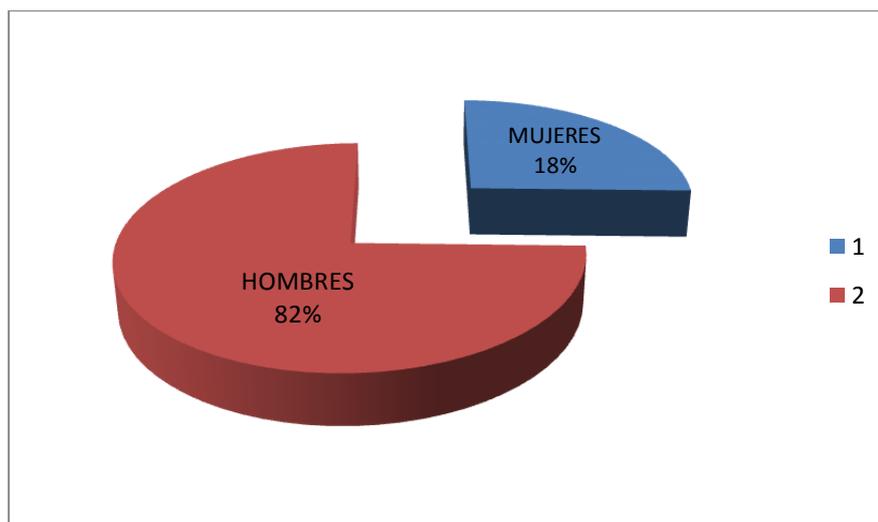
GENERO	NÚMERO	PORCENTAJE
HOMBRES	28	82%
MUJERES	6	18%
TOTAL	34	100%

ELABORADO POR: EMERSON VIRACOCCHA. DENNIS YÁNEZ

FUENTE: CENTRO DE REHABILITACIÓN FÍSICA ASOFISIO

DISTRIBUCIÓN POR GÉNERO

Gráfico 41: Distribución por Género



ELABORADO POR: EMERSON VIRACOCCHA, DENNIS YÁNEZ

FUENTE: CENTRO DE REHABILITACIÓN FÍSICA ASOFISIO

Total de pacientes con distensión de ligamentos de rodilla, entre las edades de 18 a 40 años de ambos sexos, sometidos a tratamiento con ejercicios pliométricos entre Abril a Agosto 2011 en el centro de rehabilitación Física ASOFISIO, al género masculino le corresponde el 82 % y al género femenino 18 %

TIPO DE LESIÓN

Tabla No 10

Distribución por Tipo de Lesión

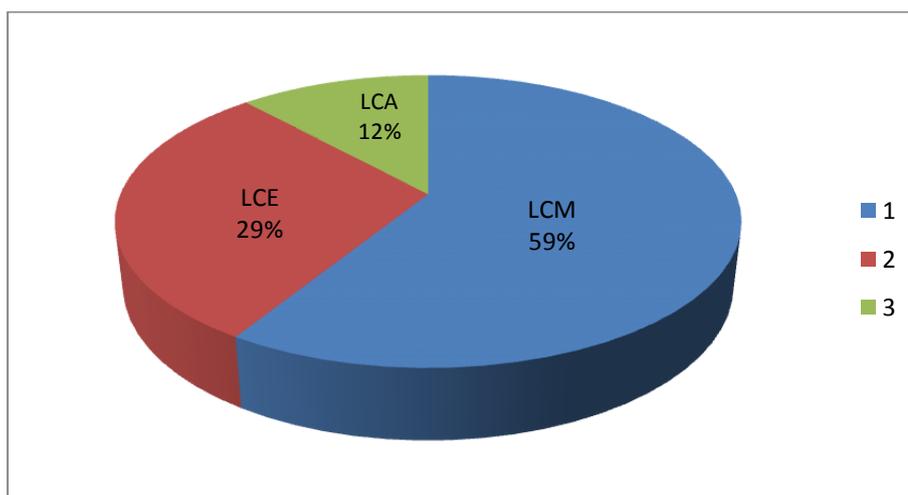
TIPO DE LESIÓN	NÚMERO	PORCENTAJE
LIGAMENTO COLATERAL MEDIAL	20	59%
LIGAMENTO COLATERAL EXTERNO	10	29%
LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR	4	12%
TOTAL	34	100%

ELABORADO POR: EMERSON VIRACOCHA, DENNIS YÁNEZ

FUENTE: CENTRO DE REHABILITACIÓN FÍSICA ASOFISIO

DISTRIBUCIÓN POR TIPO DE LESIÓN

Gráfico 42: Distribución por Tipo de Lesión



LABORADO POR: EMERSON VIRACOCHA, DENNIS YÁNEZ

FUENTE: CENTRO DE REHABILITACIÓN FÍSICA ASOFISIO

Total de pacientes con distensión de ligamentos de rodilla, entre las edades de 18 a 40 años de ambos sexos, sometidos a tratamiento con ejercicios pliométricos entre Abril a Agosto 2011 en el centro de rehabilitación Física ASOFISIO, por tipo de lesión de ligamento colateral medial (LCM) correspondió al 59%, por lesión de ligamento colateral

externo (LCE) correspondió al 29%, por lesión de ligamento cruzado anterior (LCA) correspondió al 12%

ACTIVIDAD DEPORTIVA

Tabla No 11

Distribución por Actividad Deportiva

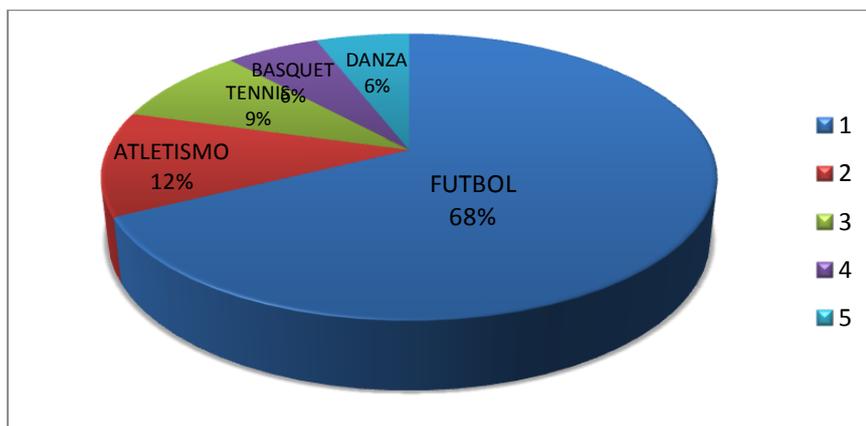
ACT. DEPORTIVA	NÚMERO	PORCENTAJE
FUTBOL	23	68%
ATLETISMO	4	12%
TENNIS	3	9%
BASQUET	2	6%
DANZA	2	6%
TOTAL	34	100%

ELABORADO POR: EMERSON VIRACOCOA, DENNIS YÁNEZ

FUENTE: CENTRO DE REHABILITACIÓN FÍSICA ASOFISIO

DISTRUBUCIÓN POR ACTIVIDAD DEPORTIVA

Gráfico 43: Distribución por Actividad Deportiva



ELABORADO POR: EMERSON VIRACOCOA, DENNIS YÁNEZ

FUENTE: CENTRO DE REHABILITACIÓN FÍSICA ASOFISIO

Total de pacientes con distensión de ligamentos de rodilla, entre las edades de 18 a 40 años de ambos sexos, sometidos a tratamiento con ejercicios pliométricos entre Abril a Agosto 2011 en el centro de

rehabilitación Física ASOFISIO, le corresponde a futbol el 68%, atletismo le corresponde el 12%, a tennis le corresponde el 9%, a básquet y danza le corresponde el 6% respectivamente.

TIEMPO DE RECUPERACIÓN LIGAMENTO COLATERAL MEDIAL

Tabla No 12
Distribución por Tiempo de Recuperación en Lesión de Ligamento Colateral Medial.

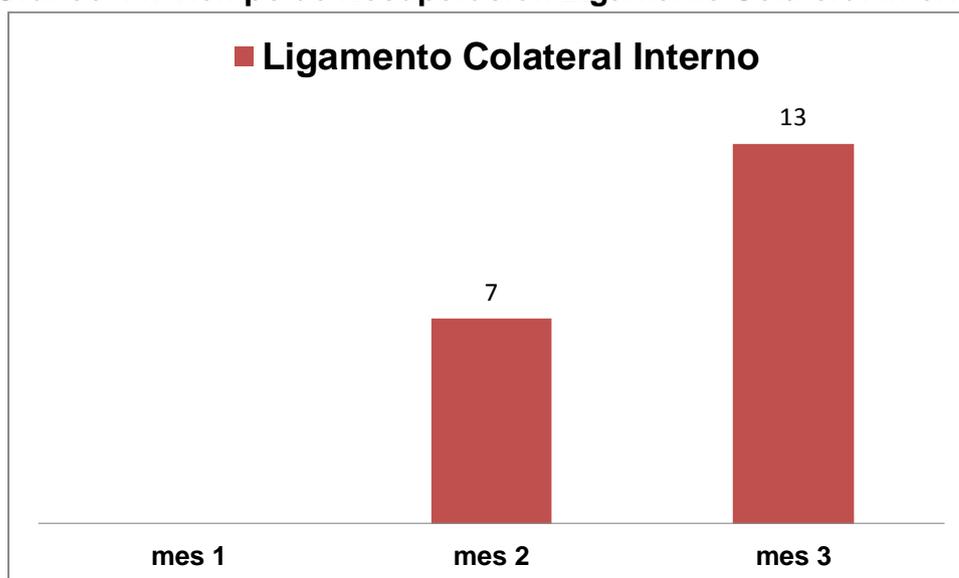
Tiempo de Recuperación Utilizando la Técnica de Pliometría Ligamento Colateral Medial			
N° de pacientes	mes 1	mes 2	mes 3
20		7	13

ELABORADO POR: EMERSON VIRACOCHA, DENNIS YÁNEZ

FUENTE: CENTRO DE REHABILITACIÓN FÍSICA ASOFISIO

DISTRIBUCIÓN POR TIEMPO DE RECUPERACION LIGAMENTO COLATERAL MEDIAL

Gráfico 44: Tiempo de Recuperación Ligamento Colateral Interno



ELABORADO POR: EMERSON VIRACOCHA, DENNIS YÁNEZ

FUENTE: CENTRO DE REHABILITACIÓN FÍSICA ASOFISIO

Total de pacientes con distensión de ligamentos de rodilla, entre las edades de 18 a 40 años de ambos sexos, sometidos a tratamiento con ejercicios pliométricos entre Abril a Agosto 2011 en el centro de rehabilitación Física ASOFISIO, por tiempo de recuperación aplicando la técnica de pliometría en pacientes con distensión de ligamento colateral interno (LCI) en el primer mes le corresponde un total de cero pacientes recuperados, al segundo mes le corresponde un total de 7 pacientes recuperados y al tercer mes le corresponde un total de 13 pacientes recuperados respectivamente de un total de 20 pacientes.

TIEMPO DE RECUPERACIÓN LIGAMENTO COLATERAL EXTERNO

Tabla No 13
Distribución por Tiempo de Recuperación en Lesión de Ligamento Colateral Externo.

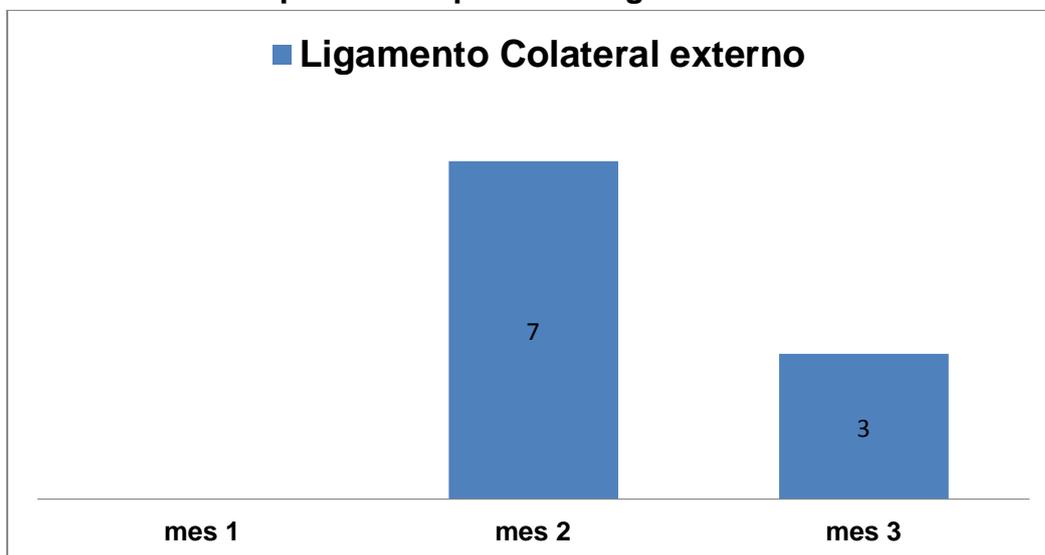
Tiempo de Recuperación Utilizando la Técnica de Pliometría Ligamento Colateral Externo			
N° de pacientes	mes 1	mes 2	mes 3
10		7	3

ELABORADO POR: EMERSON VIRACOCHA, DENNIS YÁNEZ

FUENTE: CENTRO DE REHABILITACIÓN FÍSICA ASOFISIO

DISTRIBUCIÓN POR TIEMPO DE RECUPERACION LIGAMENTO COLATERAL EXTERNO

Gráfico 45: Tiempo de Recuperación Ligamento Colateral Externo



ELABORADO POR: EMERSON VIRACOCHA, DENNIS YÁNEZ

FUENTE: CENTRO DE REHABILITACIÓN FÍSICA ASOFISIO

Total de pacientes con distensión de ligamentos de rodilla, entre las edades de 18 a 40 años de ambos sexos, sometidos a tratamiento con ejercicios pliométricos entre Abril a Agosto 2011 en el centro de rehabilitación Física ASOFISIO, por tiempo de recuperación aplicando la técnica de pliometría en pacientes con distensión de ligamento colateral externo (LCE) en el primer mes le corresponde un total de cero pacientes recuperados, al segundo mes le corresponde un total de 7 pacientes recuperados y al tercer mes le corresponde un total de 3 pacientes recuperados respectivamente de un total de 10 pacientes.

TIEMPO DE RECUPERACIÓN LIGAMENTO COLATERAL EXTERNO

Tabla No 14

Distribución por Tiempo de Recuperación en Lesión de Ligamento Cruzado Anterior.

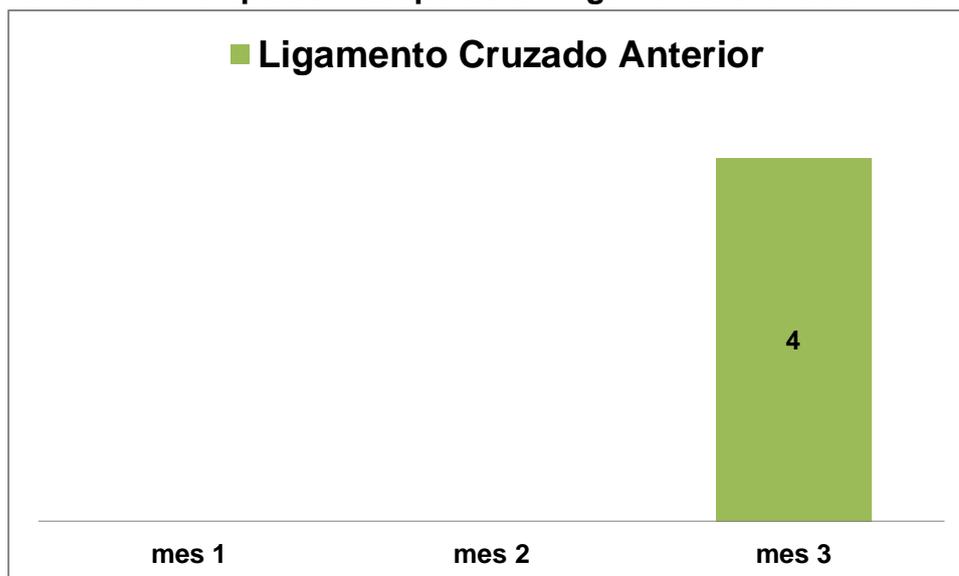
Tiempo de Recuperación Utilizando la Técnica de Pliometría Ligamento Cruzado Anterior			
N° de pacientes	mes 1	mes 2	mes 3
4			4

ELABORADO POR: EMERSON VIRACOCCHA, DENNIS YÁNEZ

FUENTE: CENTRO DE REHABILITACIÓN FÍSICA ASOFISIO

DISTRIBUCIÓN POR TIEMPO DE RECUPERACION CRUZADO ANTERIOR

Gráfico 46: Tiempo de Recuperación Ligamento Cruzado Anterior



ELABORADO POR: EMERSON VIRACOCCHA, DENNIS YÁNEZ

FUENTE: CENTRO DE REHABILITACIÓN FÍSICA ASOFISIO

Total de pacientes con distensión de ligamentos de rodilla, entre las edades de 18 a 40 años de ambos sexos, sometidos a tratamiento con ejercicios pliométricos entre Abril a Agosto 2011 en el centro de rehabilitación Física ASOFISIO, por tiempo de recuperación aplicando la técnica de pliometría en pacientes con distención de ligamento cruzado anterior (LCA) en el primer mes le corresponde un total de cero pacientes

recuperados, al segundo mes le corresponde un total de cero pacientes recuperados y al tercer mes le corresponde un total de 4 pacientes recuperados respectivamente de un total de 4 pacientes.

RESULTADOS DE TODAS LAS VARIABLES DE LOS EJERCICIOS PLIOMÉTRICOS EVALUADOS EN TRES MESES.

MEDICIÓN DE PERIMETROS MUSCULARES, TESTS DE SALTO VERTICAL

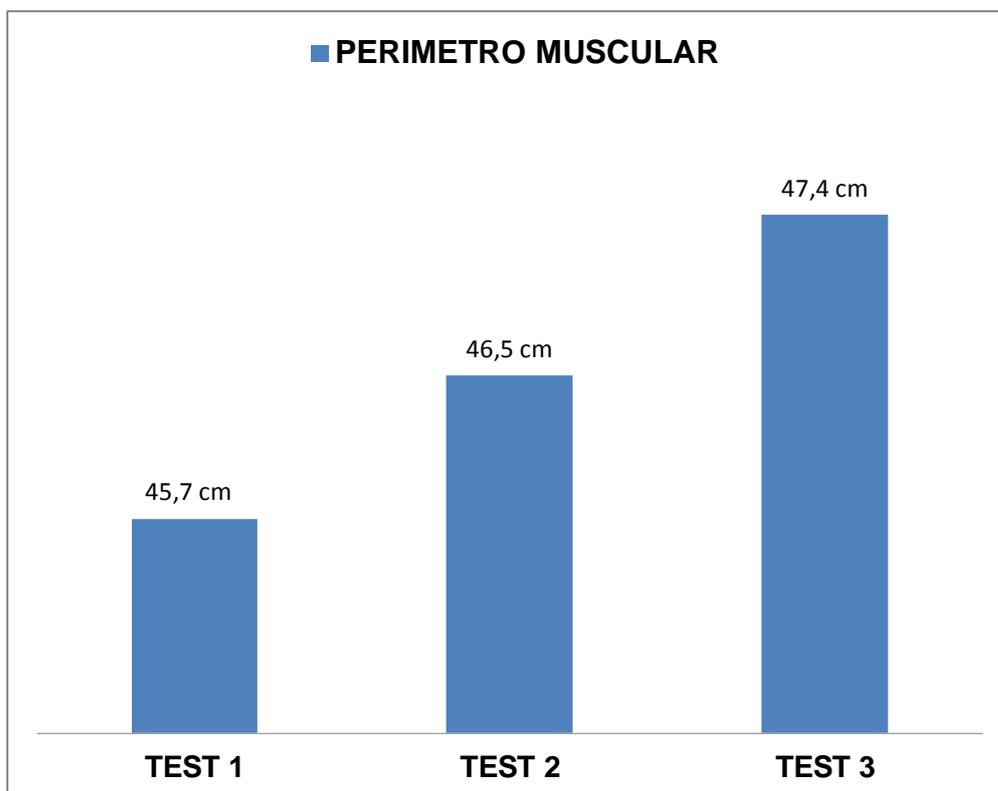
Total de pacientes con distensión de ligamentos de rodilla, entre las edades de 18 a 40 años de ambos sexos, sometidos a tratamiento con ejercicios pliométricos entre Abril a Agosto 2011 en el centro de rehabilitación Física ASOFISIO. La medición de los perímetros musculares se tomó a 15 cm. sobre el borde superior de la rótula.

Tabla No 15
Perímetros Musculares

Variable	Test 1	Test 2	Test 3
Perímetros musculares aplicado a los 34 deportistas	46.7	46.5	47.4

ELABORADO POR: EMERSON VIRACOCHA, DENNIS YÁNEZ
FUENTE: CENTRO DE REHABILITACIÓN FÍSICA ASOFISIO

Gráfico 47: Medición de Perímetros Musculares



ELABORADO POR: EMERSON VIRACOCCHA, DENNIS YÁNEZ

FUENTE: CENTRO DE REHABILITACIÓN FÍSICA ASOFISIO

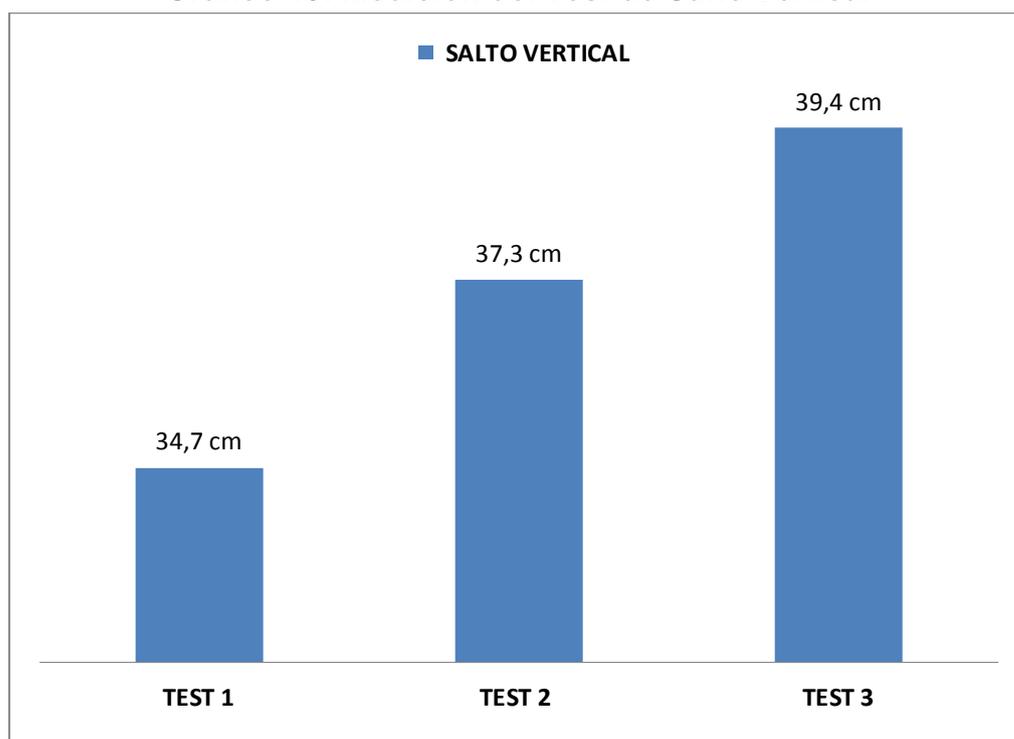
Total de pacientes con distensión de ligamentos de rodilla, entre las edades de 18 a 40 años de ambos sexos, sometidos a tratamiento con ejercicios pliométricos entre Abril a Agosto 2011 en el centro de rehabilitación Física ASOFISIO, el 45,7 cm correspondió a la medición comprendida en el test 1 de perímetro muscular, el 46,5 cm correspondió a la medición comprendida en el test 2 de perímetro muscular, el 47,4 cm correspondió a la medición comprendida en el test 3 de perímetro muscular. Los datos muestran evidente mejoría de los perímetros musculares.

Tabla No 16
Salto Vertical

VARIABLE	TEST 1	TEST 2	TEST 3
Salto vertical aplicado a los 34 deportistas	34,7	37,3	39,4

ELABORADO POR: EMERSON VIRACocha, DENNIS YÁNEZ
FUENTE: CENTRO DE REHABILITACIÓN FÍSICA ASOFISIO

Grafico 48: Medición del Test de Salto Vertical



ELABORADO POR: EMERSON VIRACocha, DENNIS YÁNEZ
FUENTE: CENTRO DE REHABILITACIÓN FÍSICA ASOFISIO

Total de pacientes con distensión de ligamentos de rodilla, entre las edades de 18 a 40 años de ambos sexos, sometidos a tratamiento con ejercicios pliométricos entre Abril a Agosto 2011 en el centro de

rehabilitación Física ASOFISIO, el 34,7 cm correspondió a la medición comprendida en el test 1 de salto vertical, el 37,3 cm correspondió a la medición comprendida en el test 2 de salto vertical, el 39,4 cm correspondió a la medición comprendida en el test 3 de salto vertical. Los datos muestran evidente mejoría en el test de salto vertical.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

- Se pudo determinar la efectividad de la aplicación de la pliometría como método de fortalecimiento muscular en la distensión de ligamentos de rodilla en pacientes deportistas
- Con el adecuado fortalecimiento muscular aplicando la pliometría se ha disminuido en gran manera la posibilidad de sufrir una futura lesión por debilidad muscular.
- Con la pliometría como método de fortalecimiento se ha prevenido la atrofia muscular del miembro afectado.
- Aplicando la pliometría no solo se ha fortalecido la musculatura sino también la capacidad de reacción de la misma con lo que los deportistas regresan a su actividad deportiva con un mejor desempeño.

RECOMENDACIONES:

- Los futuros profesionales en fisioterapia deberían tener la visión de que el trabajo con deportistas no se limita solamente al tratamiento de dolor sino a la recuperación completa de nuestros pacientes.
- Se debe tener en cuenta que un mal fortalecimiento muscular de un miembro lesionado podría desencadenar una nueva lesión tal vez más grave que la primera.
- Inculcar en los futuros profesionales ideas innovadoras de tal manera que nuestra carrera siga abriéndose campo en el arte y responsabilidad de tratar pacientes.

BIBLIOGRAFÍA

1. ANSELMINI H. Polimetría Dinámica, Ed. Cometti 1998.
2. BANKIBLER, M. Manual ACSM de medicina deportiva. 5ta ed., Ed. Paidotribo 2000.
3. CAILLET, R. Rodilla. 6ta ed.; Ed. Manual moderno, México 1994.
4. CIFUENTES L. Kinesiología Humana,; Ed. Enriquez 1999.
5. CAPPAS D. Entrenamiento de la Potencia Muscular, Ed. Mendoza 2000.
6. COMETTI, G. Los Métodos Modernos de Musculación, 3ra ed.; Ed. Paidotribo 2001.
7. DONALD A, Ejercicios Pliométricos, Ed. Paidotribo España 2006.
8. DONOSO P. Kinesiología Básica y Aplicada.; Ed. Edemec 2003
9. FRISCH, H. Métodos de Exploración del Aparato Locomotor y Postura 1ra ed.; Ed. Paidotribo, España 2005.
10. FUCCIS, S. Biomecánica del aparato locomotor aplicada a acondicionamiento muscular 3ra ed.; Ed. Mosby Barcelona 1995.
11. GARDNER, Anatomía Humana, Ed. Salvat España 1983.
12. GREENSPAN A. Radiología de Huesos y Articulaciones, Ed. Marbán 2006.
13. LATARGET- Lestud. Anatomía Humana 4to Volumen, Ed. Salvat, Barcelona 1983.
14. MAEHLUM Barhr. Lesiones Deportivas 1ra ed., Ed. panamericana, España 2007.
15. MANGINE, Roberto. Fisioterapia de la rodilla. Ed. Jims Barcelona – España 1998.
16. MARTINEZ M. Y otros. Manual de Medicina Física, Ed. Harcourt Brace, España 2003.
17. MCMINN M; Hatchings R. Atlas de Anatomía Humana, Ed. Centrum Tomo II 2007.
18. MIRELLA R. Las Nuevas Metodologías del Entrenamiento de la Fuerza, la Resistencia, la Velocidad y la Flexibilidad, Ed. Paidotribo 2001.
19. NAVES J. Viñeta J. Salvador. Traumatología de Rodilla. Ed. Salvat, Barcelona España 2000.
20. PETERSON L. Lesiones Deportivas su Prevención y Tratamiento, Ed. Jims s.a. 1999.
21. PATERSON, Medicina Deportiva, 1ra ed., Ed. Latros, España 1993.

22. RUVIERE. H. Anatomía Humana Descriptiva y Topográfica, Ed. Ateneo 1998.
23. SERRA, G. Fisioterapia en Ortopedia, Traumatología y Ortopedia 2da ed.; Ed. Masson, España 2003.
24. TAPIA, col, Autores Nacionales, Anatomía Humana 2da ed., Ed. Panorama 1995.
25. UTRERAS, Anatomía Humana 2da ed, Nacionales, Ed. Panorama 1995.
26. VALLE J. Ortopedia y Traumatología 4ta ed., Ed. Ateneo 2000.
27. VERKHOSHANSKY Y. Todo Sobre el Método Pliométrico, Ed. Paidotribo 1999
28. WILLIAMS IG; Sperry PN. Lesiones de Extremidades Inferiores. Medicina Deportiva, Ed. Salvat, Barcelona- España 2000.
29. WILLIAMS Prentice E. Técnicas de Rehabilitación en Medicina del Deporte 2da ed., Ed. Paidotribo, Barcelona- España 1993.
30. XHARDEZ, Y. Vademécum de Kinesiología y de Reeducción Funcional 4ta ed.; Ed. Ateneo Buenos Aires 2003

LINKOGRAFIA.

- <http://es.wikipedia.org/wiki/Rodilla>
- <http://www.monografias.com/trabajos57/contraccion-muscular/contraccion-muscular.shtml>
- <http://intranet.iesmediterraneo.es/filesintranet/LA%20CONTRACCION%20MUSCULAR.pdf>
- http://www.portalfitness.com/servicios/curso_demo/04.htm
- <http://entrenamientodeportivo.wordpress.com/2010/08/03/los-distintos-tipos-de-contraccion-muscular/>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Distensi%C3%B3n>
- <http://www.fisterra.com/salud/1infoconse/esguincesyDistensiones.asp>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Reflejo_osteotendinoso
- <http://mx.answers.yahoo.com/question/index?qid=20070320190651AAmfNGB>
- <http://www.portalfitness.com/Nota.aspx?i=590>
- <http://www.sobreentrenamiento.com>
- <http://www.fuerzaypotencia.com>

ANEXOS

FICHA DE EVALUACIÓN

Nombre.....Edad.....

...

Sexo.....Ocupación.....

...

Dirección.....

.....

Fecha de
inicio.....

Diagnóstico Médico.....Actividad deportiva

.....

ANAMNESIS:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

EXAMEN FÍSICO:

.....
.....
.....

.....
.....

TRATAMIENTO A REALIZARSE:

.....
.....
.....
.....
.....

OBSERVACIONES:

.....
.....
.....
.....
.....

ENCUESTA

CENTRO DE REHABILITACIÓN FÍSICA ASOFISIO
DIRIGIDO A DEPORTISTAS ATENDIDOS POR DISTENCIÓN DE
LIAGAMENTOS

INSTRUCCIONES:

Por favor lea detenidamente las preguntas que a continuación le formulamos y encierre en un círculo su respuesta.

Edad:.....

Sexo:.....

Ocupación:.....

Fecha:.....

1 ¿Su lesión se produjo durante la actividad deportiva?

Si

No

2 ¿Cuál fue la causa de su lesión?

GOLPE

CORRER

GIRAR

CAIDA

3 ¿Qué nivel de mejoría experimentó al fortalecer su miembro afectado mediante pliometría?

Nulo

Bueno

Muy Bueno

4 ¿Su velocidad mejoró?

Si

No

Medianamente

5 ¿Al aplicar la técnica de ejercicios pliométrico que es lo que más a mejorado?

FUERZA	
VELOCIDAD	
POTECIA MUSCULAR	

¡Gracias por su colaboración!



