

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE ENFERMERIA
CARRERA DE TERAPIA FISICA**

**DISERTACION DE GRADO PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE
LICENCIADO EN TERAPIA FISICA**

**“APLICACIÓN DEL FORTALECIMIENTO MUSCULAR Y PROPIOCEPCION
COMO MÉTODOS DE TRATAMIENTO EN LESIONES LIGAMENTOSAS DE
RODILLA EN FUTBOLISTAS PROFESIONALES DEL EQUIPO DE LIGA
DEPORTIVA UNIVERSITARIA EN EL AÑO 2010 – 2011”**

**Elaborado por:
SANTIAGO CADENA**

QUITO, ABRIL DEL 2012

TEMA

Aplicación del fortalecimiento muscular y propiocepción como métodos de tratamiento en lesiones ligamentosas de rodilla en futbolistas profesionales del equipo de liga deportiva universitaria en el año 2010 – 2011.

AGRADECIMIENTO.

A Dios por bendecirme cada día que pasa y darme la sabiduría para hacer las cosas de la mejor manera y bendecir mi vida día tras día como solo él lo sabe hacer.

A mis padres ya que son los pilares fundamentales de mi vida, gracias a ellos soy lo que soy, por darme ese apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida

A todos mis maestros quienes forman día tras día excelentes terapeutas físicos, de manera especial al Lic. Fernando Iza, quien con sus enseñanzas me ha enseñado a llegar lejos y con su ayuda estuve en lugares que jamás imagine estar.

INTRODUCCIÓN.

El fútbol es un elemento importante de esta investigación, se puede definir como fútbol o soccer o balompié, como un deporte que es considerado el más popular del mundo pues según la FIFA en el año 2006 reporta que participan en él unos 270 millones de personas. Además es un deporte de equipo jugado entre dos conjuntos de 11 jugadores cada uno y un árbitro que se ocupa de que las normas se cumplan correctamente.

Es importante describir sus aportaciones económicas ya que Según estimaciones de la FIFA, durante el período 2003-2006 dicho organismo tuvo ingresos por 3.238 millones de francos suizos (CHF) y gastos por 2.422 millones de CHF, lo cual da un superávit de 816 millones de CHF. Los presupuestos de los clubes de fútbol se pueden encontrar en diferentes valores dependiendo de la zona del mundo donde se encuentren. Los mayores presupuestos se pueden encontrar en Europa, particularmente en las principales ligas de Alemania, España, Italia e Inglaterra. En gran parte de América del Sur los mayores ingresos se deben a la transferencia de jugadores a las ligas europeas.

El fútbol es el símbolo moderno para la canalización de este enorme caudal de sensaciones que conlleva la existencia cotidiana en nuestra civilización y que ha supuesto que el fútbol se convierta en la gran terapia mundial para millones y millones de seguidores de los cinco continentes, con toda la rica variedad de razas, lenguas, creencias, costumbres y culturas que ello supone

Los aspectos sociales más importantes relacionados con la práctica del fútbol son: la relación humana con los propios miembros del grupo, es decir, el desarrollo de una personalidad dispuesta a la cooperación con los demás miembros del grupo, también es importante resaltar el aspecto competitivo, competir en y para la vida, un deseo de ser mejor como jugador de fútbol y como persona miembro de una

sociedad cada día más competitiva y a la que un futbolista puede acceder como un triunfador.¹

La práctica regular del ejercicio físico es probablemente lo mejor que una persona puede hacer para mantener un buen estado de salud. Hoy en día sabemos que la actividad física reduce el riesgo de muerte prematura así como el de enfermedad cardiovascular, hipertensión arterial, diabetes tipo dos por otro lado la inactividad física implica riesgos equivalentes a los del tabaquismo, la obesidad, entre otras. Lamentablemente, la actividad física, ya sea bajo la forma de trabajo, deportes, actividades al aire libre, juegos o educación física, no está exenta de potenciales efectos colaterales. Las lesiones son un riesgo existente.

Bahr en el 2004 dijo que Globalmente, el 33% del total de lesiones ocurre en el fútbol, el 20% en esquí y el 12% en el baloncesto. Ello no significa que los atletas de estos deportes tengan mayor riesgo de lesión, ya que en todo el mundo estos son los tres deportes más practicados. Las lesiones se distribuyen en forma irregular entre los sexos: el 84% de las lesiones en el fútbol ocurre en los hombres y el 62% de las lesiones en el baloncesto en las mujeres.²

De acuerdo al informe de la salud en el mundo en el 2006, elaborado por la O.M.S, el 80% de las lesiones sufridas durante la práctica deportiva afectan a tejidos blandos, tales como músculos, tendones, ligamentos y articulaciones. Las fracturas o los daños a órganos internos solo alcanzan un 20%.

Entre las patologías que afectan a los deportistas que practican el fútbol, se suelen producir lesión en la unión musculo tendinosa. En ocasiones se acompaña de la rotura de fibras musculares, que puede ser completa o de gran parte del musculo, también tenemos desgarros y distensiones con un 4-15%, contusiones y

¹Goma, A. (2004). "Manual del Entrenador de Fútbol Moderno". Ed Paidotribo. 5ta Edición. Buenos Aires, Argentina.

²Barh, T. Maehlum, K. Bolic, L. (2004). "Lesiones Deportivas". Ed. Paidotribo. 5ta Edición. Madrid, España

hematomas con un 10-30% y según su gravedad existe, grado 1, grado 2 y grado 3.

Sin embargo, hay que tomar en cuenta el efecto neto del ejercicio sobre la salud, el cual es positivo: los beneficios de la actividad física superan ampliamente los problemas físicos ocasionados por las lesiones.³

Es importante conocer que el 70% de las lesiones se producen en el miembro inferior, el 25% de estas afectan a la rodilla, y el otro 25% a esguinces de tobillo. Las lesiones cefálicas y faciales representan un 22% de todas las lesiones en el fútbol, de los cuales aproximadamente el 20% son conmociones cerebrales. Las fracturas representan solo el 4% de las lesiones en el fútbol y se producen con mayor frecuencia en las extremidades superiores.

El ligamento cruzado anterior (LCA) es un ligamento interno de la rodilla esencial para la estabilidad femorotibial. Es el segundo ligamento de la rodilla lesionado con más frecuencia. Su función es controlar la traslación tibial anterior.⁴ Los pacientes con lesiones del LCA suelen presentar dolor, inestabilidad e inflamación. Su dolor es grave y se relaciona con la actividad. Las actividades que producen dolor varían desde actividades atléticas intensas hasta actividades de la vida diaria.⁵

Dos técnicas que se utilizan en la prevención, tratamiento y rehabilitación del Ligamento Cruzado Anterior son el fortalecimiento muscular y la propiocepción. El fortalecimiento muscular resulta fundamental para restablecer el movimiento. En terapia física se dedica fundamentalmente a la rehabilitación de las alteraciones del movimiento, lo cual implica casi siempre realizar un fortalecimiento

³ Barh, T. Maehlum, K. Bolic, L. (2004). "Lesiones Deportivas". Ed. Paidotribo. 5ta Edición. Madrid, España

⁴ Frontera, W. Herring, S. Michelli, L. Silver, J. (2008). "Medicina Deportiva Clínica". Ed. Panamericana. 5ta Edición. Buenos Aires, Argentina

⁵ Fitzgerald, M. Kaufer, U. Malkani, W. (2002). "Ortopedia". Ed. Panamericana. 6ta. Edición. Barcelona, España

neuromuscular durante la rehabilitación. . El fortalecimiento es más necesario cuando la alteración está vinculada a un deterioro de la estructura muscular.

Se trata de prevenir las recidivas de lesiones ligamentosas, de accidentes musculares o de tendinopatías.

Con respecto a la propiocepción muchos expertos la han definido como la información aferente del sentido de posición articular(es decir la consciencia de posición o movimiento)⁶

Los jugadores del equipo profesional de Liga deportiva Universitaria de Quito es el universo que será utilizado para esta investigación siendo conocido también como, LDU, LDU de Quito, Liga de Quito o simplemente Liga, es un club de fútbol ecuatoriano que juega en la Serie A de Ecuador. Ha ganado 10 campeonatos nacionales y 4 internacionales, se convirtió en el único equipo del país en ganar una Copa Libertadores de América.

⁶ Frontera, W. Herring, S. Michelli, L. Silver, J. (2008). "Medicina Deportiva Clínica". Ed. Panamericana. 5ta Edición. Buenos Aires, Argentina

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

En los últimos tiempos la práctica deportiva se ha vuelto muy competitiva y requiere de mayor esfuerzo físico sobre todo en los equipos de primera categoría del fútbol ecuatoriano por lo que se ha observado mayor cantidad de lesiones en comparación a temporadas pasadas en el caso del equipo profesional de fútbol de Liga deportiva universitaria de Quito debido a sus éxitos tanto a nivel nacional como internacional es considerado según la Conmebol como el mejor equipo de los últimos 10 años. Cabe recalcar que este logro significó una exigencia física para los jugadores quienes tuvieron que disputar más partidos que otros equipos debido a compromisos internacionales en el 2010, este 2011 no será la excepción ya que los jugadores tienen que disputar 53 partidos entre el Campeonato Nacional y Copa, tendrán que jugar más partidos que otros equipos del Campeonato Nacional de Fútbol.

Las causas más frecuentes de lesión muscular en el fútbol pueden ser de origen tecnológicas, fallo electrolítico, Trabajo excesivo, temperatura, cambio de director técnico, cambio de superficie de entrenamiento, desequilibrio muscular, incoordinación muscular, frenadas bruscas, entre otras como la falta de descanso, etc.

Esto requiere de un tratamiento específico y de especialidad donde la fuerza muscular y la propiocepción juegan un papel preponderante tanto para la rehabilitación del cuadro inicial como para el retorno a la competencia deportiva.

Formulación de la pregunta del problema.

¿Son técnicas beneficiosas tanto el fortalecimiento muscular como la propiocepción para la rehabilitación de los ligamentos de la rodilla en jugadores profesionales de fútbol?

METODOLOGÍA:

El presente estudio es un estudio descriptivo de tipo transversal prospectivo. Es descriptivo porque repite las técnicas de fortalecimiento y propiocepción previamente descrita en los libros, de tipo transversal porque permite estimar los hechos en un determinado momento en relación al tiempo. Y prospectivo porque no sabemos qué va a pasar en el espacio de tiempo determinado.

Población:

La población son todos los jugadores del equipo profesional de futbol del club Liga Deportiva Universitaria que fueron inscritos en los torneos nacionales correspondientes al año 2010-2011.

Muestra:

Todos aquellos jugadores que se lesionen de los ligamentos de la rodilla.

Técnica de Recolección de Datos:

Se utilizara la técnica Diagrama de Flujo ya que es útil para determinar cómo funciona realmente el proceso para producir un resultado y también se utilizara la técnica conocida como observación ya que como técnica de investigación, la observación tiene amplia aceptación científica y consiste en observar a las personas cuando efectúan su trabajo.

JUSTIFICACION

Según la FIFA el futbol, es la diversión que más gusta en el mundo, al extremo de llegar a interesar a mas de 1.500 millones de personas en los cinco continentes, una cifra que representa cerca del 27% de la población mundial para el 2007, Empero, este interés está mucho más ligado a eventos importantes como los mundiales que organiza la FIFA cada cuatro años.⁷ Una de las motivaciones para realizar este proyecto fue el gusto y dedicación que se tengo por el futbol.

Una lesión de ligamentos de rodilla o enfermedad en el deportista tiene consecuencias negativas para el rendimiento deportivo no sólo por las limitaciones físicas, evidentemente, sino por sus consecuencias psicológicas. 17 millones de lesiones deportivas ocurren al año en Estados Unidos de Norteamérica y una tercera parte de los deportistas sufren una lesión muscular por año. Pero el análisis de las lesiones deportivas debe considerar los aspectos físicos y psicológicos, tanto para su etiología como para sus consecuencias en la salud. El estudio psicológico de las lesiones deportivas se ha limitado a buscar por un lado la relación entre una lesión física y su efecto psíquico o las causas psicológicas de la lesión física (Rotella, May).

Sin embargo, considerar el daño psicológico como parte del proceso mismo del entrenamiento deportivo y su relación con la salud no es algo común. Aunque todavía en una etapa inicial, el Síndrome de agotamiento Crónico (Burnout) debe considerarse como un daño psicológico que tiene como factor de riesgo el inadecuado entrenamiento físico- psicológico.

Por lo tanto se puede concluir que una lesión puede traer consecuencias en el aspecto deportivo, social, psicológico, económico, entre otros. He ahí la necesidad de aplicar dos técnicas conocidas por los todos los equipos del mundo como son el fortalecimiento muscular y la propiocepción.

La propiocepción de la articulación de la rodilla en esencial para una movilidad y estabilidad articular apropiada y procede de receptores localizados en estructuras musculares tendinosas, cutáneas y articulares. La información

⁷ Yogui, R.(2008) "El futbol del futuro".Ed. Panamericana. 5ta Edición. Bogota, Colombia.

sensitiva de estos receptores afecta a las aferentes del huso muscular. Los receptores articulares participan en la regulación continua de la rigidez muscular alrededor de la articulación. De este modo, una propiocepción defectuosa puede provocar inestabilidad articular. Por lo tanto la propiocepción puede tener una función protectora en las lesiones de rodilla mediante protección muscular refleja.⁸

Normalmente se trata sujetos que por inactividad muscular, debido a una lesión, dolor, inmovilización prolongada, inhibición refleja, etc., han perdido la capacidad de realizar aquellos movimientos que les permitan llevar una vida totalmente independiente.⁹ La importancia del fortalecimiento en la rehabilitación de los ligamentos de la rodilla es que los mismos pasadas unas semanas de descanso se empiezan a fortalecer lentamente con progresión de cargas como también fortaleciendo todos los músculos implicados en esta lesión.

El fortalecimiento muscular y la propiocepción son técnicas que se utilizan en los más importantes equipos de fútbol del mundo entero, en Ecuador no es la excepción, por lo tanto estos métodos de tratamientos son utilizados para tratar lesiones del musculo esquelético.

Asegurar una óptima rehabilitación asegura a los jugadores profesionales, el retorno seguro en el menor tiempo posible, lo que proporciona una estabilidad laboral, tranquilidad económica para el paciente y su familia, ya que en muchas ocasiones una lesión que persiste en el tiempo sin una buena recuperación ha sido motivo de cese del contrato de trabajo con el club.

Las lesiones ligamentosas en torno de la rodilla a menudo no se reconocen, en particular cuando hay fractura asociada del fémur, de la tibia o de ambos

⁸Frontera, W. Herring, S. Michelli, L. Silver, J. (2008). "Medicina Deportiva Clínica". Ed. Panamericana. 5ta Edición. Buenos Aires, Argentina.

⁹ Mora, E. Pérez, R.(1998) "Fisioterapia del Aparato Locomotor". Ed. Yogarte. 8va Edición. Barcelona, España.

huesos (rodilla flotante). Las lesiones pueden ser de los ligamentos colaterales, o del cruzado anterior; las del cruzado posterior son menos frecuentes.¹⁰

¹⁰ Green, J. Swiontkowski, H.(1998) "Traumatismo esquelético en niños". Ed. Paidotrobo. 5ta. Edición. Madrid, España.

RESUMEN.

En el fútbol la articulación de la rodilla es una de las articulaciones más afectadas ya que está sustentada por varios ligamentos que le dan estabilidad y evitan movimientos excesivos, por lo que se lesiona con frecuencia si no se toman precauciones. Son 4 los ligamentos más importantes de rodilla: LCA, LCP, LLI, LLE.

En el estudio que se realizó el LCA fue el ligamento más afectado y el que tiene que pasar por un mayor tiempo en un centro de fisioterapia ya que son 6 meses de rehabilitación, como sabemos, el ligamento cruzado anterior conecta la parte posterior-lateral del fémur con la parte delantera-media de la tibia, esta unión permite evitar un desplazamiento hacia delante de la tibia respecto al fémur, este ligamento junto a los demás proporciona la estabilidad y permiten buen desempeño en el fútbol.

Los meniscos también son unas de las estructuras lesionadas según el estudio, los meniscos son los amortiguadores de la rodilla, se trata de dos estructuras fibroelásticas en forma de media luna, ambas estructuras cumplen una función indispensable en la rodilla por lo que dependen de alto grado de las capacidades físicas básicas que son condiciones internas de cada organismo, estas se mejoran por medio del entrenamiento y permiten un buen desempeño en el fútbol, estamos hablando de la fuerza, resistencia y velocidad. Cada una de estas cumple un papel fundamental en el performance de cada jugador.

La resistencia juega un papel importante en el sistema cardio-respiratorio, la velocidad se caracteriza por ser la capacidad para desplazarse en un menor tiempo y la fuerza se sabe que el fallo técnico no se produce por falta de coordinación o habilidad del sujeto, sino por falta de fuerza en los grupos musculares que intervienen en una fase concreta del movimiento.

El fisioterapeuta se dedica fundamentalmente a la rehabilitación de las alteraciones del movimiento, lo cual implica casi siempre realizar un fortalecimiento neuromuscular durante la rehabilitación ya que puede ser mediante resistencia manual, resistencias elásticas, electroestimulación o entrenamiento con pesas, todas tienen un mismo fin pero con diferentes medios, que en su etapa de rehabilitación ayudan de una manera considerable.

Otro método de tratamiento en la investigación es la propiocepción, la conciencia de posición o movimiento, está dividida en dos, la propiocepción consciente permite una función articular óptima en el deporte y la propiocepción inconsciente modula la función muscular e inicia la estabilización refleja de las articulaciones mediante los receptores musculares.

En caso de lesión de los ligamentos cruzados, serán positivos el signo del cajón anterior en caso de lesión de L.C.A., o del cajón posterior en caso de lesión del L.C.P. cuando se presenta una lesión de ligamentos esto conlleva a una inestabilidad, impidiéndole una actividad deportiva, el cruzado anterior es el que con más frecuencia se rompe, y se produce normalmente en los deportistas que sufren una torcedura, muchas veces por desplazar el cuerpo respecto a la pierna que está fija en el suelo, esta es la principal causa de lesión de las estructuras mencionadas según la investigación.

Como tratamiento conservador en lesión de ligamentos grado 1 y grado 2 hay que reposar mínimo 48 horas, para evitar aumentar la lesión, vendaje compresivo, elevación de la extremidad afectada, entre varias opciones de tratamiento. En una lesión de ligamentos grado 3, de seguro el tratamiento quirúrgico y luego una rehabilitación post-operatoria que coincide en algunos aspectos con el tratamiento conservador, pero no en todos.

Otros factores que claramente influyen son: insuficiencia constitucional, laxitud de los ligamentos, insuficiencia muscular, hábitos laborales que motiven esfuerzos incorrectos

ABSTRACT.

In football the knee is one of the most affected parts of our body, that it is supported by several ligaments that give stability and avoid excessive movements, it is injured often if they don't take precautions. They are 4 major ligaments of knee: LCA, LCP, LLE, and LLI.

. The therapist primarily focuses on rehabilitation of alterations of the movement, which means almost always take care of the patient before, during and after the competition, one of the most important treatment during rehabilitation is muscle straightening, it may be by manual strength, elastic resistance, electrostimulation or weight training, all have the same goal but with different media, this treatment we have to use when the patient is with no pain of the part of the body that we are going to rehabilitate.

Another method of treatment is proprioception, the knowledge of position or movement that we have every time that we are doing exercise or any other position that we have, the proprioceptors we have in the whole body. The goal of this treatment is that we can control the balance and stability of our body always.

This research was made in the official team of L.D.U, there are 12 soccer players who were injured, and however, our goal in this research is give rehabilitation to these 12 players with muscle straightening and proprioception treatments.

TABLA DE CONTENIDOS.

TEMA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
INTRODUCCIÓN.	iv
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	viii
METODOLOGÍA:.....	ix
JUSTIFICACION	x
RESUMEN.	xiii
ABSTRACT.	xvi
TABLA DE CONTENIDOS.	xvii
INDICE DE GRÁFICOS.....	xxi
OBJETIVOS	xxii
MARCO REFERENCIAL.....	23
CAPITULO 1	23
1. ANATOMIA DE LA RODILLA.....	23
1.1. ARTICULACIÓN DE LA RODILLA.....	23
1.1.1 Componentes óseos.....	25
1.1.2 Ligamentos	28
1.1.2.1 Ligamentos Intraarticulares	28
1.1.3 Capsula articular.....	34
1.1.4 Músculos	36
1.1.5 Movimientos.	39
1.1.6 Meniscos de la Articulación de la Rodilla	41
CAPITULO II	45

2. CAPACIDADES FÍSICAS Y CUALIDADES FÍSICAS	45
2.1 CAPACIDADES CONDICIONALES.....	45
2.1.1 Resistencia	46
2.1.2 Velocidad.....	48
2.1.3 Fuerza:	51
2.2 CAPACIDADES COORDINATIVAS:.....	55
2.2.1 La Coordinación:	56
2.2.2 Flexibilidad:.....	59
CAPITULO III	66
3. FORTALECIMIENTO MUSCULAR	66
3.1 FORTALECIMIENTO EN REHABILITACIÓN	66
3.2 HISTORIA.....	68
3.3 PRINCIPIOS BÁSICOS	69
3.4 LEYES DEL ENTRENAMIENTO CON FUERZA.	72
3.5 FASES DEL FORTALECIMIENTO MUSCULAR.	73
3.5.1 Adaptación anatómica	73
3.5.2 Hipertrofia.....	74
3.6 OBJETIVOS DEL TRATAMIENTO CON EL FORTALECIMIENTO MUSCULAR.....	75
3.6.1 Objetivos curativos	75
3.6.2 Objetivos preventivos	76
3.6.3 Objetivos paliativos.....	76
3.7 RESEÑA DE ALGUNAS DEFINICIONES.....	76
3.8 ELEMENTOS QUE COMPONEN UN PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO MUSCULAR Y BENEFICIOS DEL FORTALECIMIENTO MUSCULAR.....	77

3.8.1 Modo de contracción	77
3.8.1.1 Modo isométrico	77
3.8.1.2 Modo concéntrico	77
3.8.1.3 Modo excéntrico y pliométrico	78
3.9 INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES.....	79
3.9.1 Indicaciones.....	79
3.9.2 Contraindicaciones	79
3.10 HERRAMIENTAS PARA REALIZAR EL FORTALECIMIENTO MUSCULAR.....	79
3.10.1 Resistencia Manual.	79
3.10.2 Resistencias Elásticas.....	80
3.10.3 Electroestimulación.....	81
3.10.4 Entrenamiento con pesas	82
CAPITULO 4	84
4. LA PROPIOCEPCION	84
4.1 INTRODUCCIÓN:.....	84
4.2 ÓRGANOS PROPIOCEPTIVOS.....	86
4.3 PROPIOCEPCIÓN DE LA RODILLA.....	88
4.3.1 Los Propioceptores.....	91
4.4 PROPIOCEPTORES MUSCULARES	91
4.4.1 Huso Muscular.....	92
4.4.2 Órgano tendinoso de Golgi.....	94
4.5 RECEPTORES ARTICULARES:	96
4.6 IMPORTANCIA DEL ENTRENAMIENTO DEL SISTEMA PROPIOCEPTIVO	97

CAPITULO V	102
5. IMPORTANTE PATOLOGÍAS QUE AFECTAN A LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA.....	102
5.1 LESIONES DE LIGAMENTOS	102
5.1.1 Clasificación de las lesiones de los ligamentos de la rodilla:.....	106
5.1.1.1 Lesiones de rodilla: ligamentos cruzados.....	106
5.1.1.2 Lesiones de los ligamentos colaterales medial y lateral	108
5.2 LESIONES DE MENISCOS.....	111
5.3 TEST EXPLORATORIOS PARA LESIONES DE LA RODILLA	116
5.4 TRATAMIENTO	120
5.4.1 Tratamiento conservador.....	122
5.4.2 Programa de rehabilitación postoperatoria.....	123
5.4.3 Ejercicios de cuádriceps.....	124
INVESTIGACIÓN	128
ANEXO.....	210
TRATAMIENTO.....	226
CONCLUSIONES.....	231
RECOMENDACIONES.....	233
BIBLIOGRAFIA.....	235

INDICE DE GRÁFICOS.

Ilustración 1- Anatomía de rodilla.Moore, K. (2006)	24
Ilustración 2 - Ligamentos de Rodilla.Fitzgeralds. (2009).....	28
Ilustración 3 - Meniscos de la Articulación de la Rodilla. Bisco, T. (2009).....	41
Ilustración 4 - La coordinación física. Scheneizer. (2004)	56
Ilustración 5 - Fortalecimiento muscular. Genot. (2007).....	66
Ilustración 6 . Levantamiento de pesas.Arthur Saxon. (1993)	82
Ilustración 7 . Propiocepción de la rodilla. Prentice, W. (2001)	88
Ilustración 8 - Test exploratorios para el LCA. Sociedad Española de cirugía de ortopedia y traumatología. (2009)	117

OBJETIVOS

Objetivo General:

- 1) Determinar la efectividad del Fortalecimiento Muscular y la Propiocepción en lesiones de los ligamentos de la rodilla.

Objetivos Específicos:

- 1) Determinar las lesiones más comunes de la rodilla.
- 2) Describir los métodos de fortalecimiento muscular para las lesiones de los ligamentos de la rodilla.
- 3) Describir los métodos de trabajo de la propiocepción para las lesiones de los ligamentos de la rodilla.
- 4) Elaborar un protocolo de tratamiento para las lesiones más frecuentes de los ligamentos de la rodilla.

MARCO REFERENCIAL

CAPITULO 1

1. ANATOMIA DE LA RODILLA

1.1. ARTICULACIÓN DE LA RODILLA

La articulación de la rodilla es nuestra articulación más grande y superficial. Es una articulación sinovial tipo bisagra en la que los movimientos son una combinación de deslizamiento, rodamiento y rotación sobre un eje vertical. Aunque la articulación de la rodilla tiene un eje adecuado, pierde su función cuando está en hiperextensión.¹¹

La rodilla es una articulación anatómicamente compuesta y mecánicamente simple de dos ejes (ovoide alterado) si se tienen en cuenta los movimientos acompañantes en la abducción y aducción, se puede considerar una articulación de tres ejes (ovoide inalterado), y si se tiene en cuenta la articulación tibioperonea, se puede considerar que la rodilla es mecánicamente completa.

El extremo distal del fémur tiene dos carillas articulares convexas (cóndilo medial y cóndilo lateral) para la parte superior de los dos meniscos (menisco medial y menisco lateral). El extremo proximal de la tibia tiene dos carillas articulares cóncavas (facet articular superiores del cóndilo lateral y del cóndilo medial, separadas por la espina de la tibia) para la parte inferior de los dos meniscos.¹²

¹¹ Moore, J. Dalley, A. (2006) "Anatomía con Orientación Clínica". Ed. Patribio. 4 ta Edición. Madrid, España.

¹² Kaltenborn. (2001). "Fisioterapia Manual: Extremidades". Ed. Panamericana, 2da Edición. Madrid, España.

La rodilla está formada por dos articulaciones, una de ellas relaciona al fémur con la tibia (articulación femorotibial), en tanto que la otra relaciona al fémur con la rótula (articulación femororotuliana o femoropatelar).

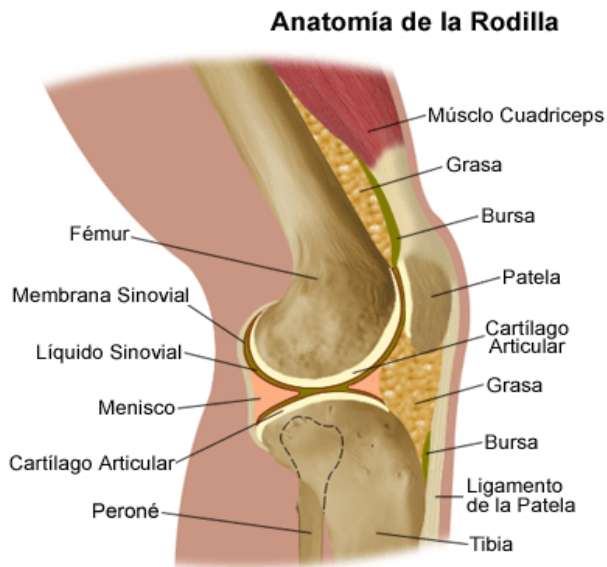


Ilustración 1- Anatomía de rodilla. Moore, K. (2006)

La articulación femorotibial es de tipo diartrosis condilea biaxial mientras la articulación femororotuliana o femoropatelar es de tipo diartrosis trócleas uniaxial, siendo estas dos articulaciones parte de la rodilla.

La rodilla es una articulación biomecánicamente muy compleja, precisa de una gran solidez para transmitir el peso del cuerpo al suelo, pero si a la vez, debe contar con la suficiente movilidad bajo carga para que ese peso se pueda desplazar. El terreno irregular requiere una adaptación, por lo que la rodilla debe mantener esa movilidad bajo carga en situaciones límite, por lo que precisa unos potenciales estabilizadores. Al encontrarse en el extremo de los huesos más largos del cuerpo humano, la musculatura que la dirige posee grandes brazos de palanca. Esto permite al individuo equilibrar el peso corporal sobre la rodilla en el desplazamiento, pero se originan altas presiones de contacto.¹³

¹³ Ordoñez, J. Munuera, D. (2010). "Artroplastia de Cadera". Ed. Nuñez. 2da Edición. Buenos Aires, Argentina.

La rodilla es un elemento articular sometido por una parte a los estímulos mecánicos del pie, en relación con el suelo, y por otra parte a los estímulos mecánicos de la cadera, en relación con la carga del cuerpo que se apoya sobre ella, Boris Dolton en el 2001 comparo a la rodilla como “criado sometido a dos amos”. De allí la complejidad funcional de esta articulación, con un grado de libertad activa en extensión y dos en flexión. Esta dualidad mecánica no debe comprometer en nada la estabilidad mecánica de la rodilla en carga.¹⁴

1.1.1 Componentes óseos

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. Es además una articulación bicondílea. Los dos cóndilos femorales ruedan sobre la superficie casi plana de los platillos tibiales. El apoyo de un hueso sobre otro es libre, sin topes óseos para mantenerla y necesita el amarre de los ligamentos.

Fémur

El fémur se encuentra en el muslo y es el más largo, pesado y resistente del cuerpo. Su extremo proximal se junta con el acetábulo del hueso coxal y el distal, con la tibia y la rotula. La diáfisis (cuerpo) del fémur se angula en sentido interno; como resultado, las articulaciones de la rodilla se hallan más cerca de la línea media. El ángulo de convergencia es mayor en mujeres porque la pelvis femenina es más ancha. El ligamento de la cabeza del fémur une este hueso con el

¹⁴ Genot, A. (2007). “Kinesioterapia”. Ed. Panamerica. 3ra Edición. Buenos Aires, Argentina.

acetábulo. El cuello femoral es una región más angosta que se sitúa de manera distal a la cabeza.

Los trocánteres mayor y menor son prominencias que sirven como puntos de convergencia de tendones y de algunos músculos del muslo y glúteos. El trocánter mayor es la protuberancia que se siente y observa en sentido anterior a la depresión en el lado de la cadera. Es la marca de referencia anatómica usada por lo general para localizar el sitio de las inyecciones intramusculares en la cara externa del muslo. El trocánter menor esta en posiciones inferior e interna al mayor. Entre la cara anterior de uno y otro trocánter se ubica la angosta línea oblicua o intertrocanterea anterior y entre la cara posterior de uno y otro, la cresta intertrocanterea.

Inferior a la cresta intertrocanterea en la cara posterior del la diáfisis del fémur, se observa un reborde vertical, la tuberosidad glútea o cresta del glúteo mayor; que se fusiona con otra similar, la línea áspera del fémur. Estas líneas sirven como aéreas de inserción para los tendones de varios músculos del muslo.

El extremo distal del fémur se expande e incluye los cóndilos interno y externo, que se unen con sus similares de la tibia. Superior a los cóndilos, se ubican las tuberosidades interna y externa. La fosa o escotadura intercondilea es una depresión de la cara posterior entre los cóndilos. Por último la tróclea femoral se localiza entre los cóndilos en la cara anterior.

Rótula

La rótula es un pequeño hueso triangular anterior de la articulación de la rodilla. Se trata de un hueso sesamoideo insertado en el tendón del musculo cuádriceps crural. Su extremo superior ancho se denomina base o borde superior, y el extremo inferior puntiagudo, vértice. La cara posterior contiene las carillas articulares interna y externa para los cóndilos femorales interno y externo. El

ligamento rotuliano une la rotula a la tuberosidad anterior de la tibia. La articulación femororotuliana, entre la cara posterior de la rotula y la tróclea femoral, es el componente intermedio de la articulación femorotibial de la rodilla. Las funciones de la rótula es aumentar el apalancamiento del tendón del cuádriceps crural para mantener la posición de este cuando se flexiona la rodilla además de proteger su articulación.

Tibia

La tibia es el hueso más grande de la pierna, de posición interna y en el que se apoya peso. Se ensambla en el extremo superior con el fémur y el peroné, y en el inferior con el peroné y el astrágalo. Al igual que el cubito y el radio, la tibia y el peroné están unidos por una membrana interósea.

El extremo superior de la tibia se expande en los cóndilos interno y externo. Estos se articulan con los cóndilos femorales para formar las articulaciones femorotibiales interna y externa. La cara inferior del cóndilo externo se une con la cabeza del peroné. Los cóndilos ligeramente cóncavos, se hallan separados por una prominencia ascendente, la eminencia intercondilea o espina de la tibia. En la cara anterior del tubérculo anterior de la tibia o tuberosidad anterior, se inserta el ligamento rotuliano. Inferior y en continuidad con este, se encuentra un reborde que puede palpase bajo la piel y se conoce como borde anterior o cresta de la tibia.

La cara interna del extremo inferior de la tibia forma el maléolo interno, estructura que se articula con el astrágalo y forma una prominencia palpable en la cara interna del tobillo. La escotadura peronea de la tibia se junta con el extremo inferior del peroné en la articulación peroneatibial.¹⁵

¹⁵ Tortora. Reynolds. (2002). "Principios de anatomía y fisiología". Ed. Panamericana. 3ra edición. Madrid, España.

1.1.2 Ligamentos

La rodilla está sustentada por varios ligamentos que le dan estabilidad y evitan movimientos excesivos. Los ligamentos que están en el interior de la cápsula articular se llaman intrarticulares o intracapsulares, entre los que se encuentra el ligamento cruzado anterior y el ligamento cruzado posterior. Por otra parte los ligamentos que están por fuera de la cápsula articular se llaman extrarticulares o extracapsulares como el ligamento lateral interno y el ligamento lateral externo.

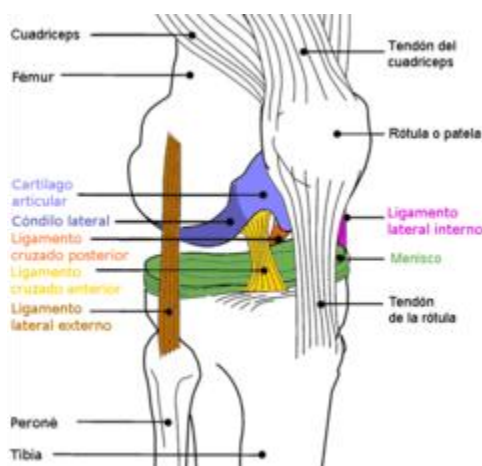


Ilustración 2 - Ligamentos de Rodilla. Fitzgeralds. (2009)

1.1.2.1 Ligamentos Intraarticulares

Ligamentos Cruzados

Los dos ligamentos que se hallan en el interior de la capsula mantienen la estabilidad anteroposterior de la articulación. Reciben su denominación por sus inserciones tibiales, con la inserción del ligamento cruzado anterior sobre la superficie anterior sobre el área intercondilea de de la tibia, y la del ligamento cruzado posterior en la suave impresión existente sobre su superficie posterior.

Son extrasinoviales, y cuando se cruzan, el cruzado anterior queda antero-lateral al posterior. El ligamento cruzado anterior asciende en dirección posterior-medial desde su inserción tibial entre las astas anteriores de los meniscos medial y lateral hasta fijarse en el cóndilo lateral del fémur a nivel de su cara posteromedial.

El ligamento cruzado anterior conecta la parte posterior-lateral del fémur con la parte delantera-media de la tibia, pasando por detrás de la rótula. Esta unión permite evitar un desplazamiento hacia delante de la tibia respecto al fémur, tanto el ligamento cruzado anterior como el ligamento cruzado posterior, ambos combinados proporciona estabilidad rotacional a la rodilla. El ligamento Cruzado Anterior resiste contra los deslizamientos excesivos de la tibia sobre el fémur hacia adelante o del fémur sobre la tibia hacia atrás.¹⁶

Ligamento intraarticular y extrasinovial. Se distinguen dos fascículos según su función, el fascículo anteromedial, mayor y mas fuerte, y el fascículo posterolateral, de menor tamaño. El fascículo anteromedial impide el deslizamiento anterior de la tibia en relación a la tibia, mientras el fascículo posterolateral limita la rotación en extensión máxima.¹⁷

El ligamento cruzado posterior es la estructura más posterior del área intercondilea de la tibia y es más corto y más fuerte que el ligamento cruzado anterior.¹⁸ Se extiende anterior y lateralmente desde una depresión en el área intercondílea posterior de la tibia y el menisco lateral al lado anterior de la cara lateral del cóndilo medial del fémur. El LCP evita el deslizamiento posterior de la tibia (y el deslizamiento anterior del fémur) cuando la rodilla se flexiona.

¹⁶ Jacob, S. (2003). "Atlas de Anatomía Humana". Ed. Elsevier Science. 4ta Edición. Santa Fe de Bogota, Colombia.

¹⁷ Del Cura, J. Pedraza, A. Cayete, H. (2009). "Radiología Esencial". Ed. Panamerica. 5ta Edición. Madrid, España.

¹⁸ Jacob. (2003). "Atlas de Anatomía Humana". Ed. Elsevier Science. 5ta Edición. Santa Fe de Bogota, Colombia.

Combinado con el ligamento cruzado anterior, proporciona estabilidad rotacional a la rodilla. Esto es muy importante cuando se bajan escaleras o una pendiente inclinada.

El ligamento cruzado posterior es el ligamento más fuerte de la rodilla, con una fortaleza dos veces mayor que la del ligamento cruzado anterior. Hay dos bandas funcionales: la mayor, que se tensa con la flexión de la banda anterior, y la menor, tensada al realizarse la extensión de la banda posterior.

La longitud aproximada de ambos ligamentos, el ligamento cruzado posterior y el ligamento cruzado anterior, es de unos 38 mm. El ligamento cruzado posterior es unos 2mm mas ancho que el anterior, cuya anchura es de 11 mm.

Aproximadamente el 95% de la fuerza empleada para resistir el desplazamiento posterior viene dada por el ligamento cruzado posterior. Dicho ligamento también es responsable del desplazamiento posterior del fémur durante la flexión. La insuficiencia del ligamento posterior es causa de desplazamiento tibial creciente en dirección posterior, dando como resultado una anomalía biomecánica en la rodilla y rozamiento creciente a través de la superficie articular.¹⁹

El ligamento yugal o ligamento transversal es un delgado fascículo con fibras transversales que sirve como medio de unión entre los dos fibrocartílagos semilunares.²⁰

Los ligamentos meniscofemorales se extienden desde el cuerno posterior del menisco externo a la cara lateral del cóndilo medial del fémur. Son considerados como ligamentos accesorios y estructuras inconstantes por la mayoría de los autores.

¹⁹ Garret. Kirkendall. Contiguglia. (1996). " Medicina del futbol". Ed.Medicare. 4ta Edicion. D.F. Mexico.

²⁰ Testut. Latarjet. (2004). "Compendio de Anatomia Descriptiva". Ed. Masson. 2da Edicion. Milano, Italia.

Además se puede mencionar que el Ligamento Cruzado Posterior está constituido por dos haces funcionales que son los antes mencionados los ligamentos meniscofemorales anterior y posterior, cabe recalcar que estos ligamentos colaboran en la función del Ligamento Cruzado Posterior.

Ligamento rotuliano

Es un cordón fibroso aplanado de 5 a 7 mm de espesor, 3cm de ancho y 5 a 6cm de largo, que siguen un trayecto oblicuo hacia abajo y afuera. Se ha encontrado una relación entre el perímetro de la muñeca dominante y el grosor del ligamento rotuliano. Funcionalmente, es la prolongación del tendón del musculo cuádriceps femoral. Embriológicamente y anatómicamente están en continuidad, por una capa delgada de fibras, a lo largo de la cara anterior de la rotula.

El ligamento rotuliano se inserta en la tuberosidad anterior de la tibia y se conoce, también, como sub- o infrarotuliano y se extiende desde el vértice de la rotula hasta la tuberosidad anterior de la tibia.

Los dos bordes laterales del ligamento son delgados, redondeados u guardan relación con la aponeurosis femoral, incluyendo, ocasionalmente, fibras del vasto externo para solidarizar la rotula a la tibia en los movimientos articulares.

El plano medio es el más complejo e importante y está formado por la terminación de ambos vastos. La lamina tendinosa distal de cada una de ellos se une en su homóloga sobre la línea media para formar un tendón común que se fija en el borde superior de la rotula entre las dos capas descritas anteriormente. El vasto interno tiene un ángulo de inserción entre 55 y 70° y el externo, entre 22 y 45°, siendo sus fibras más proximales que las del vasto interno.

El ligamento rotuliano esta vascularizado por tres pedículos, (superior, medio, inferior) a cada lado. Los pedículos mediales proceden de la arteria

geniculada medial descendente e inferior. Los pedículos laterales proceden de la arteria geniculada lateral y de la arteria recurrente de la tibia anterior. Todo el aporte vascular forma dos arcos principales que se anastomosan con estos pedículos, el retroespatelar y el supratuberositario, formando entre todos una red periligamentaria, muy densa, que diferencia muy bien el segmento vascular superior del inferior. El segmento superior esta irrigado por los vasos profundos del arco retropatelar y el inferior recibe los vasos superficiales de los arcos colaterales u supratuberositarios. Todos estos vasos se anastomosan en el tercio medio del ligamento rotuliano.²¹

Ligamento poplíteo oblicuo

La región central de la parte posterior de la capsula esta reforzada por el ligamento poplíteo oblicuo, una expansión del tendón del musculo semimembranoso. Se extiende hacia arriba y lateralmente para insertarse en la línea intercondilea del fémur. Presenta grandes agujeros para los vasos y nervios que lo perforan.²² Dicho ligamento, Contribuye a reforzar el punto del ángulo posterolateral.²³

Ligamento Poplíteo Arqueado o Tendón Recurrente

La parte lateral inferior de la cápsula esta reforzada por el ligamento poplíteo arqueado a su paso desde el dorso de la cabeza del peroné y que se arquea hacia arriba y medialmente por encima del tendón del musculo poplíteo para extenderse por encima de la superficie posterior. La porción más medial del ligamento arqueado traza un arco hacia abajo sobre la parte posterior del área intercondilea de la tibia, mientras que la porción más lateral de las fibras se

²¹ Aaos. Secot. (2007). "Dolor anterior de la rodilla". Ed. Panamericana. 4ta Edicion. Buenos Aires, Argentina.

²² Palastanga. Field. Soames. (2000). "Anatomia y Movimiento Humano". Ed. Paidotrobo. 2da Edicion. Madrid, España.

²³ Dufour. Pillu. (2006). "Biomecanica Funcional". Ed. Masson. 5ta Edicion. Madrid, España.

muestra como una banda separada que se extiende hacia el dorso del cóndilo lateral del fémur.

El ligamento poplíteo arqueado es un sistema de fibras capsulares en forma de Y cuyo tronco esta unido a la cabeza del peroné, y cuyas ramas se insertan en la tibia y en el casquete externo.²⁴

Ligamentos Alares Rotulianos Interno y Externo

Los ligamentos alares rotulianos, que se extiende horizontalmente desde los bordes laterales de la rótula hasta los cóndilos femorales.²⁵ Según otros autores sirven de unión entre rotula y los cóndilos del fémur.

Ligamentos Menisco Rotulianos Interno y Externo

De la mitad inferior de cada borde de la rotula al correspondiente menisco van los ligamentos menisco-femorales interno y externo, respectivamente. Como su nombre lo indica, sirve como unión entre la rotula y los meniscos.

Ligamento Lateral Interno o Ligamento Colateral Tibial

El ligamento colateral interno, se dirige hacia abajo y adelante, salta en puente desde la tuberosidad condilea interna del fémur a la tuberosidad tibial interna (tomando amarre en el menisco). Su endeblez explica la gran frecuencia del esquince interno de la rodilla. Es una banda fibrosa, potente y elástica al mismo tiempo.

²⁴ Miralles. Miralles. (2007). "Biomecanica Clinica de las Patologias del Aparato Locomotor".Ed. Panamericana. 3ra Edicion. Madrid, España

²⁵ Perlemuter. (1999). "Anatomo-Fisiología".Ed. Elsevier. 5ta Edicion. Milano, Italia.

Ligamento Lateral Externo o Ligamento Colateral Peroneo

Por fuera, baja hacia atrás, saltando desde la tuberosidad condilea externa a fijarse por delante de la apófisis estiloides del peroné, el ligamento colateral externo. Es cilindroideo y tan robusto que difícilmente se elonga o rompe.²⁶ De unos 6 cm de longitud, corto y redondeado, forma una especie de cordón fibroso que une el cóndilo.²⁷

1.1.3 Capsula articular

La mayoría de las articulaciones del cuerpo humano se mueven libremente y tienen estructuras mucho más complejas que las inmóviles o las que se mueven ligeramente. Los extremos articulados (contiguos) de los huesos en una articulación con libre movimiento están cubiertos por una delgada capa de "cartílago articular" que es resistente al desgaste y produce fricción mínima cuando se comprime, al moverse la articulación.

Los huesos de una articulación se mantienen unidos por una "capsula articular" de forma tubular y que tiene 2 diferentes capas; La capa exterior consiste en su mayor parte de tejido conectivo blanco y fibroso cuyas fibras están unidas al periostio, alrededor del anillo exterior de cada hueso, cerca de su extremo articular, por esto la capa exterior cubre completamente las demás partes de la articulación y es lo suficientemente flexible como para permitir movimiento y suficientemente fuerte para no permitir que las superficies articulares se separen.

Montones de fibras de colágeno, fuertes y rudas llamadas "ligamentos" refuerzan la capsula articular y ayudan a mantener los extremos articulares de los huesos unidos. Algunos ligamentos parecen protuberancias de la capa fibrosa de la capsula, mientras otros son "estructuras accesorias" localizados fuera de la

²⁶ Gutierrez. (2000). "Sintesis de Anatomía Humana". Ed. Masson. 6ta Edición. Buenos Aires, Argentina.

²⁷ Jacquemart, K.(2009). "El Yoga Terapéutico." Ed. Robinbook. 4ta Edición. Paris, Francia.

capsula, en cualquiera de estos casos, estas estructuras también previenen que haya mucho movimiento en la articulación, por que los ligamentos no son elásticos, y se jalan fuertemente cuando se llega al límite de movimiento de la articulación.

La capa interior consiste en un forro brillante de tejido conectivo vascular llamado "membrana sinovial", esta membrana cubre toda la superficie del interior de la capsula articular a excepción de las que están cubiertas de cartílago. Algunas de las articulaciones con libre movimiento están parcial o completamente divididas en 2 compartimientos por discos de fibrocartilago llamados meniscos, localizados entre las superficies articulares. Tales discos están unidos a la capa fibrosa de la capsula articular a los lados y su superficie libre se proyecta a la cavidad articular.

Algunas articulaciones con movimientos libres también tienen sacos cerrados llenos de fluido, llamados "Bursas", cada bursa esta cubierta en su interior por membrana sinovial que puede ser continua con la membrana de alguna cavidad articular cercana. Las bursas actúan como colchones y ayudan al movimiento de los tendones, que planean sobre estas partes del hueso o sobre otros tendones. Los nombres de las bursas indican su localización, por ejemplo, "bursa subpatelar", "bursa prepatelar" y "bursa infrapatelar".

La cápsula articular de la rodilla es fibrosa y muy fuerte. Proximalmente, la cápsula se inserta en el fémur, inmediatamente proximal a los bordes articulares de los cóndilos y, por posterior, en la línea intercondílea. Sobre el cóndilo lateral pasa el tendón del músculo poplíteo para insertarse en la tibia, por lo que la cápsula no se extiende sobre esta zona. Caudalmente, la cápsula articular se inserta en el borde articular de la tibia, excepto donde se cruza con el tendón del músculo poplíteo, donde la cápsula emite una prolongación inferolateral que cubre el músculo poplíteo, insertándose en la cabeza de la fíbula (ligamento poplíteo arqueado), y por posterior, se introduce hasta el área intercondílea anterior.

1.1.4 Músculos

Los músculos que actúan tanto en el fémur (muslo) como en la tibia el peroné (pantorrilla) están separados por la fascia profunda en compartimentos interno, anterior y posterior. El compartimento interno o aductor recibe tal nombre porque sus músculos llevan al fémur a la aducción de la cadera. El recto interno es otro musculo de este compartimento que no solo participa en la aducción del muslo, sino que también flexiona la pierna en la rodilla, por lo cual se comenta en este panel. Se trata de un musculo largo en forma de franja, situado en la cara interna del muslo y en la rodilla.

El compartimento anterior o extensor se denomina así porque sus músculos extienden la pierna, además de flexionar el muslo, lo componen el cuádriceps crural y el sartorio. El musculo cuádriceps crural es el mayor del cuerpo y cubre casi toda la cara anterior y los lados del muslo. En realidad, se trata de un músculo compuesto, que suele describirse con cuatro componentes:

El Recto anterior del muslo; vasto externo, en la cara externa del muslo; vasto interno, en la interna, y crural, situado debajo del recto anterior del muslo, entre los vastos. El tendón común de los cuatro músculos se llama tendón del cuádriceps crural y se inserta en la rotula. Prosigue en dirección inferior a esta con el nombre de ligamento rotuliano, que se inserta en el tubérculo anterior de la tibia o tuberosidad anterior.

El cuádriceps crural constituye el gran musculo extensor de la pierna. El sartorio es un musculo angosto y largo que forma una banda en el muslo, desde el iliaco en el hueso coxal hasta la cara interna de la tibia. Sus diversas acciones sirven para sentarse con las piernas cruzadas, posición en la cual en el hueco poplíteo de una pierna se apoyo la rodilla de la otra. Se le ha llamado “musculo de los sastres”, porque ellos suelen sentarse de esa manera.

El compartimento posterior o flexor recibe tal nombre porque sus músculos flexionan la pierna, además de extender el muslo. Lo componen tres músculos, denominados en conjunto tendones de la corva: bíceps crural; semitendinoso, y semimembranoso. Sus tendones, en el área poplítea, son largos y angostos. Dado que abarcan dos articulaciones (cadera y rodilla), son extensores del muslo y flexores de la pantorrilla. La fosa poplítea o hueco poplíteo es un espacio romboideo en la cara posterior de la rodilla limitada en el lado externo por los tendones del bíceps crural y en el interno por los tendones del semimembranoso y del semitendinoso.²⁸

Compartimento Interno:

Musculo	Origen	Inserción	Acción
Recto Interno	Sínfisis del Pubis	Cara Interna de la Diáfisis Tibial.	Aducción del muslo en la cadera, sus rotación interna y flexión de la pantorrilla en la rodilla.

²⁸ Tortora. Reynolds. (2002). "Anatomía y Fisiología". Ed. Panamericana. 4ta Edición. Madrid, España.

Compartimento Anterior:

Musculo	Origen	Inserción	Acción
Cuádriceps Crural			
Recto anterior del muslo	Espina iliaca anterior e inferior	Rotula, a través del tendón del cuádriceps y tubérculo anterior de la tibia por el ligamento rotuliano.	Extensión de la pantorrilla en la rodilla y flexión del muslo sobre la cadera.
Vasto externo	Trocánter mayor y línea áspera del fémur.	Rotula, a través del tendón del cuádriceps y tubérculo anterior de la tibia por el ligamento rotuliano.	Extensión de la pantorrilla en la rodilla
Vasto interno	Línea áspera del fémur	Rotula, a través del tendón del cuádriceps y tubérculo anterior de la tibia por el ligamento rotuliano.	Extensión de la pantorrilla en la rodilla
Crural	Caras anterior y externa de la diáfisis femoral.	Rotula a través del tendón del cuádriceps y tubérculo anterior de la tibia por el ligamento	Extensión de la pantorrilla en la rodilla

		rotuliano.	
Sartorio	Espina iliaca anterior y superior.	Rotula, a través del tendón del cuádriceps y tubérculo anterior de la tibia por el ligamento rotuliano.	Flexiona la pantorrilla en la rodilla y lleva el muslo a la flexión, abducción y rotación externa de la cadera.

Compartimento Anterior:

Musculo	Origen	Inserción	Acción
Bíceps crural	La cabeza larga tiene origen en la tuberosidad isquiática, y la corta, en la línea áspera.	Cabeza del peroné y cóndilo externo de la tibia.	
Semitendinoso	Tuberosidad isquiática	Porción proximal de la cara interna de la diáfisis tibial.	
Semimembranoso	Tuberosidad isquiática	Cóndilo interno de la tibia.	

1.1.5 Movimientos.

Los movimientos de la articulación de la rodilla se limitan a flexión/extensión, con cierta rotación axial. Además de estos movimientos funcionales de la articulación son posibles los desplazamientos anterior y posterior de la tibia sobre el fémur y cierto abducción y aducción de la tibia, pero “en general no se consideran parte de la función de la articulación sino, antes bien, parte del

coste del tremendo compromiso entre movilidad y estabilidad” (Levangie y Norkin, 2001).

Los movimientos de este tipo son probablemente resultado de la incongruencia articular y /o de la elasticidad o laxitud de los elementos ligamentarios.

La posición de referencia a partir de la cual puede medirse la amplitud del movimiento de la articulación de la rodilla es establecida por un eje del miembro inferior alineado con un eje del muslo, lo que usualmente se denomina “posición de completa extensión”. Se consideran normales las amplitudes del movimiento de la rodilla mencionadas a continuación, utilizando esta posición de referencia como punto de partida (Kapandji, 1987).

La flexión es el movimiento de la cara posterior de la extremidad inferior hacia la cara posterior del muslo desde la posición de referencia, a partir de la cual se puede lograr (si simultáneamente se extiende la cadera) aproximadamente 120° de flexión activa pura (un poco más si se sobrepasa el límite), 140° si la cadera esta flexionada y hasta 160° si la rodilla es flexionada pasivamente (el talón tocando las nalgas).

En la posición de referencia, la extremidad inferior está completamente extendida, haciendo que la extensión activa sea de 0°. Sin embargo, es posible alcanzar 5° - 10° de extensión pasiva (algunas veces erróneamente llamada “hiperextensión”). La extensión relativa lleva la rodilla hacia la posición de referencia desde cualquier posición de flexión.

La rotación axial de la articulación de la rodilla es máxima cuando la rodilla esta en flexión de 90°. Es importante que el paciente se encuentre en una posición que al mismo tiempo impida la rotación de la cadera, por ejemplo sentado sobre la camilla con las piernas colgando a 90° sobre el borde de esta.

En esta posición de flexión, la amplitud normal de rotación medial activa de la tibia es de alrededor de 30°, siendo la rotación lateral aproximadamente 40°. La rotación pasiva añade 5° en rotación medial y hasta 10° en rotación lateral. En contraste entre lo que se observa como flexión y extensión simples de la rodilla y lo que en verdad ocurre internamente, a saber, una compleja coordinación de numerosos subsistemas de la rodilla, es simplemente asombroso. Los movimientos de son tan complejos como el diseño mismo de la articulación: cada una de las estructuras previamente descritas desempeña un papel intrincado en los movimientos funcionales de la rodilla.²⁹

1.1.6 Meniscos de la Articulación de la Rodilla

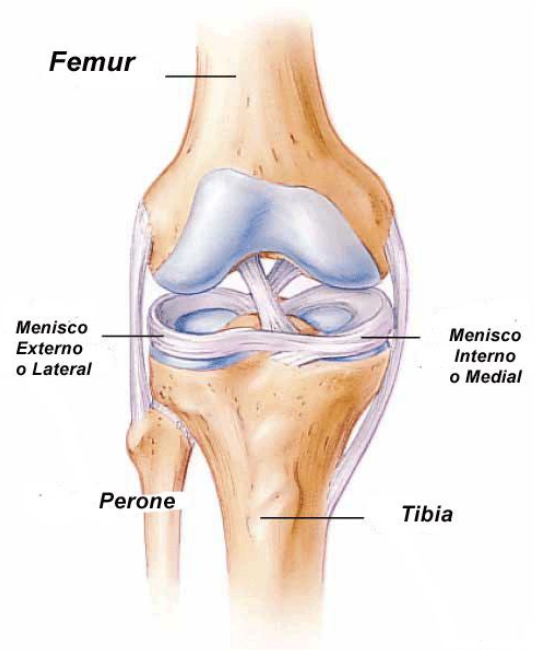


Ilustración 3 - Meniscos de la Articulación de la Rodilla. Bisco, T. (2009)

²⁹ Chaitow, H. Walter, J. (2002). "Aplicación clínica de las técnicas neuromusculares". Ed. Paitrobo. 3ra Edición. Buenos Aires, Argentina.

Los meniscos o cartílagos semilunares de la rodilla están situados dentro de la articulación, entre el fémur y la tibia, y con su presencia consiguen una mejor adaptación de sus respectivos cóndilos, mediales y laterales.

Los meniscos son piezas semilunares de fibrocartílagos, de mayor grosor en la periferia que en sus bordes centrales, lo que hace que su sección vertical tenga forma de cuña, de base externa. El tercio externo de cada menisco posee una irrigación sanguínea, que hace posible su regeneración después de un desgarramiento periférico. La zona central, no vascularizada, se nutre por el líquido sinovial.

Estos meniscos, que se consideran extensiones funcionales de la extremidad proximal de la tibia, modifican la geometría de los platillos tibiales, al hacerlos algo más profundos. Están formados por colágeno y proteoglicanos, y sus fibras se disponen con predominio horizontal y circunferencial, con haces radiales y perpendiculares a su superficie.

Desde el punto de vista funcional, la presencia de los meniscos contribuye a disminuir la carga o el estrés, que por compresión se ejerce sobre el cartílago articular. En este sentido, el cartílago articular estaría colocado como en un sándwich, entre dos materiales capaces de absorber energía, como son el fibrocartílago del menisco y el hueso subcondral, excepto en el área central de cada platillo tibial, desprovista de menisco, comienza a transmitir la carga.

Los dos meniscos son diferentes en su forma: el menisco medial se parece a una C, con una extremidad posterior más ancha que la anterior, y ambas más separadas que las del menisco lateral.

La extremidad o cuerno anterior del menisco medial se fija en el espacio intercondileo anterior, por delante de la inserción del ligamento cruzado anterior, mientras que su extremidad posterior lo hace entre la inserción tibial del ligamento cruzado posterior y el cuerno posterior del menisco lateral.

El menisco lateral se parece a una O incompleta, y las dos extremidades o cuernos suelen ser de la misma amplitud. El cuerno anterior se fija en el área intercondilea, lateral y posterior a la inserción tibial del ligamento cruzado anterior, mientras que el cuerno posterior lo hace en la fosa intercondilea correspondiente, en posición anterior a la extremidad posterior del menisco medial. Algunas bandas fibrosas que se originan en la extremidad posterior del menisco lateral se dirigen hacia el cóndilo medial, rodeando por detrás el ligamento cruzado posterior (ligamento de Wrisberg)

Por último, la breve rotación de la rodilla se produce, fundamentalmente, entre los meniscos y la superficie de la tibia.³⁰

En cuanto a las funciones de los meniscos tenemos 5 que a continuación se detallan:

1. Concordancia: las superficies articulares femoral y tibial no concuerdan perfectamente ya que las cavidades glenoideas de la tibia presentan una concavidad poco marcada, la cual no se adapta bien a la convexidad mucho más pronunciada de los cóndilos femorales, por lo que los meniscos elevan bordes y aumentan profundidad.
2. Amortiguación: forman como una almohadilla elástica colocada por debajo de los cóndilos femorales, capaces de adaptarse y transmitir uniformemente a la tibia las presiones que recibe, sobre todo en la posición de hiperextensión de la rodilla.
3. Estabilidad: estabiliza los movimientos articulares mediante el relleno del espacio muerto que existe entre los cóndilos y los platillos tibiales,

³⁰ Pera, N. (1996). "Cirugía, Fundamentos, indicaciones y opciones técnicas". Ed. Masson. 2da Edición. Barcelona, España.

adaptándose sin cesar a la forma de este espacio que varía según las posiciones de la extensión de la rodilla, así como los giros por rotaciones. Se comprenderá que en la supresión operatoria no dificulta mucho el juego de la articulación, el espacio que queda vacío es ocupado por líquido sinovial.

4. Lubricación: efectúan una distribución eficaz de la sinovia repartiéndola uniformemente
5. Interactúan con el cartílago articular dándole protección y ayudándole a su nutrición.

Movimiento de los Meniscos:

Normalmente los movimientos de la rodilla son 2: flexión y extensión. A esto hay que añadir cuando la rodilla empieza los 40 grados de flexión, una ligera rotación interna y externa. En cada uno de estos movimientos los meniscos se comportan de manera diferente: en la flexión se desplazan atrás, más el externo (a veces 1 cm.) por lo que el cóndilo femoral de ese lado rueda más atrás. En la extensión los meniscos se desplazan hacia delante. En la rotación interna el menisco externo se desplaza más de 1 cm adelante, mientras el interno se desplaza atrás en menor extensión. En la rotación externa ocurre lo contrario.

CAPITULO II

2. CAPACIDADES FÍSICAS Y CUALIDADES FÍSICAS

Las capacidades físicas básicas son condiciones internas de cada organismo, determinadas genéticamente, que se mejoran por medio de entrenamiento o preparación física y permiten realizar actividades motoras, ya sean soberanas o deportivas.

Son aquellos caracteres que alcanzando, mediante el entrenamiento, su más alto grado de desarrollo, cuestiona la posibilidad de poner en práctica cualquier actividad físico-deportiva, y que en su conjunto determinan la aptitud física de un individuo.

Las cualidades o capacidades físicas son los componentes básicos de la condición física y por lo tanto elementos esenciales para la prestación motriz y deportiva, por ello para mejorar el rendimiento físico, el trabajo a desarrollar se debe basar en el entrenamiento de las diferentes capacidades.

2.1 CAPACIDADES CONDICIONALES

Las capacidades condicionales se basan en la eficiencia de los mecanismos energéticos y son fundamentalmente tres: fuerza, resistencia y velocidad. Otros autores la definen como capacidades orgánico-musculares, diferenciándolas de las perceptivo-cinéticas que corresponden a las capacidades coordinativas.

Los factores limitantes de las capacidades condicionales dependen de la disponibilidad de energía en los músculos y de los mecanismos que regulan su abastecimiento (enzimas, velocidad y fuerza de las contracciones debida a la calidad de las unidades motoras).

Las capacidades condicionales son claramente distintas de las coordinativas en numerosos aspectos como:

- ✓ Las bases funcionales que limitan el nivel del rendimiento.
- ✓ Las formas de evolución en la edad juvenil
- ✓ La relación de evolución en los dos sexos
- ✓ La capacidad de entrenamiento sin ninguna relación con la edad;
- ✓ Los métodos de entrenamiento

Las capacidades condicionales tienen un desarrollo acentuado al principio de la pubertad, y en particular entre los 12 y los 17 – 18 años (Manno, 120-121)

2.1.1 Resistencia

Se define como resistencia a la capacidad del organismo humano para soportar la fatiga durante un lapso prolongado, sin que se modifique la intensidad del ejercicio que se esté practicando.

La resistencia siempre ejerce una influencia directa o indirecta sobre el rendimiento de la mayoría de los deportes, aun cuando no se básica para el logro de esos mismos rendimientos, pues favorece la recuperación del organismo luego de ejercitaciones con cargas elevadas.³¹

En otras palabras es la capacidad física y psíquica de soportar la fatiga en esfuerzos relativamente prolongados o intensos y/o la capacidad de recuperación rápida de un individuo después de los esfuerzos. Es la capacidad de realizar un esfuerzo de mayor o menor intensidad en el mayor tiempo posible y la capacidad

³¹ Incarbone F.(2003). “Del Juego a la Iniciación Deportiva”. Ed. Stadium. 2da Edición. Buenos Aires, Argentina.

de un músculo o del cuerpo como un todo para repetir muchas veces una actividad

Tipos de resistencia

1. Resistencia aeróbica: Capacidad que nos permite soportar esfuerzos de gran duración e intensidad baja o media (hasta 140 p/m). Debido a la poca intensidad del esfuerzo, el aporte de oxígeno que se respira es suficiente para satisfacer la demanda energética que requiere el organismo, por lo que en el trabajo realizado hay un equilibrio entre el aporte y el gasto de oxígeno.
2. Resistencia anaeróbica: Capacidad de aguantar esfuerzos de gran intensidad (a partir de 150-160 p/m) en el mayor tiempo posible, por lo que no existe un aporte suficiente de oxígeno respirado para satisfacer la demanda energética. Por esto, se produce un déficit de oxígeno elevado por lo que su duración será corta. La recuperación en estos esfuerzos es más lenta que en los esfuerzos aeróbicos.

La adaptación más importante que se produce en el organismo con el entrenamiento de la resistencia es la mejora del sistema cardio-respiratorio. El trabajo de resistencia produce adaptaciones funcionales en el corazón. El entrenamiento de la resistencia aeróbica agranda las paredes y la cavidad interna del corazón, mientras que el entrenamiento de la resistencia anaeróbica provoca el engrosamiento de la pared del músculo cardíaco. De esta forma, cuanto mayor y más grande sea el corazón, más cantidad de sangre podrá bombear en cada pulsación.

2.1.2 Velocidad

Podríamos definir la velocidad como: “la capacidad que permite dar una respuesta motora a un estímulo”. “la distancia que se recorre en la unidad de tiempo”. También como “la capacidad de desplazamiento en el menor tiempo posible”.³²

Clases de Velocidad

Se puede decir que hay tres clases de velocidad:

1. Velocidad de base: es el fundamento del rendimiento del individuo en las carreras de velocidad y en los deportes que exigen desplazamientos cortos y rápidos.
2. Velocidad de reacción: cualidad que permite reaccionar a un estímulo en el mínimo tiempo.
3. Velocidad de traslación: cualidad de desplazarse lo más rápidamente posible en un determinado período de tiempo.

Principios fisiológicos de la velocidad

✓ *La estatura*

No existe limitación alguna de estatura en un velocista, aunque la estadística ha demostrado que los grandes especialistas de la velocidad en pista, miden entre 1,65 metros y 1,90 metros. Los técnicos coinciden en asegurar que el

³² Rojo, T. (1997).” Medicina del Deporte”. Ed. Sevilla. 4ta Edición. Madrid, España.

exceso de altura es más un impedimento que la falta de talla física a la hora de formar un gran velocista de 100 y 200 metros lisos.

✓ ***El peso***

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

✓ ***La calidad de las fibras***

"Un velocista nace, pero tiene que hacerse con el tiempo". A más de un gran entrenador le hemos oído esta frase alguna vez, pero ¿por qué nace el velocista? La respuesta es simple: porque tiene un gran porcentaje de fibras explosivas en su cuerpo.

En los músculos se pueden distinguir varios tipos de fibras: rojas (lentas), mixtas (rápidas con capacidad aeróbica) y explosivas (rápidas con capacidad anaeróbica para esfuerzos muy cortos). El número de estas últimas es el que caracteriza al velocista de 100 y 200 metros lisos.

✓ ***La musculación***

En los últimos años, la musculación se ha convertido en un factor clave del velocista, hasta el punto de que algunos técnicos comparan la imagen de estos corredores con la de los culturistas. Cada vez resulta más raro encontrar a un velocista que destaque por su exagerada delgadez y se tiende, por el contrario, al velocista potente, fuerte y musculoso. Algunos atletas, como el actual recordman

mundial de los 100 metros lisos, Ben Johnson, acompañan su habitual trabajo de musculación a través de pesas con fuertes sesiones de masaje que sirven para mantener relajada la masa muscular.

✓ **La nutrición**

En un velocista, el principal gasto en sus entrenamientos se produce en los hidratos de carbono. El glucógeno muscular juega un papel fundamental porque estos atletas trabajan especialmente el aspecto anaeróbico.

Por decirlo de alguna manera, glucógeno es la "gasolina súper" de los corredores de 100, 200 y 400 metros; por eso deben reponerlo diariamente a base sobre todo de los hidratos de carbono complejos. El almidón que contienen la mayoría de los vegetales es un ejemplo claro de este tipo de nutrientes.

Los velocistas tienen mayores dificultades para eliminar grasas; por las características de su entrenamiento no queman casi esas reservas. Por eso deben llevar mucho cuidado con no pasarse con los dulces y con la ingestión de grasas. Les cuesta mucho eliminar ese tipo de sustancias y, a la postre, el exceso del peso puede ser muy negativo en la carrera de un velocista.

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

El mecanismo de almacenamiento de glucógeno, como hemos apuntado, necesita la suficiente cantidad de agua. Si se produjese una carencia en su hidratación, estos atletas podrían sufrir calambres.

2.1.3 Fuerza:

Bajo el concepto de fuerza del ser humano hay que entender su capacidad para vencer o contrarrestar una resistencia mediante la actividad muscular.³³

La fuerza en el ámbito deportivo se entiende como la capacidad de producir tensión que tiene el musculo al activarse o, como se entiende habitualmente, al contraerse. (Goldspink, 1992).

La fuerza útil en el ámbito deportivo es aquella que somos capaces de aplicar o manifestar a la velocidad que se realiza el gesto deportivo. Un deportista no tiene un nivel de fuerza máxima único, sino muchos diferentes en función de la velocidad a la que se mida la fuerza máxima ejercida. La fuerza que no es capaz de aplicar podemos decir que realmente no se tiene. En este sentido, y adaptando la definición de Knuttgen y Kraemer (1987), la fuerza se definiría como la máxima tensión manifestada por el musculo (o conjunto de grupos musculares) a una velocidad determinada.

Pero en el deporte no solo interesa la fuerza aplicada en relación con la velocidad del movimiento, sino que también es importante considerar la fuerza que se puede manifestar en un tiempo dado, sobre todo en los periodos de tiempo muy reducidos (100-200ms). Antes esta realidad, la fuerza de un deportista también se puede definir como la máxima tensión manifestada por el musculo en un tiempo determinado. Si un sujeto tiene la oportunidad de manifestar la máxima tensión muscular durante 3-4 segundos, seguramente llegue a producir su máxima fuerza isométrica, pero si solo dispone de 200-300 ms, situación mucho más frecuente en el deporte, su fuerza útil será la que sea capaz de conseguir en estos periodos de tiempo.³⁴

³³ Platonov, G. Bulatova, M. (2001). "La Preparación Física". Ed. Panamericana. 5ta Edición. Madrid, España.

³⁴ Gonzalez, H. Gorostiaga, J. (2002). "Fundamentos del Entrenamiento de la Fuerza". Ed. Inde. 3ra Edición. Barcelona, España.

Tipos de fuerza

✓ *Fuerza máxima*

La fuerza máxima (fuerza bruta) se define como la fuerza más grande que el sistema neuromuscular es capaz de ejercer en una sola contracción muscular máxima. En consecuencia, determinará el rendimiento en aquellos deportes en los que haya que controlar o superar una gran resistencia (por ejemplo, en los levantamientos de pesas).

Es posible combinar las exigencias para una fuerza máxima con una alta velocidad de contracción (por ejemplo, en el lanzamiento de martillo y en el lanzamiento de peso) o con altas demandas sobre la resistencia (por ejemplo, en el remo). Cuanta más pequeña sea la resistencia a superar, menor será la intervención de la fuerza máxima. Acelerar el cuerpo a partir de la posición de reposo (esprintar) o impulsar el cuerpo desde el suelo (saltos) significa que hay que superar una mayor resistencia que si se quiere mantener un movimiento uniforme, como en los deportes de mediana y larga resistencia.

✓ *Fuerza explosiva*

La capacidad del sistema neuromuscular para superar resistencias con una alta velocidad de contracción se define como fuerza explosiva (potencia, fuerza rápida). El sistema neuromuscular acepta y arroja una carga rápida a alta velocidad mediante la coordinación de reflejos y de los componentes elásticos y contráctiles del músculo. El adjetivo «elástico» es muy apropiado y es una clave para evitar la confusión entre «velocidad de contracción» o «fuerza de contracción». Aunque este mecanismo implica a las dos, son su compleja coordinación y la intervención de los reflejos y del componente elástico lo que lo define como un área muy específica de la fuerza. La fuerza explosiva determina el

rendimiento en todos los deportes llamados «explosivos», es decir, saltar, lanzar, esprintar, golpear, etcétera.

✓ ***Fuerza-resistencia***

Es la habilidad o capacidad de todo el organismo para soportar la fatiga. Se caracteriza por una capacidad relativamente alta para expresar la fuerza, junto con una facultad para perseverar. Pruebas antiguas de «fuerza», tales como flexiones máximas de brazos, son de hecho pruebas de fuerza-resistencia. Determina principalmente el rendimiento cuando hay que superar una considerable resistencia durante un período bastante prolongado de tiempo. Así en el remo, la natación, el esquí de fondo y en encuentros de pista de entre 60 segundos y 8 minutos de duración, es de esperar descubrir que la fuerza-resistencia es un factor crítico.

✓ ***Fuerza absoluta y relativa***

En deportes en que la fuerza máxima es el principal componente el peso del cuerpo y el rendimiento están estrechamente relacionados. En otras palabras, los atletas pesados pueden, en términos absolutos, alcanzar una mayor expresión de la fuerza que los atletas que pesan poco. La fuerza máxima que un atleta puede expresar, con independencia del peso corporal, recibe, en consecuencia, la denominación de fuerza absoluta. Esto es de evidente importancia para los atletas que deben mover el peso del propio cuerpo, por ejemplo, en los saltos y en la gimnasia. Se calcula dividiendo la fuerza absoluta por el peso del cuerpo del propio atleta y la reducción del peso del cuerpo aumentará la fuerza relativa.

La fuerza absoluta de la pierna al extenderse favorece al lanzador de peso, pero la fuerza relativa de la pierna al extenderse favorece al saltador.

El entrenamiento de fuerza para el desarrollo de la fuerza explosiva resulta crítico, si no va acompañado de hipertrofia muscular y del consiguiente aumento del peso corporal. Según Búhrle (1971) la hipertrofia es óptima cuando cargas de entre el 65 y el 80% del máximo se repiten entre 6 y 10 veces en series de 3 ó 4 ó más. Se sabe que los culturistas han hecho 6 series de 12 repeticiones entre un 60 y un 65% del máximo. Este ejercicio no es recomendable para atletas que necesitan aumentar la fuerza relativa.

Se aconseja que de preferencia a la ejecución de ejercicios específicos con partes del cuerpo cargados con un 3-5% del peso corporal, tal como los empleados por los gimnastas (pesos en las muñecas, o chaquetas lastradas): "La alta tensión muscular necesaria para un aumento de la fuerza, se genera así mediante la rápida y «explosiva» contracción muscular". (Harre, 1993)

Papel de la fuerza en el rendimiento deportivo

La mejora de la fuerza es un factor importante en todas las actividades deportivas y en algunos casos determinantes. Nunca puede ser perjudicial para el deportista si se desarrolla de una manera correcta. Solo un trabajo mal orientado, en el que se busque la fuerza por sí misma, sin tener en cuenta las características del deporte, puede influir negativamente en el rendimiento específico.

Fuerza y técnica:

La fuerza juega un papel decisivo en la buena ejecución técnica. En muchos casos el fallo técnico no se produce por falta de coordinación o habilidad del sujeto, sino por falta de fuerza en los grupos musculares que intervienen en una fase concreta del movimiento.

Fuerza y potencia:

La velocidad de ejecución está estrechamente relacionada con la fuerza. La relación entre ambas aumenta cuanto mayor es la resistencia. Una mayor

aplicación de fuerza puede llevar a una mejora de la potencia, lo que se traduce en una velocidad más alta de desplazamiento o de ejecución de un gesto deportivo.

Fuerza y resistencia:

La fuerza, aunque podríamos situarla en el extremo opuesto al de la resistencia, también está en relación con esta cualidad y puede influir en la mejora del rendimiento, siempre que el entrenamiento realizado se ajuste a las necesidades de cada especialidad deportiva. Los deportistas más “fuertes” tienen más resistencia ante cargas más elevadas en términos absolutos, pero menos en términos relativos.

2.2 CAPACIDADES COORDINATIVAS:

Las capacidades coordinativas básicas son los fundamentos para regular y organizar el movimiento coordinado. Están situadas dentro de las capacidades motoras, que son elementos básicos que realizan conscientemente la acción motora, que al mismo tiempo incluyen las capacidades condicionales. Y son dos, la coordinación y la flexibilidad.

Las capacidades coordinativas básicas se dividen en capacidades coordinativas generales, que son menos específicas (la capacidad de aprendizaje motor, la capacidad de control motor y la capacidad de adaptación y transformación de los movimientos); y las capacidades coordinativas especiales que son las coordinaciones específicas con relación a diversos contextos de actividad motora y deportiva.

Las variantes de las capacidades coordinativas especiales son: la capacidad de diferenciación dinámica, la capacidad de diferenciación espacio-temporal, la capacidad de orientación, la capacidad de equilibrio, la capacidad de

anticipación motora, la capacidad rítmica, la capacidad de fantasía motora y la capacidad de combinación motora.³⁵

2.2.1 La Coordinación:

Desde el punto de vista de la educación física y de la pedagogía deportiva, la coordinación significa ordenar las fases del movimiento o conductas parciales de una ejecución motriz. El cuerpo humano se moviliza siguiendo una secuencia temporal y espacialmente ordenada de acciones, o lo que es lo mismo, el movimiento humano supone un encadenamiento continuo de acciones, que con carácter simultáneo o sucesivo, conforman una ejecución motriz. El debido ordenamiento de dichas secuencias, de dichos encadenamientos, es lo que nos definirá un movimiento coordinado, dándole las características de eficacia, economía y armonía que lo definen como tal (Cortegaza, 2003).³⁶



Ilustración 4 - La coordinación física. Scheneizer. (2004)

Paralelamente, al hablar de coordinación desde el punto de vista neuronal y fisiológico hemos de referirnos al ordenamiento del trabajo muscular que realizan sinergistas y antagonistas y que, guiados por el sistema nervioso, han de organizar convenientemente la gradación de los estados de contracción y

³⁵ Carrillo, G. Buendía, U. (2004). "El Basquet a su medida". Ed. Ares. 4ta Edición. Madrid, España.

³⁶ Hernández, H. Buendía, P. (2004). "La evaluación en educación física". Ed. Inde. 2da Edición. Barcelona, España.

relajación que cada fase de la acción requiera, estamos hablando de la coordinación neuromuscular.

Pero además, la coordinación y, por tanto, el centro de movimiento supone la puesta en común desde el punto de vista sensoriomotriz de todas las informaciones propioceptivas y exteroceptivas que permitirán que la ejecución se adapte convenientemente al objeto que la acción desea alcanzar. Es decir, la coordinación supone la integración sensorial de las señales procedentes del propio cuerpo (propiocepción) y las del entorno (exterocepción), inputs sensoriales, que se constituyen en los referentes primero de la planificación motriz y, posteriormente, de la coordinación del movimiento propiamente dicho, output motor.

Tras realizar un análisis de varias propuestas de autores como Le Boulch (1997), Gutiérrez (1991), Contreras (1998), Escobar (2004), vamos a concretar una clasificación general sobre la Coordinación, en función de dos aspectos importantes:

1. En función de si interviene el cuerpo en su totalidad, en la acción motriz o una parte determinada, tenemos la siguiente definición:
 - ✓ Coordinación Dinámica general: es el buen funcionamiento existente entre el S.N.C. y la musculatura esquelética en movimiento. Se caracteriza porque hay una gran participación muscular. Se trata de movilizaciones globales en las que intervienen muchos aspectos como la motricidad, el tono muscular y la percepción visual y la organización espacial, además implica el manejo del cuerpo y el control del espacio en el que se desplaza. Entran dentro de estas condiciones las

actividades de carrera, salto, marcha, las subidas y descensos de desniveles, etc.³⁷

2. En función de la relación muscular, bien sea interna o externa, la coordinación puede ser:

- ✓ *Coordinación Intermuscular (externa)*: referida a la participación adecuada de todos los músculos que se encuentran involucrados en el movimiento además la coordinación intermuscular es un componente importante de la especialidad del entrenamiento y es otra vía para adquirir más fuerza y sobre todo una mayor aplicación de la misma.³⁸
- ✓ *Coordinación Intramuscular (interna)*: es la capacidad del propio músculo para contraerse eficazmente también se la considera como, La activación sincrónica de un gran número de unidades motoras de la musculatura.

Factores que intervienen en la coordinación

La coordinación va a influir de forma decisiva sobre la velocidad y la calidad de los procesos de aprendizajes de destrezas y técnicas específicas, que más tarde harán su aparición en el mundo escolar. Es por ello que la coordinación es una cualidad neuromuscular íntimamente ligada con el aprendizaje y que está determinada, sobre todo, por factores genéticos.

A continuación, vamos a señalar aquellos factores que determinan la coordinación:

³⁷ Granda, J. Timpe, P. (2008). "Detección, prevención y tratamiento de dificultades de aprendizaje. Como descubrir, tratar y prevenir los problemas en la escuela". Ed. Ideaspropias. 5ta Edición. Barcelona, España.

³⁸ Gonzalez, J. Gorostiaga, Y. (2008). "Fundamentos del entrenamiento de la fuerza". Ed. Ares. 4ta Edición. Buenos Aires, Argentina.

- ✓ La velocidad de ejecución.
- ✓ Los cambios de dirección y sentido.
- ✓ El grado de entrenamiento.
- ✓ La altura del centro de gravedad.
- ✓ La duración del ejercicio.
- ✓ Las cualidades psíquicas del individuo.
- ✓ Nivel de condición física.
- ✓ La elasticidad de músculos, tendones y ligamentos.
- ✓ Tamaño de los objetos (si son utilizados).
- ✓ La herencia.
- ✓ La edad.
- ✓ El grado de fatiga.
- ✓ La tensión nerviosa.

2.2.2 Flexibilidad:

Es la capacidad y/o movilidad del individuo de aprovechar las posibilidades de movimiento de las articulaciones de la manera más óptima posible, es decir, de realizar movimientos de gran amplitud, ya sea de forma activa o pasiva. En la misma definición se apunta la división generalizada de flexibilidad:

1. Flexibilidad estática o pasiva según el grado de movilidad alcanzado con movimientos lentos y realizados con ayuda: El movimiento amplio se consigue por la aplicación de una fuerza externa (la fuerza de la gravedad o la aplicada por alguna persona que asiste el ejercicio) y no se produce contracción, solo hay relajación.
2. Flexibilidad dinámica o activa: Es la implicada en la gran mayoría de los movimientos y los elementos técnicos de cualquier deporte o actividad física cotidiana. El movimiento amplio se realiza gracias a la acción

muscular del propio individuo. Se produce una contracción del músculo agonista para obtener una elongación del antagonista. Este tipo de flexibilidad está limitada por un nivel insuficiente de fuerza del músculo o grupo muscular agonista, más que por falta de elongación del antagonista.

La flexibilidad es una cualidad física regresiva que alcanza su mayor desarrollo a una edad temprana. Con el paso de los años y el sedentarismo, el cuerpo experimenta una serie de cambios: los músculos se retraen paulatinamente y se vuelven cada vez más rígidos, las articulaciones pierden movilidad, la gama natural de movimientos se reduce y, muchas veces, empiezan a aparecer algias en la espalda o en cualquier otra zona delicada del organismo que pueden estar relacionadas con esta disminución de la movilidad.

La práctica del ejercicio físico y, en particular, el entrenamiento de la flexibilidad evitara a cierta medida o retrasara esta regresión y envejecimiento del sistema musculoesquelético. Por otra parte, tendrá efectos positivos sobre la salud de la persona, ya que contribuye a la mejora de la circulación (indirectamente ayuda a prevenir posibles problemas cardíacos) y mejora la capacidad torácica y la función de los músculos de la respiración.³⁹

Entrenamiento de la resistencia:

Para el desarrollo y mejora de la resistencia deberemos utilizar métodos de entrenamiento: continuos y fraccionados.

³⁹ Grima, M. (2008). "Cardiología en el deporte". Ed. Masson. 4ta Edición. Barcelona, España.

1. **Los métodos continuos.**

Son aquellos en los que la actividad física no se interrumpe, sino que continúa durante todo el tiempo. Los métodos continuos se dividen en uniformes (la intensidad, velocidad de ejecución es constante) y variables (se producen cambios en el ritmo de la actividad).

✓ **Método continuo uniforme**

Se realizan actividades sin pausa, durante mucho tiempo, de intensidad baja y media, aunque constante. Por ejemplo nadar 1 hora sin parar a la misma velocidad. Recomendado para los periodos de preparación general y transitoria. Mantiene y desarrolla la resistencia aeróbica.

✓ **Método Continuo Variable:**

Para actividades de menos tiempo de duración que en el método anterior, también de forma continua, sin parar, aunque variando la intensidad, siendo baja – media durante el mayor tiempo, intercalada con periodos cortos de intensidad submáxima – máxima. Por ejemplo montar en bicicleta 40 minutos y cada 2 minutos aumentar la velocidad durante 30 segundos. Recomendado en los periodos de preparación específica. Mejoran la resistencia aeróbica y mantienen la resistencia anaeróbica láctica.

2. **Los métodos fraccionados**

Los métodos fraccionados tienen unos periodos de interrupción, una pausa, que le sirve al deportista para recuperar. Los métodos fraccionados son de dos tipos: interválicos (el tiempo de trabajo es largo y la pausa es útil, es decir, la recuperación no es completa; repeticiones (se realiza la actividad durante poco

tiempo a intensidad máxima, siendo la recuperación es completa, para poder ejecutar la siguiente repetición a la máxima intensidad).

✓ ***Método Fraccionado por Intervalos.***

Se realizan intervalos de trabajo largos, con una recuperación corta, la intensidad es mayor que en los anteriores. Por ejemplo correr 30 minutos, descansando cada 5 minutos, 1. Recomendados en los periodos de preparación específica. Mejoran y desarrollan la resistencia anaeróbica láctica.

✓ ***Método Fraccionados por Repeticiones.***

Se realizan repeticiones a intensidad submáxima y máxima de corta duración, recuperando totalmente. Por ejemplo correr 4 repeticiones de 400 metros a la máxima velocidad, recuperando entre repetición 10 minutos. Recomendados para los periodos de competición. Desarrollan la resistencia anaeróbica aláctica.

Entrenamiento de velocidad

Este entrenamiento de velocidad como veremos es de los más complejos, y en los que el deportista más debe concentrarse física y mentalmente. Los factores fisiológicos, psicológicos y biomecánicos serán determinantes para los logros del deportista.

De más está decir que este tipo de entrenamiento no lo realizan únicamente los velocistas, es un entrenamiento que ejecutan practicantes de diferentes deportes debido a que éste incrementa la fuerza física y mental además de acrecentar las habilidades biomecánicas.

El entrenamiento de velocidad debe estar basado en una rutina científicamente diseñada y complementado con un plan nutricional. Principios básicos de la alimentación son una correcta y abundante hidratación, disminución del consumo de proteínas (congelados, fritos, dulces elaborados, comidas precocidas), consumir más carbohidratos (verduras, arroz, pasta, legumbres, frutas, frutos secos), ingerir una cucharada de miel y otra de aceite de oliva. La hidratación debe ser a base de: agua, antes y después del entrenamiento y en tragos cortos; y menos de medio litro de bebida isotónica, la cual permite un aceleramiento en la recuperación y una mejor asimilación del entrenamiento. Si nos encontramos sometidos a un largo entrenamiento será necesario ingerir vitaminas A, C y E como complementos antioxidantes y antiestrés físico.

Una parte no menos importante, sino la más, en el entrenamiento es el descanso. Éste permite al deportista asimilar el trabajo realizado y prevenirse de lesiones. En lo que hace al entrenamiento de velocidad, la carrera larga a una velocidad moderada y continua otorga resistencia, educa al músculo a tomar grasas como combustible y oxida el material energético. Para la mejora de la potencia aeróbica las series y repeticiones son los ejercicios de cabecera. Otros ejercicios fundamentales son los cambios de ritmo y los trabajos de fuerza.

Luego de haber corrido y previamente, debemos estirar. Lo mejor es planteárselo como una obligación para no tener que lamentar luego desequilibrio muscular exagerado y lesiones. El estiramiento previo es suave y corto, y el posterior requiere si mas concentración y tiempo.

Entrenamiento de la Flexibilidad

La flexibilidad de una articulación determinada está limitada principalmente por la rigidez del tejido conectivo. Los ejercicios de la flexibilidad deben iniciarse después del crecimiento acelerado, cuando se produce un rápido aumento del volumen y de la potencia muscular. La flexibilidad se reduce con la edad y por

tanto hay que poner cada vez más énfasis en el entrenamiento de la flexibilidad conforme se van cumpliendo años.

El entrenamiento de la flexibilidad pretende mantener y/o mejorar la movilidad de las articulaciones, reducir el riesgo de sobrecarga articular en ángulos extremos de las articulaciones, aumentar la fuerza muscular y de los tendones, intensificar la coordinación entre las distintas partes del sistema musculoesquelético y adaptar el sistema musculoesquelético a las exigencias específicas de un deporte concreto.

El estiramiento es uno de los métodos más importantes del entrenamiento de la flexibilidad. Debe ir precedido por un calentamiento de 3-5 minutos. Los estiramientos dinámicos implican la realización de extensiones musculares repetidas hasta su límite seguidas por una inmediata relajación. Este tipo de estiramiento no es efectivo por cuanto activa reflejos protectores y, por tanto, hoy en día no se usa casi nunca.

Los estiramientos estáticos implican estirar lentamente los músculos hasta donde sea posible manteniendo después esta posición durante 20-60 segundos. Esta técnica se usa con frecuencia

Los estiramientos de estáticos de contracción-relajación implican en primer lugar efectuar un estiramiento lento hasta el límite del movimiento y luego una contracción isométrica máxima en esta posición, mantenida durante 4-6 segundos. A continuación se lleva a cabo una relajación durante 2-3 segundos y después se ejecuta un estiramiento pasivo hasta la posición extrema, manteniendo dicha posición durante 10-60 segundos. Esta técnica es una modificación de la técnica de FNP usada frecuentemente por nosotros, los fisioterapeutas.

El sistema 3s (estiramiento científico para el deporte) constituye un cuarto tipo de estiramiento. El músculo es estirado pasivamente y luego expuesto a una

contracción isométrica. Esta técnica es efectiva pero requiere un compañero para sujetar y estirar la pierna.⁴⁰

⁴⁰ Shepard, U. Astrand, G.(2009). “La resistencia en el deporte”. Ed. Elsevier. 6ta Edición. Madrid, España.

CAPITULO III

3. FORTALECIMIENTO MUSCULAR

3.1 FORTALECIMIENTO EN REHABILITACIÓN

En fisioterapia se dedica fundamentalmente a la rehabilitación de las alteraciones del movimiento, lo cual implica casi siempre realizar un fortalecimiento neuromuscular durante la rehabilitación. El tendón es el encargado de transmitir la fuerza muscular a las estructuras óseas, facilitando la movilización segmentaria o la estabilización en función de las exigencias motoras. El fortalecimiento es más necesario cuando la alteración está vinculada a un deterioro de la estructura muscular. La elaboración de los programas debe basarse en un conjunto de conocimientos adaptados.



Ilustración 5 - Fortalecimiento muscular. Genot. (2007)

No obstante, no se puede hablar propiamente de un área específica de fortalecimiento neuromuscular en fisioterapia. Sin embargo, es posible trabajar basándose en las teorías de las ciencias y de las técnicas de la actividad física y deportiva. Este tema se desarrolla en un artículo sobre los principios del fortalecimiento muscular y sus aplicaciones en el deportista.

Los modelos utilizados en este campo para restablecer el movimiento óptimo pueden ser extrapolables, en cierta medida, al ámbito de la rehabilitación. Es necesario tener en cuenta tres consideraciones:

- ✓ La patología específica;
- ✓ Los objetivos buscados;
- ✓ Las características propias del paciente y de su entorno sociolaboral.

El rehabilitador se enfrenta a dos necesidades, a veces contradictorias: tener en los principios del fortalecimiento muscular desarrollados en el deporte y que han demostrado su eficacia, y saber adaptar estos principios a las discapacidades impuestas por las enfermedades y características del paciente.

El fortalecimiento muscular es el objeto de muchos ejercicios de fisioterapia activa, pero existen ejercicios que no entran en esta perspectiva; son los que buscan la reprogramación neuromotriz, la automatización del esquema motor, etc., aunque su repetición tenga un carácter de fortalecimiento. Además es necesario distinguir dos nociones: el fortalecimiento muscular y la musculación.

El fortalecimiento muscular se propone devolver a un musculo o a un grupo muscular una fuerza normal. La musculación procura aumentar la fuerza de un musculo con el fin de permitirle mejores desempeños. El deportista hace ejercicios de musculación para obtener una fuerza mayor que le permita mejorar sus resultados.

Del fortalecimiento muscular se pasa insidiosamente a la musculación deseando dar al paciente posibilidades superiores. Estas capacidades suprafisiológicas están destinadas en realidad a prevenir las recidivas o a paliar una insuficiencia, como por ejemplo la musculación de los músculos guardianes del valgus-rotación externa de la rodilla (los músculos de la “pata de ganso”) en el caso de un traumatismo del ligamento lateral externo de esta articulación. La

inestabilidad pasiva debe estar compensada por la actividad de un grupo muscular. Este último debe ser no solo poderoso (potente) sino también capaz de reaccionar con rapidez y propiedad a solicitudes brutales en puesta en tensión. Este es el papel de la reprogramación neuromotriz.

Ante la necesidad de aumentar la fuerza muscular de su paciente el terapeuta debe seguir una metodología que a su vez debe permitirle seguir la evolución de su enfermo y también reproducir ejercicios comparativos entre sí. La resistencia, la amplitud y el ritmo son conocidos y reproducibles de una sesión a otra. Los métodos de fortalecimiento muscular utilizan la contracción dinámica o la contracción estática de los músculos.⁴¹

3.2 HISTORIA.

Hipócrates explicó por primera vez de que se trataba el entrenamiento con peso cuando escribió "el que utiliza esto se desarrolla, y quien no lo utiliza está desperdiciando su tiempo." El entrenamiento de resistencia progresiva data mínimamente de la Antigua Grecia, personajes legendarios como el luchador Milón de Crotona entrenaba llevando un ternero recién nacido sobre su espalda todos los días hasta que este creció. Otro griego, el médico Galeno, describió el entrenamientos de fuerza usando haleteres, una antigua forma de mancuernas durante el siglo II d. C.

Otro instrumento antiguo de ejercicio era el garrote hindú, el cual fue creado en la antigua Persia. Posteriormente, hacia el siglo XIX estos elementos se volvieron populares en Inglaterra y Estados Unidos. La mancuerna propiamente dicha se unió a la barra a fines del siglo XIX. Las primeras barras tenían globos huecos que podían ser llenados por arena o por plomo, pero antes de comenzar el siglo XX fueron reemplazados por los actuales discos.

⁴¹ Genot, A. (2007). "Kinesioterapia". Ed. Panamericana. 3ra Edición. Buenos Aires, Argentina.

El entrenamiento de fuerza usando ejercicios isométricos fue popularizado por Charles Atlas en los años 30. Posteriormente, en los años sesenta se comenzó a implementar la máquina de ejercicio en los gimnasios. El entrenamiento de fuerza aumentó su popularidad en la década de 1980, desde los años noventa incrementó la cantidad de mujeres entrenando con pesas, influenciadas por programas de entrenamiento como Body for Life: actualmente una de cada cinco mujeres (en EEUU) entrenan con pesas y una de cada diez mujeres entrenan con pesas en Ecuador.

3.3 PRINCIPIOS BÁSICOS

La fuerza es una de las denominadas capacidades físicas básicas y se define como la capacidad de generar tensión intramuscular frente a una resistencia, independientemente de que se genere o no movimiento. Su entrenamiento periódico y sistemático permite obtener diversos beneficios físicos, tales como, agrandamiento muscular (hipertrofia); aumento del consumo energético cuando no se realiza actividad física, lo que facilita la reducción de grasa corporal; mejora del aspecto físico y aumento del autoestima; incremento del contenido mineral del hueso haciéndolo más fuerte y resistente; aumento de la fuerza de las estructuras no contráctiles como tendones y ligamentos; ayuda a prevenir malos hábitos posturales; posibilita importantes adaptaciones neuromusculares; mejora el rendimiento deportivo y es componente esencial de cualquier programa de rehabilitación.

Los factores biomecánicos que condicionan el desarrollo de la fuerza son de tipo genéticos o de constitución, por ejemplo, la longitud de los huesos, los ángulos de inserción del músculo y otros.

Son muchos los factores fisiológicos que influyen en la capacidad de contracción del músculo y por ende en el desarrollo de la fuerza. La eficiencia neuromuscular, la longitud del músculo y el tono muscular son algunos de ellos.

Las fibras musculares junto con las terminaciones nerviosas que las estimulan forman las denominadas unidades motoras. Por esta razón la fuerza de contracción depende del número de unidades motoras activadas. Cuanto mayor sea el número de unidades motoras que intervienen, mayor será la activación de fibras musculares y en consecuencia mayor será la fuerza de contracción. Las ganancias de fuerza son el resultado de la movilización de unidades motoras adicionales para actuar sincrónicamente, facilitando la contracción e incrementando la capacidad del músculo para generar fuerza.

También la longitud del músculo influye en la capacidad de contracción de la musculatura. El músculo se halla en condiciones de realizar mayor fuerza si en el momento previo a la contracción muscular se encuentra ligeramente estirado.

El tono muscular, definido como el grado de tensión intramuscular que determinado músculo presenta en condiciones de reposo, también es un condicionante de la capacidad de contracción muscular ya que las posibilidades de desarrollar tensión disminuyen ante grados elevados de tono muscular.

Hay otros factores que influyen en el desarrollo de la fuerza, tales como, la edad y el sexo. Tanto hombres como mujeres parecen tener la capacidad para aumentar su fuerza durante la pubertad y la adolescencia, alcanzando un nivel máximo entre los 20 y los 25 años, momento en el cual esta capacidad se estabiliza y en algunos casos comienza a declinar. A partir de los 25 años una persona pierde en torno al 1% de su fuerza máxima restante cada año. Por lo tanto, a los 65 años una persona sólo tendrá aproximadamente el 60% de la fuerza que tenía a los 25 años. Esta pérdida de fuerza muscular está sin lugar a dudas relacionada con los niveles individuales de capacidad física. Las personas

más activas o quizá las que siguen realizando un entrenamiento de fuerza tienen una tendencia mucho menor a perder fuerza muscular.

Por razones estructurales y hormonales los hombres consiguen generalmente mayores niveles de fuerza absoluta que las mujeres. Hasta los 11 o 12 años la fuerza se desarrolla de forma paralela con independencia del sexo; por tanto, es prácticamente idéntica entre niños y niñas. A partir de esta edad el desarrollo de la fuerza en los chicos es muy acentuado y termina hacia los 18 o 20 años de edad, 2 o 3 años más tarde con respecto de las chicas, que muestran una estabilización o incluso un ligero retroceso. La diferencia de fuerza en ambos sexos es del 35 al 40%.

Es importante que los estímulos (entrenamientos) generados sean regulares en el tiempo. Unos pocos días de reposo o de entrenamiento reducido no perjudican, incluso mejoran el rendimiento (sobrecompensación), pero a partir de un cierto momento, la reducción del entrenamiento o la inactividad absoluta producirá una reducción en la función y en el rendimiento fisiológico. Si se utilizan estímulos muy espaciados solo se mantiene lo conseguido. Pero si no se utilizan pausas, o ellas son insuficientes el rendimiento disminuye debido al sobreentrenamiento.

Cuando esto ocurre, el estrés del entrenamiento excesivo puede superar la capacidad del cuerpo para recuperarse y adaptarse, lo cual produce más catabolismo (destrucción) que anabolismo (síntesis). Entonces, es importante establecer una correcta correlación entre los esfuerzos y las pausas del entrenamiento dentro del microciclo (semana) y dentro del mesociclo (mes) de entrenamiento. Aplicando correctamente el descanso muscular el rendimiento mejora debido a que los cambios fisiológicos que permiten la adaptación ocurren durante el descanso muscular y no durante el entrenamiento.

Por medio de unas medidas de estiramiento muscular adecuadas es posible evitar o reducir las limitaciones de movilidad condicionales por la edad o por el comportamiento que perjudican, entre otros, al aparato locomotor y a la eficacia del entrenamiento.

Las medidas de estiramiento aplicadas antes del entrenamiento de fuerza sobre todo en forma de estiramiento intermitente activa, sirven para preparar adecuadamente a las exigencias de las secciones musculo-articulares mediante ejercicios neuromusculares, favoreciendo al metabolismo de las articulaciones y músculos y ampliando las posibilidades de la movilidad.

El estiramiento muscular después de los ejercicios de fuerza mejora la capacidad de recuperación muscular (sobre todo el estiramiento intermitente) y contribuye a la relajación psicofísica general (sobre todo, posiciones de estiramiento estático).⁴²

3.4 LEYES DEL ENTRENAMIENTO CON FUERZA.

Existen muchas denominaciones hacia las manifestaciones de fuerza, que implican el desarrollo en diversas formas de ver el entrenamiento de la fuerza muscular, estos responden a las características del proceso de incremento de la fuerza mediante algunas directrices básicas a saber:

- 1) Desarrollo de la flexibilidad articular: El incremento de la flexibilidad permite mayor amplitud de movimiento, con lo cual favorecerá el desarrollo de la fuerza y el aumento de tensión muscular a lo largo de todo el movimiento.

⁴² Zimmermann, S. (2000). "Entrenamiento Muscular". Ed. Untrenpel. 4ta Edición. Barcelona, España.

- 2) Desarrollo de la fuerza de los tendones: Una mejor planificación y trabajo de los tendones, permitirá un proceso de refuerzo, profilaxis y ajuste a las sobrecargas sometida en sus bases y tendones.
- 3) Desarrollo de la fuerza del tronco: Se debe favorecer principalmente el mayor desarrollo de los músculos abdominales y espinales. Todo con la finalidad de evitar posibles desestabilizaciones, asimetrías y/o patologías por sobrecarga.
- 4) Desarrollo de los músculos estabilizadores: Si los músculos estabilizadores son débiles o poco entrenados inhiben la capacidad de contracción de los músculos motores primarios, es por ello que remarcamos la importancia del fortalecimiento y desarrollo muscular de los músculos fijadores o estabilizadores
- 5) Desarrollo multiarticular: En el entrenamiento de la fuerza aplicada, no debemos entrenar solo en forma aislada, sino que debemos entrenar también los músculos en forma multiarticular, es decir varias articulaciones al mismo tiempo (Cadena cinética).

3.5 FASES DEL FORTALECIMIENTO MUSCULAR.

3.5.1 Adaptación anatómica

Después de una fase de transición, cuando la mayoría de los deportistas practican poco entrenamiento de fuerza, es científica y metodológicamente correcto iniciar un programa de entrenamiento de la fuerza para adaptar los rasgos anatómicos al nuevo programa. En esta fase, el principal objeto es hacer participar la mayor parte de los grupos musculares, preparando los músculos, ligamentos y tendones para las largas y exigentes futuras fases del entrenamiento. Es aconsejable realizar un programa de entrenamiento de la fuerza general o que

contenga muchos ejercicios y que tranquilamente sin solicitar al máximo al deportista. Para conseguir los objetivos de esta primera fase, es suficiente emplear cargas del 40% al 60% del máximo, con 8 a 12 repeticiones en dos o tres series, ejecutando los ejercicios a un ritmo entre bajo y medio con pausas de 60 a 90 segundos durante 4 a 6 semanas. En deportistas juveniles y en los no poseen importantes antecedentes de la fuerza, se deben establecer periodos de adaptación anatómica más largos (9-12 semanas).

3.5.2 Hipertrofia

Las fibras o células musculares están compuestas principalmente por pequeños filamentos proteicos, los cuales son parte responsable de la contracción muscular. Estos filamentos llevan el nombre de Actina y Miosina. El tamaño y número de estos filamentos aumentan como resultado del entrenamiento de la fuerza con hipertrofia, haciendo que aumente el diámetro transversal de cada una de las fibras que componen el músculo, generando así un aumento en el tamaño del vientre muscular. Por otro lado, manejar en el entrenamiento una intensidad del 85% permite utilizar, para la contracción muscular, a la glucosa como combustible. Esta glucosa se obtiene a través de la degradación del glucógeno que se encuentra almacenado en el músculo. El descenso de los depósitos de glucógeno muscular como consecuencia del entrenamiento estimula una sobrecompensación de los mismos durante el descanso muscular y junto a una adecuada alimentación. La sobrecompensación de los depósitos de glucógeno muscular que se consigue como consecuencia del entrenamiento y luego de un período largo de tiempo, también influye en el aumento del tamaño de la fibra muscular y por ende del tamaño muscular.

Para maximizar los beneficios del entrenamiento de la fuerza, el estímulo del entrenamiento debe incrementarse progresivamente conforme el cuerpo se adapta al estímulo actual. Nuestro cuerpo responde al entrenamiento adaptándose a la tensión del estímulo del entrenamiento. Si la cantidad de estrés permanece

constante, acabaremos adaptándonos totalmente a este nivel de estimulación y nuestro cuerpo no necesitará otra adaptación.

El único modo de continuar mejorando con el entrenamiento es incrementar progresivamente el estímulo o estrés del entrenamiento. En otras palabras, para aumentar la fuerza de un músculo, hay que obligarle a que trabaje a un nivel más alto al que está acostumbrado. Hay que sobrecargar el músculo. Sin sobrecarga, el músculo será capaz de mantener la fuerza mientras el entrenamiento se efectúe contra una resistencia a la que el músculo esté acostumbrado. No obstante, no se logrará ningún aumento de fuerza. Días y semanas repetidos de esfuerzo máximo mejoran la fuerza.

El entrenamiento de la fuerza con hipertrofia se lleva a cabo al realizar de 4 a 8 repeticiones con el 85% de la carga máxima. Si la mayor carga que un individuo puede manejar para realizar una sola repetición es de 100Kg, estará entrenando la fuerza con hipertrofia al realizar de 4 a 8 repeticiones con 85Kg. El entrenamiento de este tipo de fuerza tiene como objetivo la hipertrofia muscular, o sea, un incremento en el tamaño del músculo como consecuencia de verdaderos cambios estructurales en él.

3.6 OBJETIVOS DEL TRATAMIENTO CON EL FORTALECIMIENTO MUSCULAR

3.6.1 Objetivos curativos

Tienen como finalidad el tratamiento de un déficit muscular secundario a un traumatismo o a una inmovilización prolongada. El objetivo es devolver a los músculos su fuerza, asegurar la movilidad y estabilidad articular y permitir la reincorporación a las actividades de la vida diaria, de ocio o laborales, en las mejores condiciones posibles. En el caso de lesiones musculares o tendinosas, se trata de devolver a esas estructuras su capacidad de resistencia al esfuerzo.

3.6.2 Objetivos preventivos

Se trata de prevenir las recidivas de lesiones ligamentosas, de accidentes musculares o de tendinopatías. Actualmente, el fortalecimiento muscular se indica también en el tratamiento de las lumbalgias crónicas. Permite prevenir, asimismo, las caídas en los ancianos y la amiotrofia tras las inmovilizaciones.

3.6.3 Objetivos paliativos

En este caso, se trata de compensar la pérdida de ciertos músculos. Así Por ejemplo, se fortalecerán los miembros superiores en el caso del paciente parapléjico.

3.7 RESEÑA DE ALGUNAS DEFINICIONES

Es importante recordar algunos términos de mecánica cuyo sentido en el lenguaje coloquial está desvirtuado.

- ✓ La fuerza se define como la capacidad para deformar, desplazar o modificar la trayectoria de un objeto. Su fórmula viene dada por la segunda ley de Newton:
- ✓ La potencia se define como el producto de la fuerza por la velocidad. Se expresa en vatios (W). Refleja el funcionamiento del músculo, sobre todo en los movimientos rápidos.
- ✓ El trabajo se define como el producto de la fuerza por el desplazamiento. se expresa en julios (J). Está relacionado con la capacidad energética del músculo.

3.8 ELEMENTOS QUE COMPONEN UN PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO MUSCULAR Y BENEFICIOS DEL FORTALECIMIENTO MUSCULAR.

3.8.1 Modo de contracción

3.8.1.1 Modo isométrico

✓ *Ventajas*

Permite un fácil control de las tensiones ejercidas sobre el músculo y las estructuras vecinas. Es útil en la recuperación de la amiotrofia. Se adapta muy bien a algunos músculos de tipo tónico que funcionan esencialmente de este modo, como por ejemplo los músculos del tronco.

✓ *Inconvenientes*

Su utilización exclusiva no es válida para los músculos de tipo fásico o mixto. El músculo se fortalece sobre todo en la longitud alcanzada durante el entrenamiento, por lo que se hace necesario variar el ángulo articular.

3.8.1.2 Modo concéntrico

✓ *Ventajas*

Favorece la recuperación en la amiotrofia. Es útil cuando las estructuras musculares o tendinosas son todavía frágiles porque requiere poca intervención de las estructuras pasivas del músculo.

✓ **Inconvenientes**

Los principales inconvenientes se derivan de su utilización de forma exclusiva. Hay pocos músculos y actividades que utilicen únicamente este modo.

3.8.1.3 Modo excéntrico y pliométrico

Tienen mala imagen en el ámbito de la rehabilitación. La idea que se tiene de ellos viene del mundo del deporte, donde se utilizan en niveles de gran intensidad. Sin embargo, estos modos están presentes en muchas de las actividades de la vida diaria. Por ejemplo, durante la marcha la actividad muscular es esencialmente excéntrica o basada en el ciclo estiramiento-relajación, hecho que origina su funcionamiento económico. El descenso de escaleras se lleva a cabo fundamentalmente por el control excéntrico de la cadena de extensores de los miembros inferiores.

Las actividades excéntricas intervienen de manera fundamental en la estabilidad de las articulaciones.

✓ **Ventajas**

Las contracciones excéntricas o pliométricas suelen estar próximas a la función. Permiten fortalecer las estructuras pasivas del músculo.

✓ **Inconvenientes**

Si los ejercicios están mal ajustados, estos modos pueden ser peligrosos. No obstante, los niveles de intensidad son muy inferiores a los utilizados en el deporte.

3.9 INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES

3.9.1 Indicaciones

La elección de los programas dependerá de las cualidades musculares que se deseen desarrollar, de las deficiencias objetivadas, del modo de funcionamiento habitual de los músculos que se han de fortalecer, de la composición de fibras lentas o rápidas y de las actividades específicas del paciente.

3.9.2 Contraindicaciones

La mayoría de las veces son relativas. Ante todo se trata de adaptar bien los ejercicios para evitar que el fortalecimiento muscular sea nocivo.

Las adaptaciones dependen:

- ✓ De la capacidad del músculo y del tendón para resistir las tensiones;
- ✓ De la capacidad de las estructuras óseas o articulares para resistir las tensiones inducidas por el fortalecimiento muscular;
- ✓ De la capacidad del paciente para efectuar los esfuerzos necesarios, como por ejemplo en caso de enfermedades cardiovasculares o por su edad.

3.10 HERRAMIENTAS PARA REALIZAR EL FORTALECIMIENTO MUSCULAR

3.10.1 Resistencia Manual.

Es la más sencilla y la más fácil de poner en marcha. Es muy segura. Las sensaciones del fisioterapeuta, aunque subjetivas, son importantes para el diagnóstico. La resistencia manual permite llevar a cabo contracciones muy analíticas, localizadas en un solo músculo. También permite la activación de grupos musculares, como en los ejercicios, ya clásicos aunque actuales, de Kabat.

Ofrece la posibilidad de trabajar en cualquier modo: isométrico, concéntrico, excéntrico.

Sus inconvenientes principales son:

- ✓ la dificultad para regular de forma precisa la intensidad de la resistencia;
- ✓ la dificultad para programar un trabajo contra mucha resistencia o con series largas.

El trabajo contra resistencia manual es muy útil al inicio. Permite valorar al paciente y observar sus reacciones antes de considerar la aplicación de otras técnicas.

3.10.2 Resistencias Elásticas

Su empleo es fácil y el material es poco costoso. Existen bandas con coeficiente de elasticidad variable que permiten adaptar las resistencias a los objetivos. También se pueden utilizar simples tensores, la mayoría con ajuste de resistencias.

Las características del entrenamiento mediante resistencias elásticas son:

- ✓ posibilidad de trabajar en modo concéntrico, isométrico y excéntrico.

- ✓ la resistencia aumenta con el incremento de la longitud. Así, en el caso de un esfuerzo concéntrico, la resistencia es máxima al final del movimiento, mientras que en el excéntrico la resistencia es máxima al principio del movimiento.
- ✓ posibilidad de realizar un trabajo analítico, o que implique cadenas musculares;
- ✓ posible trabajo tanto en cadena cinética abierta como cerrada, en serie o en paralelo.
- ✓ existe una gran variedad de ejercicios posibles. Todos los grupos musculares pueden ser requeridos.
- ✓ es fácil poner en marcha la autorehabilitación.

3.10.3 Electroestimulación

La electroestimulación (EEM) se utiliza ampliamente, y con fundamento, en rehabilitación en general y especialmente en la de los deportistas lesionados.

La electroestimulación muscular (EEM) o estimulación neuromuscular eléctrica (ENE) o electroestimulación, es la generación de contracción muscular usando impulsos eléctricos. Los impulsos se generan en un dispositivo que se aplica con electrodos en la piel próxima a los músculos que se pretenden estimular. Los impulsos imitan el potencial de acción proveniente del sistema nervioso central, causando la contracción muscular. Los electrodos generalmente se adhieren a la piel. La EEM es una forma de electroterapia o de entrenamiento muscular.

Es muy eficaz en la prevención y el tratamiento de la amiotrofia y es indispensable su instauración precoz. Las corrientes más utilizadas son las de baja frecuencia bifásicas compensadas simétricas. Permiten un reclutamiento espacial importante y al ser corrientes cuyo valor medio es nulo, pueden ser utilizadas sin problemas con material de osteosíntesis.

3.10.4 Entrenamiento con pesas

El entrenamiento con pesas o entrenamiento con cargas es una manera habitual de ejercicio, en el cual se usa la fuerza de gravedad (a través de los discos, las mancuernas, las máquinas con polea y/o palancas) que se opone a la contracción muscular. Realizado propiamente, el entrenamiento con pesas puede proporcionar beneficios funcionales significativos, como: el aumento de tono muscular, el aumento de la masa muscular, la ayuda en la reducción de peso, y una mejora en la salud en general y del bienestar.



Ilustración 6 . Levantamiento de pesas.Arthur Saxon. (1993)

Al igual que en otros tipos de entrenamientos para desarrollar una mayor capacidad de fuerza, en el entrenamiento con pesas el principio fundamental se basa en organizar y realizar repeticiones y series (las cuales indican el porcentaje de esfuerzo muscular a realizar), según sea el objetivo. Así como también hay distintos ejercicios según la(s) zona(s) muscular(es) a desarrollar. Para trabajar las distintas zonas, idealmente las sesiones de entrenamiento deben estar divididas en rutinas o planes de entrenamiento, que incluyan un debido calentamiento (que incluya ejercicios de rotación articular, una activación cardiovascular y estiramientos), así como ejercicios monoarticulares (o de grupos musculares específicos) de los músculos agonistas y antagonistas, así como de los músculos estabilizadores como el abdomen y la zona baja de la espalda o lumbar.⁴³

⁴³ Odd, J. (1995). "Historia de barras, mancuernas y garrotes hindúes". Ed. Paidotrobo. 5ta Edición. Buenos Aires, Argentina.

CAPITULO 4

4. LA PROPIOCEPCION

4.1 INTRODUCCIÓN:

Desde un punto de vista de la medicina deportiva, la coordinación de un movimiento es la organización interna del control óptimo del sistema motor y de sus elementos. El fundamento de la propiedad de coordinación reside en los niveles superiores del sistema nervioso central y subsistemas sensitivomotores.

Así, la coordinación se puede contemplarse como un paraguas que cubre el concepto [de optimización de la coordinación intramuscular e intermuscular y la cooperación para una actividad determinada que comprende mecanismos de regulación internos y externos. Estos mecanismos se alteran en caso de lesión y cesa el procesado de información, lo que puede provocar deterioro del rendimiento y recaída de la lesión.

El tratamiento adecuado de las lesiones deportivas puede ser complejo y difícil para el fisioterapeuta en ocasiones. Para prevenir lesiones deportivas y planificar la rehabilitación tras una lesión articular es esencial comprender la función de propiocepción. Por esta razón crece el uso de los términos (déficit Propioceptivo), (entrenamiento Propioceptivo) y rehabilitación propioceptiva en fisioterapia deportiva.

Definiciones

La propiocepción, muchos expertos la han definido como la información aferente del sentido de posición articular (es decir, la conciencia de la posición o movimiento), mientras otros la entienden en un sentido mas amplio que comprende control neuromuscular). La mayoría de los expertos contemporáneos

definen la propiocepción como una variante especializada del sentido del tacto que comprende la sensación del movimiento articular (cinestecia) y posición articular (sentido de la posición articular).

Durante cualquier movimiento o perturbación voluntaria al andar, correr o saltar, la musculatura mantiene la postura deseable mediante respuestas rápidas en las extremidades inferiores y en parte en las superiores. El control postural depende de mecanismos reflejos que mantienen el centro de masa corporal sobre los pies (equilibrio estático o dinámico). Cualquier cambio súbito de la posición del pie o pies estimula una secuencia de activación muscular dependiente de generadores centrales y programas que interaccionan con reflejos periféricos. La información aferente necesaria para el ajuste fino de los movimientos procede de receptores propioceptivos, visuales, vestibulares y somatosensitivos.

Los receptores somatosensitivos están presentes en los músculos, tendones, articulaciones y otros tejidos. Clásicamente se describen tres tipos: receptores para el dolor, la temperatura y mecanoreceptores. La propiocepción está relacionada principalmente con la sensación de mecanorrecepción que comprende el sentido táctil y de la posición.

También hay dos niveles de propiocepción: consciente (voluntaria) e inconsciente (iniciada por los reflejos). La propiocepción consciente permite una función articular óptima en el deporte, actividades y tareas laborales. La propiocepción inconsciente modula la función muscular e inicia la estabilización refleja de las articulaciones mediante los receptores musculares.

4.2 ÓRGANOS PROPIOCEPTIVOS

Mecanorreceptores:

La comunicación bidireccional entre el sistema sensitivo y el motor es crucial para el control motor. La información visual es uno de los aspectos más importantes de la propiocepción. También es importante la información procedente del aparato Vestibular sobre la posición de la cabeza respecto a la gravedad y de los movimientos de la cabeza. El resto de la información importante sobre el cuerpo la aportan los receptores somatosensitivos. Los receptores sensitivos para la propiocepción presentes en la piel, músculos y articulaciones, así como en ligamentos y tendones, aportan información al SNC sobre la deformación tisular.

Se han identificado con técnicas histológicas terminaciones nerviosas especializadas y mecanorreceptores propioceptivos (corpúsculos de pacini, terminación de Ruffinni, terminaciones similares al órgano tendinoso de Golgi) en la capsula de la articulación de la rodilla, ligamento cruzado anterior, ligamento cruzado posterior, menisco, ligamento colateral peroneo y almohada infrarotuliana.

Función de los mecanorreceptores:

Los mecanorreceptores son neuronas especializadas que transmiten información sobre la información mecánica (p. ej., rotación articular por cambio de postura y movimiento) en forma de señales eléctricas. La estimulación de estos receptores provoca contracción muscular refleja alrededor de la articulación como control de adaptación a los movimientos bruscos de aceleración o desaceleración.

Cada uno de los cinco tipos de mecanorreceptores señalados responde a estímulos diferentes y transmiten información aferente específica que modifica la función neuromuscular. Todos los receptores necesitan un estímulo para cambiar

su potencial de membrana, que produce un potencial de acción que viaja hasta el SNC. Por ejemplo, se cree que la tensión longitudinal en un ligamento provoca compresión del tejido conjuntivo y estimula los mecanorreceptores. También es posible estimular los mecanorreceptores mediante un cambio en la longitud muscular, como la velocidad de cambio de tensión y longitud. La deformación mecánica de un receptor estira la membrana y abre los canales iónicos. Esto permite que los iones con carga positiva entren en la célula, lo que provoca un efecto despolarizante neto que genera un potencial en el receptor. Los mecanorreceptores detectan deformación del propio receptor o de las células adyacentes.

Los mecanorreceptores tienen distintas características de adaptación relacionadas con su respuesta a un estímulo. Los mecanorreceptores de adaptación rápida (AR) (corpúsculos de paccini) disminuyen su frecuencia de descarga hasta la extinción a los pocos milisegundos del inicio de un estímulo continuo. Los mecanorreceptores de adaptación lenta (AL) (Terminaciones de Ruffini y órganos tendinosos de Golgi) mantienen la descarga en la respuesta a un estímulo continuo.

Los mecanorreceptores AR son muy sensibles a los cambios de estimulación, por lo que se cree que transmiten la sensación de movimiento articular. Los mecanorreceptores AR pueden ser más importantes en algunos deportes con cambios bruscos de dirección como pivote, desplazamientos, placajes, etc. Los mecanorreceptores AL reciben estimulación máximas en determinados ángulos determinado, por lo que se cree que transmiten la sensación de posición articular. La estimulación de estos receptores produce una contracción muscular refleja alrededor de la articulación. Cuando no se produce tensión (o carga) capsuloligamentosa en la articulación (zona medial del arco de posición), las neuronas aferentes están inactivas y no intervienen en la propiocepción.

El huso muscular es un receptor AL fusiforme complejo presente en el musculo estriado. Mediante aferentes y eferentes para las fibras musculares intrafusuales, el huso muscular puede detectar tensión muscular en un amplio intervalo de longitud muscular extrafusual. El reflejo de estiramiento monosimpatico comprende el huso muscular conectado a fibras nerviosas, así como el órgano tendinoso de Golgi conectado a fibras Ib. Durante una perturbación rápida como traspíe o caída, los reflejos monosimpáticos están ausentes y se produce una compensación como consecuencia de transmisión de fibras II y III de husos musculares secundarios. Estas se conectan mediante un sistema reflejo polisimpático para generar la respuesta apropiada. La contribución de la información visual y Vestibular a estos reflejos es mínima. La gravedad y la presión en las articulaciones y sobre la piel plantar puede ser fundamental para estos reflejos.

4.3 PROPIOCEPCIÓN DE LA RODILLA.

La presencia de neuroceptores en la articulación de la rodilla humana fue detectada por Rauber hace más de 100 años, mientras que la presencia de numerosos mecanorreceptores en el LCA humano quedo confirmada en los años ochenta del siglo XX.



Ilustración 7 . Propiocepción de la rodilla. Prentice, W. (2001)

La inervación aferente de las articulaciones está basada en receptores periféricos localizados en estructuras articulares, musculares y cutáneas. Los receptores articulares consisten en terminaciones nerviosas libres y mecanorreceptores propioceptivos. Los mecanorreceptores identificados con técnicas histomorfológicas en el LCA, LCP, menisco, ligamento colateral peróneo y almohadilla grasa inferrotuliana son terminaciones de Ruffini, corpúsculos de Pacini y órganos tendinosos de Golgi.

La propiocepción de la articulación de la rodilla es esencial para una movilidad y estabilidad articular apropiada y procede de receptores localizados en estructuras musculares, tendinosas, cutáneas y articulares. La información sensitiva de estos receptores afecta a la actividad de las motoneuronas gamma, que a su vez afecta a las aferentes del huso muscular.

Los receptores articulares participan en la regulación continua de la rigidez muscular articular alrededor de la articulación. De este modo, una propiocepción defectuosa puede provocar inestabilidad articular, al menos teóricamente. La propiocepción puede tener una función protectora en las lesiones agudas de rodilla, mediante protección muscular refleja. Kennedy y cols. (1982) plantearon la hipótesis de que la pérdida de retroregulación de los mecanorreceptores por rotura ligamentosa contribuye a un círculo vicioso de pérdida de protección muscular refleja, lesión mayor y menor repetitiva y laxitud progresiva.

El arco reflejo protector iniciado por mecanorreceptores y receptores en el huso muscular es mucho más rápido que el arco reflejo iniciado por nociceptores (70-100 m/s frente a 1 m/s). Así, la propiocepción puede ser más importante que la sensación dolorosa para prevenir una lesión aguda.

Los mecanorreceptores hallados en el LCA y ligamentos colaterales son un elemento relevante de la compleja red nerviosa de la propiocepción. Tras una lesión del LCA, el patrón de marcha de la rodilla con insuficiencia LCA se altera,

probablemente por cambios de la propiocepción. Los déficits propioceptivos tras rotura del LCA pueden predisponer a otra lesión u pueden contribuir a causar enfermedad articular degenerativa por desgaste anormal del cartílago debido a la alteración del patrón de marcha de una articulación con sensibilidad alterada.

Además de la alteración mecánica de estructuras articulares tras una lesión, la pérdida de propiocepción puede tener un efecto pronunciado en el control neuromuscular y en sus actividades cotidianas. Parece que los mecanismos de retroregulación neurológica originados en estructuras articulares y musculotendinosas son un elemento importante para el mantenimiento de la estabilidad articular funcional. La desaferenciación articular se produce tras una lesión de las estructuras capsuloligamentosas. Esto contribuye a las alteraciones de la cinestecia y sentido de posición articular y aumenta los cambios degenerativos articulares porque puede alterarse la vía refleja medular.

La mayoría de los estudios clínicos sobre propiocepción en articulación de la rodilla han evaluado rodillas con insuficiencia o con reconstrucción del LCA. Existe un hallazgo inequívoco en estos estudios incluso cuando se emplean métodos de evaluación de la capacidad propioceptiva totalmente diferentes: los pacientes con rotura del LCA tiene una propiocepción en la articulación de la rodilla significativamente peor que las personas sanas.

Las interrupciones de la vía aferente en las que participan de forma parcial los mecanorreceptores pueden contribuir también de modo significativo a un patrón insidioso de microtraumatismo y recaída de la lesión. Se demostró que la inhibición del arco reflejo que provoca reducción de la estabilidad muscular refleja por insuficiencia del LCA. Además se comprobó una recuperación parcial de la conciencia cenestésica en pacientes con reconstrucción del LCA mediante técnica Maelntosk-Jones modificada. Este estudio indica que la propiocepción, junto con la excelencia clínica de la reparación y el restablecimiento de la estabilidad, es otro factor relevante en el resultado de la reconstrucción del LCA. (Barret, 1991)

La reconstrucción del LCA consigue siempre el resultado esperado. El éxito tras una reconstrucción ligamentosa puede depender no solo de la tensión o

resistencia de la reconstrucción, sino también de la calidad de la recuperación de la propiocepción. Parece que una estabilidad adecuada es esencial para la ligamentización posterior y recuperación de la propiocepción.⁴⁴

4.3.1 Los Propioceptores

Son aquellos receptores cuya principal función es intervenir en la regulación motora. Participan en la autorregulación de la postura y el movimiento. Los Propioceptores musculares son mecanorreceptores que informan de la longitud y tensión muscular señalando la calidad y cantidad de la extensión así como la tensión muscular, y los Propioceptores cinestésicos proporcionan información de la posición relativa de las partes corporales e intensidad del movimiento en un instante dado. Sin embargo, el componente consciente de la propiocepción o imagen del cuerpo es sintetizado con información que procede de los receptores que se encuentran dentro y alrededor de las articulaciones, de los receptores para el tacto en la piel y de los receptores de presión.

4.4 PROPIOCEPTORES MUSCULARES

Los músculos esqueléticos y sus tendones poseen receptores sensoriales especializados, los husos musculares y los órganos tendinosos de golgi, que descargan potenciales de acción cuando el músculo es estirado o se contrae. Estos receptores proporcionan al sistema el control del movimiento las necesarias señales de retroalimentación, informándole de la longitud y tensión muscular. Contribuyen a la propiocepción y son de extraordinaria importancia para el control motor.

⁴⁴ Frontera, W. Herring, S. Michelli, L. Silver, J. (2008). "Medicina Deportiva Clínica". Ed. Panamericana. 5ta Edición. Buenos Aires, Argentina.

4.4.1 Huso Muscular

Es el receptor más complejo de la localización intramuscular. Cada huso se compone de fascículos alargados, con una cantidad variable de delgadas fibras musculares estriadas atípicas, denominadas fibras intrafusales, que están encerradas en una capsula de tejido conjuntivo. El huso forma una estructura fusiforme de unos 4-7 mm de largo y unos 80-200 μm de ancho, localizada profundamente en la masa muscular. El tejido conectivo que lo rodea esta adherido en los extremos del huso al endomisio de las fibras musculares normales, las fibras extrafusales. En sus extremos las fibras intrafusales son estriadas y contráctiles, y en la zona ecuatorial existe un acumulo de núcleos celulares y faltan las miofibrillas. Esta zona central no es contráctil; únicamente lo son los dos extremos distales que contienen miofibrillas de estriación transversal.

El huso muscular contiene dos tipos de fibras intrafusales, las fibras nucleares saculares y las nucleares en cadena. Las fibras nucleares saculares son más largas y gruesas y contienen grandes grupos de núcleos localizados centralmente, mientras que las fibras nucleares en cadena son más cortas y delgadas y poseen menor cantidad de núcleos que además están en las regiones centrales. Un huso típico contiene dos fibras nucleares saculares y cuatro o cinco fibras nucleares en cadena.

Los husos musculares se encuentran distribuidos por la masa muscular esquelético (extrafusar). A partir de los polos del huso, se originan filamentos tendinosos lagos que se extienden hacia cada extremo del musculo, donde se insertan sobre los tendones. Ante la distensión y el acortamiento del musculo, la disposición en paralelo de las fibras intra y extrafusales hace que sean afectadas del mismo modo. Cuando el musculo se estira, el huso muscular también lo hace, y cuando las fibras extrafusales se contraen, el huso muscular se relaja, a menos que también se contraigan las fibras intrafusales.

Función de los Husos Musculares

El huso es un receptor tónico de descarga continua, incluso cuando el musculo esta en reposo. Detecta el estiramiento muscular y su función es corregir cambios de la longitud del musculo cuando se produce estiramiento o acortamiento de las fibras extrafusales. Su estimulo adecuado es el estiramiento muscular, lo que implica que aumenta la longitud de la porción central si se produce el estiramiento del musculo en que están insertados. Tras el estimulo las inervaciones anuloespirales dan dos tipos de respuestas, una dinámica que identifica la velocidad de cambio y otra estática que indica la longitud, mientras que las terminaciones en rosetón solo dan respuesta estática, identificando únicamente la longitud. En el momento en que el musculo comienza a estirarse, las fibras aumentan la frecuencia de descarga y, cuando el estiramiento cesa, la descarga disminuye, aunque sigue siendo superior a la de reposo.

1. Respuesta Dinámica: las aferencias sensitivas no solo informan de una nueva longitud del musculo, sino también de la rapidez con la que se realiza el cambio, lo que implica mayor frecuencia de descarga a mayor velocidad de cambio.
2. Respuesta Estática: el receptor anuloespiral y el receptor en rosetón (II) informan de las variaciones en la longitud del musculo: a mayor longitud, mayor frecuencia de descarga en las aferencias.
3. Descarga tónica: En reposo existe una descarga de baja frecuencia de la fibra, que aumenta con la extensión. Ahora bien, la descarga tónica puede estar disminuida o aumentada.

La descarga tónica puede estar aumentada por dos causas: (1) por contracción de los extremos de las fibras intrafusales, debido a la activación de las motoneuronas y, que incrementa su sensibilidad y facilita su respuesta. Por tanto,

el estiramiento del musculo y la descarga de las motoneuronas y pueden darse a la vez y producir una respuesta mayor, ya que los receptores del huso en este caso son más sensibles y su respuesta esta facilitada.(2) también puede estar aumentada por extensión de las fibras extrafusales.

4.4.2 Órgano tendinoso de Golgi

Órgano tendinoso de Golgi de un tendón calcáneo de humano. El órgano tendinoso de Golgi (también llamado órgano de Golgi, órgano neurotendinoso o huso neurotendinoso) es un órgano receptor sensorial propioceptivo situado específicamente en los tendones de los músculos esqueléticos (próximo a la unión musculotendinosa).

El órgano tendinoso de Golgi no debe ser confundido con el aparato de Golgi, que es un orgánulo presente en las células eucariotas y que pertenece al sistema de endomembranas del citoplasma celular, ni con el método de Golgi, que corresponde a una técnica histológica para la tinción de somas neuronales.

Anatomía

El cuerpo del órgano tendinoso de Golgi se encuentra conformado por hebras de colágeno, las que se encuentran conectadas en un extremo con fibras musculares, y en el otro extremo con el tendón propiamente dicho. Cada órgano tendinoso de Golgi es innervado por una fibra sensorial de tipo Ib (un axón aferente), que se ramifica y termina como extremos espirales alrededor de las hebras de colágeno. La fibra sensorial de tipo Ib posee un axón mielínico de gran diámetro. Cada órgano tendinoso de Golgi se encuentra encerrado dentro de una cápsula fibrosa, la cual contiene un extenso número de fascículos tendinosos (fascículos intrafusales). Una o más fibras nerviosas perforan los lados de la cápsula y pierden sus envolturas medulares; los cilindroejes se subdividen y finalizan entre las fibras tendinosas en discos irregulares o várices.

Función

Durante la contracción muscular, las hebras de colágeno se estiran y el músculo se acorta. El órgano tendinoso de Golgi envía impulsos cuando el músculo se alarga. Esta distensión deforma los terminales de la fibra sensorial de tipo Ib, ante lo cual se abren los canales catiónicos sensibles a la distensión. Como resultado, el axón se despolariza y se disparan potenciales de acción que desencadenan el impulso nervioso hacia el sistema nervioso central, por medio de la médula espinal. La frecuencia del potencial de acción señala la fuerza que es convertida dentro del músculo.

La retroalimentación sensorial juega un importante rol en los reflejos espinales y en el control central de la contracción muscular. Específicamente, se postula que porque un órgano tendinoso de Golgi existe en conexión serial con las fibras musculares, se puede medir la tensión que cada contracción del músculo realiza. El axón aferente de tipo Ib realiza sinapsis con la interneurona dentro de la médula espinal y además retransmite la información hacia el cerebro. Uno de los principales reflejos espinales que recibe la entrada de información de la fibra sensorial de tipo Ib es el reflejo de inhibición autogénica, el que se involucra en la regulación de los perfiles de fuerza de las contracciones musculares continuas.

Las vías aferentes (o ascendentes) con destino hacia el cerebelo son los tractos espinocerebelosos anterior y posterior, los que se encuentran involucrados en la regulación cerebelar del movimiento.⁴⁵

⁴⁵ Guyton, A.Hal, J. (2006). "Tratado de fisiología médica": Ed.Elsevier. 11.ª edición. Madrid, España.

4.5 RECEPTORES ARTICULARES:

Todas las articulaciones poseen una cavidad cerrada, rellena con un fluido (liquido sinovial) que lubrica la superficie ósea articular y las estructuras del tejido conectivo que unen ambos huesos. Tanto la capsula como los ligamentos (cuya función es mantener los huesos en su posición) se hallan provistos de receptores. Se han identificado los siguientes:

- ✓ Detectores de movimientos pasajeros: son mecanorreceptores con fibras mielínicas tipo II, y apariencia de corpúsculos de Pacini. Se encuentran en la capsula e informan de fenómenos mecánicos pasajeros, descargando cuando existe movimiento, sin importar la dirección con una respuesta que es siempre breve ya que se adaptan rápidamente.
- ✓ Detectores de velocidad: Al igual que los anteriores, están unidos a grandes fibras mielinizadas. Aumentan la frecuencia de descarga con la velocidad del movimiento. Su morfología es desconocida.
- ✓ Detectores de posición y velocidad: las terminaciones de Ruffini tipo 1 se encuentran en la capsula y responden al estiramiento con descargas con adaptación lenta. En los ligamentos se encuentran las terminaciones de Golgi tipo III, fibras mielínicas con una densa arborización. Detectan la posición de la articulación en ausencia de movimiento; durante el movimiento, su descarga depende de la velocidad.

Los de tipo IV son terminaciones nerviosas libres de fibras amielínicas, parecidas a las de la piel (fibra C y A, con una diámetro de unas 4 μm). Responden solo a estímulos dolorosos.

Esta abundante inervación sugiere que la información sensitiva de las articulaciones puede contribuir al sentido de la posición, habiendo cada vez, al

respecto, mas pruebas de la contribución de los receptores musculares a la cinestesia. Informan de la posición de los miembros respecto al cuerpo (sentido posicional).⁴⁶

4.6 IMPORTANCIA DEL ENTRENAMIENTO DEL SISTEMA PROPIOCEPTIVO

Generalidades

Además de constituir una fuente de información somatosensorial a la hora de mantener posiciones, realizar movimientos normales o dentro de la práctica deportiva, cuando sufrimos una lesión articular, el sistema propioceptivo se deteriora produciéndose un déficit en la información propioceptiva que le llega al sujeto. De esta forma, esa persona es más propensa a sufrir otra lesión. Además, disminuye la coordinación en el ámbito deportivo.

El sistema propioceptivo puede entrenarse a través de ejercicios específicos para responder con mayor eficacia de forma que nos ayuda a mejorar la fuerza, coordinación, equilibrio, tiempo de reacción ante situaciones determinadas y, como no, a compensar la pérdida de sensaciones ocasionada tras una lesión articular para evitar el riesgo de que ésta se vuelva a producir.

Es sabido también que el entrenamiento propioceptivo tiene una transferencia positiva de cara a acciones nuevas similares a los ejercicios que hemos practicado.

A través del entrenamiento propioceptivo, el atleta aprende sacar ventaja de los mecanismos reflejos, mejorando los estímulos facilitadores aumentan el rendimiento y disminuyendo las inhibiciones que lo reducen. Así, reflejos como el

⁴⁶ Cuenca M. (2006). "Fundamentos de Fisiología". Ed. Masson. 7ma Edición. Barcelona, España.

de estiramiento, que pueden aparecer ante una situación inesperada (por ejemplo, perder el equilibrio) se pueden manifestar de forma correcta (ayudan a recuperar la postura) o incorrecta (provocar un desequilibrio mayor). Con el entrenamiento propioceptivo, los reflejos básicos incorrectos tienden a eliminarse para optimizar la respuesta.

Entrenamiento propioceptivo y fuerza

Todo incremento en la fuerza es resultado de una estimulación neuromuscular. Con relación a la fuerza, enseguida solemos pensar en la masa muscular pero no olvidemos que ésta se encuentra bajo las órdenes del sistema nervioso. Resumidamente, es sabido que para la mejora de la fuerza a través del entrenamiento existen adaptaciones funcionales (sobre la base de aspectos neurales o nerviosos) y adaptaciones estructurales (sobre la base de aspectos estructurales: hipertrofia e hiperplasia, esta última sin evidencias de existencia clara en personas).

Los procesos reflejos que incluye la propiocepción estarían vinculados a las mejoras funcionales en el entrenamiento de la fuerza, junto a las mejoras propias que se pueden conseguir a través de la coordinación intermuscular y la coordinación intramuscular.

1. coordinación intermuscular: haría referencia a la interacción de los diferentes grupos musculares que producen un movimiento determinado.
2. coordinación intramuscular: haría referencia a la interacción de las unidades motoras de un mismo músculo.

Entrenamiento propioceptivo y flexibilidad

El reflejo de estiramiento desencadenado por los husos musculares ante un estiramiento excesivo provoca una contracción muscular como mecanismo de protección (reflejo miotático). Sin embargo, ante una situación en la que realizamos un estiramiento excesivo de forma prolongada, si hemos ido lentamente a esta posición y ahí mantenemos el estiramiento unos segundos, se anulan las respuestas reflejas del reflejo miotático activándose las respuestas reflejas del aparato de Golgi (relajación muscular), que permiten mejoras en la flexibilidad, ya que al conseguir una mayor relajación muscular podemos incrementar la amplitud de movimiento en el estiramiento con mayor facilidad.

Para activar aún más la respuesta refleja del aparato de Golgi, existen determinadas técnicas de estiramientos basadas en los mecanismos de propiocepción, de forma que en la ejecución del estiramiento, asociamos periodos breves en los que ejercemos contracciones de la musculatura agonista que queremos estirar, alternados con periodos de relajación. Los periodos de tensión, activarán los receptores de Golgi aumentando la relajación subsiguiente y permitiendo un mejor estiramiento. Un ejemplo sería los estiramientos postisométricos o en “tensión activa”.

Entrenamiento propioceptivo y coordinación

La coordinación hace referencia a la capacidad que tenemos para resolver situaciones inesperadas y variables y requiere del desarrollo de varios factores que, indudablemente, podemos mejorar con el entrenamiento propioceptivo, ya que dependen en gran medida de la información somatosensorial (propioceptiva) que recoge el cuerpo ante estas situaciones inesperadas, además de la información recogida por los sistemas visual y vestibular.

Estos factores propios de la coordinación que podemos mejorar con el entrenamiento propioceptivo son:

✓ ***Regulación de los parámetros espacio-temporales del movimiento***

Se trata de ajustar nuestros movimientos en el espacio y en el tiempo para conseguir una ejecución eficaz ante una determinada situación. Por ejemplo, cuando nos lanzan una pelota y la tenemos que recoger, debemos calcular la distancia desde la cual nos la lanzan y el tiempo que tardará en llegar en base a la velocidad del lanzamiento para poder ajustar nuestros movimientos. Ejercicios buenos para la mejora de los ajustes espacio-temporales son los lanzamientos o pases con objetos de diferentes tamaños y pesos.

✓ ***Capacidad de mantener el equilibrio***

Tanto en situaciones estáticas como dinámicas. Eliminamos pequeñas alteraciones del equilibrio mediante la tensión refleja muscular que nos hace desplazarnos rápidamente a la zona de apoyo estable. Una vez que entrenamos el sistema propioceptivo para la mejora del equilibrio, podremos conseguir incluso anticiparnos a las posibles alteraciones de éste con el fin de que no se produzcan (mecanismo de anticipación). Ejercicios para la mejora del equilibrio serían apoyos sobre una pierna, verticales, pino, oscilaciones y giros de las extremidades superiores y tronco con apoyo sobre una pierna, mantenimiento de posturas o movimientos con apoyo limitado o sobre superficies irregulares, ejercicios con los ojos cerrados.

✓ ***Sentido del ritmo***

Capacidad de variar y reproducir parámetros de fuerza-velocidad y espaciotemporales de los movimientos. Al igual que los anteriores, depende en gran medida de los sistemas somatosensorial, visual y vestibular. En el ámbito

deportivo, podemos desglosar acciones motoras complejas propias de un deporte en elementos aislados para mejorar la percepción de los movimientos y después integrarlos en una sola acción. Es importante seguir un orden lógico si separamos los elementos de una acción técnica. Por ejemplo, en la batida de voleibol, podemos separar el gesto en los pasos de aproximación – descenso del centro de gravedad flexionando piernas a la vez que echamos los brazos atrás – despegue – armado del brazo – golpeo final al balón.

✓ ***Capacidad de orientarse en el espacio***

Se realiza, fundamentalmente, sobre la base del sistema visual y al sistema propioceptivo. Podríamos mejorar esta capacidad a través del entrenamiento de la atención voluntaria (elegir los estímulos más importantes).

✓ ***Capacidad de relajar los músculos***

Es importante, ya que una tensión excesiva de los músculos que no intervienen en una determinada acción puede disminuir la coordinación del movimiento, limitar su amplitud, velocidad, fuerza, utilizamos ejercicios en los que alternamos periodos de relajación-tensión, intentando controlar estos estados de forma consciente. En alto nivel deportivo, buscaremos la relajación voluntaria ante situaciones de gran estrés que después puedan transferirse a la actividad competitiva

CAPITULO V

5. IMPORTANTE PATOLOGÍAS QUE AFECTAN A LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA

5.1 LESIONES DE LIGAMENTOS

Junto con las lesiones meniscales, las lesiones de ligamentos o esguinces de la rodilla son las más frecuentes de producirse en traumatismos de esta articulación. Los ligamentos juegan un rol muy importante en la estabilidad de la rodilla y por lo tanto su ruptura llevará a una inestabilidad ya sea aguda o crónica.

La estabilidad de la rodilla está mantenida por elementos anatómicos pasivos, entre los cuales se encuentran los ligamentos, cuya lesión dará signos de laxitud en distintos planos y consecuentemente inestabilidad articular, y por otra parte elementos anatómicos activos representados fundamentalmente por los músculos. De este hecho cabe comprender que una rodilla puede ser laxa pero estable o, a la inversa, puede ser inestable sin ser laxa.

Del punto de vista funcional las estructuras ligamentosas de la rodilla pueden ser agrupadas en tres:

Un pivote central formado por el ligamento cruzado anterior (L.C.A.) y el ligamento cruzado posterior (L.C.P.).

Un compartimiento interno constituido por las estructuras mediales donde encontramos el ligamento lateral interno (L.L.I.), formado por un fascículo profundo y uno superficial, y los ligamentos oblicuo posterior y el tendón reflejo del semimembranoso.

Un compartimiento externo formado principalmente por el ligamento lateral externo (L.L.E.), y los tendones del músculo poplíteo y el tendón del músculo bíceps.

Entre los mecanismos de lesión los ordenaremos en cinco situaciones:

1. Mecanismo con rodilla en semiflexión, valgo forzado, y rotación externa de la tibia: puede producir una lesión del L.L.I., ruptura meniscal interna y ruptura del L.C.A. Este conjunto de lesiones corresponde a la llamada "triada maligna de O'Donogue".
2. Mecanismo con rodilla en ligera flexión, varo forzado y rotación interna de la tibia que provocara una lesión de L.C.A., luego una lesión de L.L.E. y ruptura meniscal interna o externa.
3. Mecanismo con rodilla en extensión y valgo forzado que provocara una lesión del L.L.I. y secundariamente una lesión del L.C.A. o del L.C.P.
4. Mecanismo con rodilla en extensión y varo forzado que producirá una lesión de L.L.E. y de L.C.P. y L.C.A.

En el plano frontal puro, un choque directo en la cara anterior de la rodilla puede provocar una lesión de L.C.P., o una hiperextensión brusca puede provocar una lesión pura de L.C.A.

Estas lesiones pueden clasificarse en tres grados:

Esguince grado 1: simple distensión del ligamento.

Esguince grado 2: ruptura parcial del ligamento.

Esguince grado 3: ruptura total del ligamento o avulsión de su inserción ósea.

Será importante averiguar sobre el mecanismo que produjo la lesión, después del cual el paciente presentará dolor e incapacidad funcional, que pudo acompañarse de un ruido al romperse el ligamento, o ser seguido de una sensación de inestabilidad o falla a la marcha.

Al examen físico se encontrará una rodilla con dolor, en posición antiálgica en semiflexión, impotencia funcional relativa a la marcha, con signos de hemartrosis en caso de haber lesión de ligamentos cruzados, o sin derrame en caso de lesión aislada de ligamentos laterales; el dolor puede ser más intenso en los puntos de inserción de los ligamentos laterales o en el eventual sitio de su ruptura y el signo más patognomónico de lesión de los ligamentos laterales será la existencia del signo del bostezo, ya sea medial o lateral, que debe ser buscado en extensión completa y en flexión de 30°.

En caso de lesión de los ligamentos cruzados, serán positivos el signo del cajón anterior en caso de lesión de L.C.A., o del cajón posterior en caso de lesión del L.C.P.; en presencia de una lesión de L.C.A. aguda, el signo del cajón anterior puede ser negativo y deberá buscarse simultáneamente el signo de Lachman. Otro signo que puede ser positivo en presencia de ruptura del L.C.A. es el signo del jerk test o pivot shift.

El estudio radiológico en dos planos permitirá descartar la existencia de fracturas o arrancamientos óseos a nivel de las inserciones de los ligamentos; el estudio radiológico dinámico en varo y o valgo forzado, idealmente con anestesia, será de gran utilidad para evidenciar la ruptura de ligamentos laterales, obteniéndose una apertura anormal de la interlínea articular interna o externa, o un desplazamiento anterior o posterior en caso de ruptura de ligamentos cruzados. La calcificación de la inserción proximal del L.L.I. producida por la desinserción del ligamento en el cóndilo femoral interno, lleva el nombre de enfermedad de Pellegrini-Stieda.

El diagnóstico inicial es muchas veces difícil, por el dolor y por lo habitual de lesiones combinadas y asociadas a lesiones meniscales (frecuente la lesión del L.L.I. y menisco interno, por ejemplo), pero del punto de vista ligamentario, el clínico debiera tratar de precisar si la lesión afecta a las estructuras periféricas del compartimiento interno o externo, o si afecta a los ligamentos cruzados (el L.C.A. es el más frecuentemente lesionado, siendo el L.C.P. sólo ocasionalmente afectado).

La evolución natural de una ruptura de ligamentos llevará a una inestabilidad crónica de rodilla, que provocará en el paciente la sensación de inseguridad en su rodilla, la presencia de fallos, episodios de hidroartrosis a repetición, impidiéndole una actividad deportiva y aun limitación en muchas actividades de la vida sedentaria.

En las lesiones de ligamentos laterales grados 1 y 2, el tratamiento es fundamentalmente ortopédico con rodillera de yeso por un plazo de 3 semanas, y deambulación tan pronto el dolor haya cedido; recordar de iniciar inmediatamente ejercicios isométricos de cuádriceps con el paciente enyesado. Una vez retirado el yeso deberá continuar con fisioterapia y ejercicios según lo establezca la condición del paciente. En las lesiones grado 3 con ruptura de ligamentos, la indicación será quirúrgica mediante sutura o fijación con grapas del ligamento desinsertado, siempre acompañado de inmovilización enyesada y rehabilitación precoz.

Las lesiones del L.C.A. plantean una controversia terapéutica que deberá ser analizada para cada paciente, considerando su edad, actividad general, laboral y deportiva, y el grado de inestabilidad de su rodilla; una ruptura de L.C.A. puede ser compensada por los elementos estabilizadores activos (fundamentalmente musculatura de cuádriceps e isquiotibiales), especialmente en adultos mayores, de actividad sedentaria. En caso del diagnóstico precoz de una ruptura de L.C.A. aguda en un paciente joven y deportista, la indicación será la reparación

inmediata, y en éste sentido ha sido de gran utilidad el uso de la técnica artroscópica, tanto para confirmar el diagnóstico como para intentar la re inserción.

5.1.1 Clasificación de las lesiones de los ligamentos de la rodilla:

1. Grado I: se trata habitualmente de una rotura o de un estiramiento menor del ligamento con una laxitud detectable menor de 5mm.
2. Grado II: corresponde a una rotura parcial del ligamento (del 50 al 75%) con una laxitud detectable de 5 a 10mm.
3. Laxitudes aisladas: afectan a un plano
4. Laxitudes combinadas: afectan a más de un plano; se trata habitualmente de inestabilidad rotacional (p. ej., inestabilidad rotatoria anterolateral, rotatoria posterolateral y rotatoria posteromedial).
5. Luxaciones de la rodilla: se clasifican de acuerdo con el desplazamiento de la tibia en relación al fémur.⁴⁷

5.1.1.1 Lesiones de rodilla: ligamentos cruzados

Se llama ligamento cruzado a cada una de las dos cuerdas que unen el hueso del fémur con el hueso de la tibia, en la profundidad de la articulación de la rodilla. El cruzado anterior comienza en la parte trasera del fémur y acaba en la parte delantera de la tibia. El cruzado posterior tiene una dirección contraria, es decir, comienza en la parte delantera del hueso femoral, y acaba en la parte trasera del tibial. En cambio, los ligamentos colaterales se disponen por fuera de la articulación

⁴⁷ Eastman, A. Rosenbaum, D. Thal, E. (2010.) "Manual Parkland de traumatología".Ed. Elsevier. 14va Edición. Madrid, España.

El dolor de la rotura de un ligamento cruzado desaparece en días o semanas. Si no se trata adecuadamente, la inestabilidad residual provocará dolor, pero ya por roce de cartílagos o roturas meniscales.

La función de estas cuerdas es dar estabilidad a la rodilla, evitando que la pierna se mueva hacia delante o hacia atrás, cuando la sometemos a un esfuerzo.

Las lesiones de los ligamentos se llaman esguinces, y constituyen un desgarro de éstos. Pueden ser de alguna de sus fibras (rotura parcial) o de todas (rotura completa). La gravedad del esguince la indica el grado de movilidad anormal de la rodilla al explorarla.

El cruzado anterior es el que con más frecuencia se rompe, y se produce normalmente en los deportistas que sufren una torcedura, muchas veces por desplazar el cuerpo respecto a la pierna que está fija en el suelo: aterrizar de un salto, bloquearse un esquí, entrada fuerte de un contrario en el fútbol, etc.

El cruzado posterior se rompe menos a menudo, y es más frecuente por accidentes de tráfico, en los que la parte delantera del hueso tibial se golpea. La tibia se desplaza hacia atrás y rompe el cruzado que intenta frenar ese movimiento: por ejemplo, en impactos contra el parachoques del automóvil, o contra el salpicadero; o en caídas de moto.

Los desgarros se notan en el momento como un chasquido, seguido de dolor. Se puede tener la sensación de desencajamiento, aunque luego desaparece.

Es habitual que se produzca un derrame, al ser estructuras interiores de la articulación. El derrame del cruzado anterior aparece en las tres primeras horas, y suele ser importante.

Las roturas del cruzado posterior pueden provocar un hematoma en la zona del pliegue de la rodilla (hueco poplíteo). Si la rotura es escasa, no suele provocar la sensación de inestabilidad, es decir, de que la rodilla se mueve de forma anormal y no la controla, al andar.

En las roturas graves del cruzado anterior, esta sensación mejora hasta aparentemente desaparecer, pero cuando el paciente retorne a la actividad deportiva volverá a sentirla, definiéndola como si la rodilla se fuera hacia delante.

En las roturas graves del cruzado posterior, la sensación de inestabilidad es mucho más rara. El dolor de la rotura de un cruzado desaparece en días o semanas. Si no se trata adecuadamente, la inestabilidad residual provocará dolor, pero ya por roce de cartílagos o roturas meniscales.

Se debe realizar una exploración completa de ambas rodillas, para comparar los hallazgos y descartar otras lesiones asociadas. Si el derrame abomba mucho la rodilla, el líquido deberá extraerse. En el 95% de los casos de derrame que contiene sangre (el llamado hemartros), se encuentra una rotura de ligamento cruzado anterior.

Recién producida la lesión, la rodilla puede doler demasiado para permitir la exploración. En este caso, se puede anestesiarse localmente la rodilla y proseguir la exploración, o bien inmovilizar la rodilla con una o dos bandas de yeso (férulas), durante unos 10 días aproximadamente, para que disminuya el dolor.

5.1.1.2 Lesiones de los ligamentos colaterales medial y lateral

En cerca del 40% de todas las lesiones graves de la rodilla está comprometido el ligamento colateral medial (LCM), con lo cual esta estructura es

la que se lesiona con mayor frecuencia en la rodilla. En mecanismo de la lesiones más habitual es la caída de un contrincante sobre la rodilla levemente flexionada del paciente, forzándola a adoptar a una posición en valgo. Los esguinces del LCM suelen producirse en forma aislada y la lesión típica se limita a los extremos proximal o distal del ligamento.

Las lesiones del ligamento colateral lateral son menos frecuentes, pero suelen ser más complicadas porque la cara lateral de la rodilla está compuesta por una serie de ligamentos y tendones.

La lesión de la cara lateral de la rodilla puede comprometer el tracto iliotibial, el ligamento colateral lateral, al aparato del bíceps, el aparato poplíteo o el tendón del gastronemio lateral, mientras que la lesión de la cara medial de la rodilla solo compromete el ligamento colateral medial. Las lesiones del ligamento lateral suelen deberse a traumatismos externos sobre el lado medial o por hiperextensión. Las lesiones del ligamento lateral suelen clasificarse en grados I, II y III de acuerdo con la apertura del espacio articular durante las pruebas de esfuerzo comparada con la de la rodilla normal (0 a 5 mm = I; 6 a 10 = grado II; y mayor a 10 = grado III). Los grados II y III suelen representar las lesiones combinadas que pueden comprometer los ligamentos cruzados y los meniscos.

El paciente experimenta dolor intenso en la cara medial o lateral de la rodilla. La lesión más frecuente es la del ligamento medial. Las lesiones del ligamento colateral no producen edema en la articulación, pero la fase aguda típica se caracteriza por limitación de la flexión y la extensión de la rodilla. Después de una lesión del ligamento lateral suele observarse hemartrosis.

La prueba de tensión en valgo suele ser positiva (con mayor frecuencia es de grado I) si el paciente presenta lesión del ligamento colateral medial. Una prueba en varo sugiere lesión lateral importante. El fisioterapeuta debe comparar el

resultado de la prueba con el del lado sano y luego debe palpar el ligamento colateral lateral. Si este no puede palparse es probable que el paciente haya experimentado una lesión importante que compromete el tendón del poplíteo, el bíceps y otras estructuras en la cara lateral de la rodilla. Si hay lesión importante con defecto de alineación significativo en varo, la prueba de curvatura hacia abajo suele ser positiva. El desgarró completo del ligamento colateral lateral suele producir menos dolor que el esguince leve. El médico siempre debe solicitar radiografías sistemáticas para descartar una fractura.

El tratamiento agudo de las lesiones de grado I consiste en el principio PRICE (reposo, hielo, compresión y elevación). Muchos pacientes se benefician con ortesis especiales que contienen hielo y comprimen la articulación. Los antiinflamatorios no esteroideos (AINE) reducen el dolor y el edema y son útiles durante 3 a 5 días. Luego comienza el proceso de rehabilitación activa, que pone énfasis en la recuperación de la fuerza, la amplitud de movimiento y la función neuromuscular. Las lesiones de grados I y II de la cara medial se tratan durante 6 semanas con una ortesis que permite la amplitud de movimiento completa.

El cirujano ortopedista debe evaluar las lesiones de mayor grado (II y III) de la cara lateral, a menudo con RM. Las lesiones laterales de grado III suelen necesitar corrección quirúrgica. La razón fundamental de este tratamiento es que las lesiones mayores (grados II y III) de los ligamentos de las caras lateral y medial de la rodilla combinadas con las lesiones de los ligamentos cruzados dejan una rodilla muy inestable si no se repara el ligamento cruzado anterior (estabilizador central de la articulación).

En ciertos casos el ligamento cruzado anterior se reconstruye y el ligamento colateral se controla con un dispositivo ortopédico. En otros casos se puede reparar la cara lateral junto con el ligamento cruzado anterior. Las lesiones de los ligamentos colaterales nunca deben tratarse con cirugía por considerarlas

generadoras de dolor en la rodilla si además hay un desgarro del ligamento cruzado anterior.

Los ejercicios de rehabilitación pueden comenzar tan pronto como el dolor lo permita, en general después de 2 a 4 días. El paciente debe evitar los ejercicios que aplican tensión en valgo. Cuando el deportista nada, debe evitar el estilo pecho.

Las lesiones del ligamento colateral de grados I y II suelen normalizarse en 6 a 12 semanas de las lesiones asociadas y, en consecuencia, estas suelen tardar más tiempo en cicatrizar. Excepto las lesiones importantes de los ligamentos laterales, el deportista suele reanudar la actividad deportiva sin problemas.⁴⁸

5.2 LESIONES DE MENISCOS

La función de los meniscos es fundamentalmente mecánica. En consecuencia, se lesionan con facilidad bajo el esfuerzo anormal. La lesión ocurre con mayor frecuencia en la población más joven y en las personas más activas. En el estudio de Pochling, el espectro de edades en el que la lesión del menisco alcanza su pico oscila entre 31 y 40 años en los hombres y entre 11 y 20 años en las mujeres.

Las lesiones del menisco interno son entre cuatro y cinco veces más frecuentes que las lesiones del menisco externo. Asimismo, las lesiones son más frecuentes en deportes de contacto donde se efectúan pivotes, cortes y saltos.

Las lesiones de los meniscos se asocian, en su mayor parte, con lesiones y deficiencia del LCA. Aunque el menisco externo se asocia más a menudo con la

⁴⁸ Barh, T. Maehlum, K. Bolic, L. (2004). "Lesiones Deportivas". Ed. Paidotribo. 5ta Edición. Madrid, España.

rotura del LCA, la incidencia de lesión del menisco interno aumenta con la cronicidad de la deficiencia del LCA.

Las lesiones de los meniscos ocurren a causa de un mecanismo de torsión o rotación de la rodilla asociada a flexión intensa e hiperextensión. Los síntomas consisten en dolor, derrames recurrentes y chasquidos, asociados a una limitación de la movilidad. A veces los colgajos meniscales quedan atrapados en la cavidad articular, con lo que la rodilla queda bloqueada o (clavada)

Los desgarros meniscales se manifiestan por dolor o molestias a la palpación en la línea articular interna o externa, tanto en hiperflexión como en hiperextensión. Esta lesión debe diferenciarse del esguince ligamentoso, trastorno en el que se presentan molestias a la palpación de la totalidad del ligamento lateral interno (LLI). Si estando la rodilla flexionada a unos 90 grados aparece dolor en la rodilla cuando se realiza una rotación externa del pie, ello es signo de lesión de menisco interno (prueba de McMurray).

Tras una lesión de menisco, el deportista debe seguir la regla ya mencionada de reposo, hielo, compresión y elevación. El fisioterapeuta debe insistir en que el paciente use muletas para evitar una sobrecarga de peso al andar mientras no hayan remitido dolor y el edema. En la mayoría de los casos el paciente debe ser derivado al traumatólogo para la reparación artroscópica de la lesión meniscal.

El seguimiento debe planificarse de modo que permita iniciar un programa de rehabilitación y que el paciente pueda reanudar pronto la actividad deportiva.⁴⁹ Al estudiar los factores etiológicos mecánicos, se considera que la lesión de menisco aparece como resultado de la fuerza compresión, tracción o por una combinación de ambas. La lesión es el resultado de la acción del peso corporal

⁴⁹ Taylor R. (2003). " Medicina de Familia". Ed. Ares. 5ta Edición. Buenos Aires, Argentina.

combinada con los movimientos incorrectos, forzados o excesivos, tanto de la flexión-rotación como de la extensión-rotación. La combinación del peso corporal con el esfuerzo rotacional durante la flexión o extensión es un factor aceptado como una causa de lesión de los meniscos.

Otra teoría para explicar el mecanismo de rotura del menisco considera el hecho de que, junto a la flexión y rotación externa, se produce un valgus forzado de la rodilla, en el que el espacio articular interno se abre; en esta situación, los cóndilos tibial y femoral aprietan el menisco atrapado, que se introduce en el espacio articular interno abierto. El menisco se aplasta, produciéndose una rotura longitudinal y un desplazamiento del fragmento interno del cuerno posterior hacia la articulación.

La rotura longitudinal completa es rara en una lesión inicial de un menisco normal, pero puede darse por la acción de lesiones repetidas. El hecho de que la superficie inferior del menisco revele la localización precoz de la lesión se explica probablemente por el hecho de que el cartílago se mueve con el fémur lo que produce una irritación debida a la superficie tibial.

Otros factores que claramente influyen en son: insuficiencia constitucional, laxitud de los ligamentos, insuficiencia muscular, hábitos laborales que motiven esfuerzos incorrectos, obesidad o constitución excesivamente vara o valga de la rodilla que desequilibran las tensiones a las que se hayan sometidas las estructuras de la articulación, y esfuerzos violentos que contribuyen a la rotura del menisco y al aparición de cambios degenerativos.

La rotura inicial del menisco interno se produce con mayor frecuencia en el polo posterior. Si la rotura longitudinal afecta exclusivamente al tercio posterior del menisco, éste vuelve a su posición normal gracias a la elasticidad inherente.

Si la lesión es importante y se extiende más allá del ligamento lateral, el menisco queda aprisionado entre los dos cóndilos y se produce un bloqueo de la articulación.

En una rotura externa, la totalidad del fragmento interno puede desplazarse hacia el centro de la articulación, en cuyo caso no se produce bloqueo debido a que el fragmento central se aloja en la fosa intercondílea. Las molestias no las produce la rotura en sí misma, sino el estiramiento o la rotura de sus fijaciones periféricas y la reacción sinovial aguda en el espacio articular. La gravedad de la lesión del menisco no está necesariamente en la relación con la intensidad del dolor. Las roturas de menisco se acompañan invariablemente de derrames sinoviales producidos por la lesión de la membrana sinovial, la cápsula o los ligamentos.

Hay que tener en cuenta que hay otras lesiones de la articulación de la rodilla distintas de la rotura de menisco que también pueden producir derrame y deben tenerse en cuenta en el diagnóstico diferencial de las inflamaciones de esta articulación. Un derrame puede producir una sensación de compresión sin dolor.

El primer signo dado por el paciente en el momento de la lesión suele ser el de una torcedura, un movimiento de rotación de la pierna con el pie firmemente fijo en el suelo, un golpe directo sobre la extremidad flexionada y en rotación, o al pasar de una posición de cuclillas completa a posición erecta.

El dolor suele ser intenso y repentino como si “algo se hubiera roto en la rodilla”. El dolor de una rotura de menisco aguda suele producir una detención inmediata de la actividad, mientras que una distensión de ligamentos permite continuar la actividad pero con molestias. A las pocas horas aparece una inflamación y en ocasiones la rodilla se bloquea inmediatamente, pero este bloqueo puede ser momentáneo y reducirse espontáneamente.

Tras la lesión inicial suele aparecer un derrame sinovial. En ausencia de derrame, debe sospecharse una lesión extraarticular. Las lesiones de los meniscos externos producen menos derrames que las de los cartílagos internos debido a que tienen menos fijación capsular periférica.

Puede observarse dolorimiento cutáneo a lo largo de toda la línea de la articulación, lo que probablemente indica rotura de la fijación periférica del menisco. Este dolor cutáneo a la presión es más evidente en la zona posterior de la articulación, raramente se observa en la anterior, ya que la rotura no se produce ahí.

En la rotura de menisco, el dolor cutáneo puede aparecer en la región del ligamento lateral interno, pero la rotura del ligamento, con o sin lesión conjunta del menisco, produce dolorimiento por encima de la línea articular.

Es frecuente encontrar bloqueos en una lesión inicial, ya que la rotura se produce en el tercio posterior del menisco sin ningún desplazamiento, ni compresión del cartílago. En roturas iniciales más graves o lesiones por roturas repetidas que se extienden hacia delante hasta el plano coronal de la articulación, puede producirse un bloqueo como prevención de una extensión completa de rodilla. El verdadero bloqueo suele ser repentino, al igual que la desaparición del mismo. Un bloqueo gradual puede ser el resultado de un derrame hemorrágico en la almohadilla de grasa infrarrotuliana, o estar producido por un cuerpo extraño dentro de la articulación. No todas las lesiones de menisco dan una historia de bloqueo.

La resistencia e inseguridad que el paciente nota al andar, puede indicar una rotura del segmento posterior del menisco. Los chasquidos audibles por el paciente o examinador se consideran producidos por el recorrido del cóndilo femoral sobre una irregularidad articular.

La atrofia del cuádriceps aparece rápidamente tras una lesión de menisco y se aprecia especialmente en el vasto interno. La atrofia puede verificarse de forma mensurable a los pocos días de la lesión y se empieza a notar a los 10 a 14 días.

La medición del muslo constituye un aparato obligatorio ante cualquier lesión o exploración de la articulación de la rodilla.

El derrame de la articulación produce una inhibición refleja del cuádriceps. La inhibición de la contracción del cuádriceps la producen tanto el dolor como la distensión de la cápsula. Todas las articulaciones del cuerpo tienen a la posición de mínima presión infraarticular. El aumento de presión sobre la cápsula, que se haya invadida por las fibras de sensibilidad dolorosa y a la presión, puede perfectamente estimular la innervación refleja.

5.3 TEST EXPLORATORIOS PARA LESIONES DE LA RODILLA

Ligamento cruzado anterior

El test que se obtiene habitualmente es la maniobra de Lachmann: el médico flexiona ligeramente la rodilla y tira de la tibia hacia adelante. Si la tibia se desplaza hacia adelante respecto a la pierna sana, el test es positivo. Con esta prueba, se puede evaluar el grado de inestabilidad clínica o laxitud, que es la cantidad de desplazamiento anormal que el médico detecta.



Ilustración 8 - Test exploratorios para el LCA. Sociedad Española de cirugía de ortopedia y traumatología. (2009)

Sin embargo el test más específico es el pivot shift: el médico tensa la rodilla, realizando un movimiento de presión y giro. Si la rodilla se desencaja, el test es positivo e indica una laxitud grave del cruzado. El problema es su dificultad en obtenerlo, ya que es doloroso, y el paciente tensa los músculos del muslo de manera inconsciente, para protegerse.

Ligamento cruzado posterior

El más específico es el cajón posterior: con el paciente tumbado y la cadera y rodilla dobladas en ángulo recto, el médico presiona la pierna hacia abajo. Si se desplaza más que la pierna sana, el test es positivo. Permite también evaluar el grado de inestabilidad clínica. El dolor profundo también puede aparecer en roturas del menisco o de los cartílagos vecinos.

La sensación de inestabilidad también puede aparecer en lesiones de ligamentos colaterales y del cartílago rotuliano, aunque el paciente nota un desplazamiento diferente en su rodilla y lo siente más a menudo. El paciente debe saber que varias o todas estas lesiones, se pueden producir simultáneamente.

Las radiografías son útiles para descartar que el ligamento en vez de romperse haya arrancado su anclaje en el hueso, las llamadas fracturas de espinas tibiales. La RMN detecta habitualmente las roturas de los ligamentos cruzados y su gravedad, además de lesiones de las demás estructuras de la rodilla.

Habitualmente, con la exploración que realiza el médico se detecta que el cruzado está roto, y el grado de inestabilidad clínica que produce. En los casos de duda o cuando se sospecha que hay más estructuras dañadas en la rodilla, el médico solicitará una resonancia magnética. Es importante comprender que a veces, la gravedad de una rotura no se corresponde con la inestabilidad a la exploración. Por resonancia puede verse la integridad de algunas fibras, pero éstas pueden no ser útiles para la función de la rodilla.

Si persiste la duda, se debe realizar una artroscopia de rodilla para ver el daño real de las estructuras y aprovechar la anestesia, para explorar mejor la articulación. Si se confirma una inestabilidad grave de cruzado anterior, la rodilla está sin derrame y con buena movilidad, se aprovecha el momento de la cirugía para reconstruirle el cruzado.

Pruebas exploratorias para lesiones de meniscos

Los denominados signos del menisco son numerosos y varían en función de quien los trate, aunque hay signos que tienen nombre propio (del médico que los describió), de los cuales nombraremos los siguientes:

- ✓ ***signo de mc. murray.***

Paciente recostado, dobla la rodilla hasta que el talón toca las nalgas. Para examinar el menisco interno, la pierna se rota exteriormente sobre el fémur, se extiende la pierna gradualmente manteniendo firmemente la rotación. Esta prueba

solo es válida durante la extensión desde la flexión en 90° y no diagnostica roturas del tercio anterior del menisco.

✓ ***Prueba de apley.***

La finalidad de esta prueba es la de poder diferenciar entre una lesión de menisco y una lesión capsular o ligamentosa.

El paciente en posición prona, se flexiona la pierna 90° y se rota la pierna con la tracción simultánea hacia arriba. La aparición de dolor con esta maniobra indica la existencia de una lesión en la capsular o ligamentosa. La aparición también de un dolor o un chasquido con la rotación de la rodilla flexionada al ejercer presión hacia abajo, nos indica la existencia de una lesión de menisco.

✓ ***Signo de desplazamiento de la sensibilidad de steinmann.***

La sensibilidad se desplaza hacia atrás cuando se flexiona la rodilla y hacia delante cuando se extiende.

✓ ***Prueba del menisco a la hiperflexión.***

Con el paciente en posición prono, la hiperflexión de la rodilla con la pierna en rotación interna o externa puede producir un desplazamiento hacia delante del cartílago con un chasquido doloroso por la compresión del fragmento entre los cóndilos.

Las roturas de menisco no se extienden a las porciones periféricas de fibrocartílago vascularizado no cicatrizan, las que se extienden a las zonas vasculares cicatrizan si se lleva a cabo una reducción del menisco desplazado y se inmoviliza la rodilla durante al mínimo 3 semanas.

En una rotura manifiesta, el tratamiento conservador tendrá un sentido provisional, permitiendo simplemente un retorno de la función en ausencia de dolor, pero de escaso valor si la incapacidad o el dolor recurren.

5.4 TRATAMIENTO

Frío local, efectivo durante las primeras 72 horas. Se utiliza la típica bolsa con cubitos de hielo o el cold pack (bolsa estanca con un gel en su interior que se enfría en la nevera). Nunca en contacto directo con la piel, para evitar quemaduras por congelación. Lo habitual es mantenerlo unos 20 minutos cada hora, cuidando de no sobrepasar las tres horas totales al día.

- ✓ Reposo mínimo de 24 a 48 horas, para evitar aumentar la lesión.
- ✓ Vendaje compresivo elástico, no rígido para no cortar la circulación de la sangre.
- ✓ Elevación de la extremidad durante varios días. Si el paciente está tumbado, se coloca una almohada bajo la pierna, de forma que el pie esté más alto que el corazón. Si el paciente se sienta, apoyará la pierna sobre una silla.

Para las roturas graves es radicalmente diferente para el anterior y el posterior:

El anterior, debe operarse en pacientes jóvenes, pero los resultados son mejores si se espera a que desaparezca el derrame y la movilidad de la rodilla sea total e indolora. Hay dos técnicas básicas para reconstruirlo y cada una tiene sus detractores y defensores, pero ambas son efectivas:

- ✓ Utilizando parte del tendón rotuliano y sus anclajes en hueso.

- ✓ Utilizando los tendones llamados isquiotibiales, sin pastillas de hueso.

El posterior, debe de tratarse mediante un alza de talón y un ciclo de fisioterapia, para muscular la extremidad. Sólo en los casos de inestabilidades graves y que además provoquen dolor, se pensará en cirugía, implantando tendón rotuliano con sus anclajes de hueso. El problema es que siempre queda una inestabilidad residual tras la cirugía, además de ser una técnica muy compleja.

La cirugía se realiza habitualmente con anestesia epidural, es decir, desde la región lumbar hasta los pies, permitiendo al paciente estar consciente. El implante de tendones se coloca siguiendo la misma dirección y puntos de anclaje que el ligamento roto. Debido a la forma del cruzado posterior, esto no se puede conseguir al 100%, de ahí los resultados, a menudo pobres, de la operación.

Durante el periodo de inmovilización (con bandas de yeso o rodillera articulada), el paciente realizará ejercicios de tonificación de los músculos de la extremidad, para evitar que se atrofien. Si se utiliza la técnica del tendón rotuliano, se permite apoyar la extremidad antes que utilizando los isquiotibiales.

Después de la inmovilización, el fisioterapeuta indicará un programa de rehabilitación para ganar movilidad y fuerza en la rodilla de forma progresiva, comenzando por ejercicios en bicicleta estática, ejercicios de cuádriceps y estiramientos para, en unos meses, comenzar carrera y saltos. Como muy pronto a partir de los seis meses, se puede volver a la práctica deportiva.

No hay una pauta fija en cuanto a tiempo de inmovilización, momento en que se debe apoyar la pierna, o tipo de ciclo rehabilitador. Cada cirujano ortopédico aplica la pauta que considera más efectiva, en función a su escuela de cirugía, a la técnica utilizada, al resto de lesiones que encuentre en la rodilla y al estado en que quede el anclaje del ligamento reconstruido.

En un joven no operado, la inestabilidad residual provocará desgaste de los cartílagos y roturas de meniscos al someter la rodilla a sobreesfuerzos. El paciente no será capaz de hacer deporte o realizar trabajos de fuerza, y la rodilla acabará en artrosis.

Los sobreesfuerzos son escasos en un paciente de edad madura y poco activo, por lo que no se le considera candidato a la cirugía. El médico le indicará que limite sus actividades y que realice un ciclo de meses de fisioterapia, seguido de una gimnasia de mantenimiento para que los músculos del muslo protejan su rodilla.

Al ser más rara la sensación de inestabilidad, el paciente se confía más al hacer ejercicio hasta que aparece el dolor por artrosis, debido al desgaste de cartílagos rotuliano y de la parte de dentro de la rodilla.

5.4.1 Tratamiento conservador.

El tratamiento conservador es permisible, de hecho está indicado si, tras la lesión inicial, no es posible llegar inmediatamente a un diagnóstico claro y el paciente puede realizar una extensión completa. Puede hacerse un examen más preciso cuando ha remitido el derrame, el cuádriceps ha recuperado tono muscular y el funcionalismo empieza a recuperarse. Si el paciente puede llevar a cabo un rango completo de movimientos, se le permitirá deambular con el fin de llevar a cabo una exploración.

Junto a la rotura de menisco, puede haber una rotura o torsión grave de ligamentos cruzados o laterales, si esto es así, debe llevarse a cabo una evaluación de esas estructuras al igual que los signos de los meniscos.

Si no existe bloqueo, 2 ó 3 semanas de tratamiento conservador bastarán para reducir o eliminar el derrame y permite una evaluación precisa. Si existe una lesión ligamentosa simultánea a un bloqueo de rodilla, inicialmente debe eliminarse el bloqueo. La finalidad del tratamiento conservador es favorecer la absorción del derrame, restablecer el mecanismo del cuádriceps y desbloquear inmediatamente la articulación.

La eliminación del derrame se lleva a cabo mediante una aplicación de bolsas de hielo durante 23 a 36 horas seguidas de la aplicación de calor, evitar el esfuerzo y el uso de vendajes compresivos.

5.4.2 Programa de rehabilitación postoperatoria.

En el postoperatorio inmediato, antes de quitar el torniquete, debe colocarse un vendaje compresivo apretado en la pierna y situar está en posición elevada. Al segundo día deben iniciarse los ejercicios de mantenimiento del cuádriceps, que se llevan a cabo durante 10 ó 15 minutos 3 ó 4 veces al día. Cuando resulta posible, ya sea porque la cirugía es electiva o por que se dispone de tiempo, el aprendizaje de estos ejercicios preparatorios, facilita su posterior realización.

A partir del tercer día, el paciente debe progresar desde los ejercicios isométricos a la elevación recta de la pierna, utilizando el peso de la cama como resistencia.

Posteriormente, debe conseguir aumentar la resistencia a medida que lo vaya tolerando, de forma que no se permita el fracaso de estos progresos. Si el dolor existe o hay derrame excesivo, o una combinación de ambos, deberá revisarse el programa. La duración normal es de 10 semanas.

5.4.3 Ejercicios de cuádriceps.

Los ejercicios para fortalecer el funcionalismo del cuádriceps son lo suficientemente importantes ya que esos son los que nos van a fijar la rodilla en cualquier lesión de alguna estructura de la rodilla.

Hay 2 aspectos importantes en el fortalecimiento del cuádriceps: la fuerza y la resistencia.

Los ejercicios para aumentar la fuerza no proporcionan resistencia, pero la fuerza es esencial y debe desarrollarse primero. La tasa de desarrollo del volumen muscular, es proporcional a la oposición impuesta por el músculo. Los ejercicios que se realizan frente a una gran oposición y con pocas repeticiones generan fuerza; los ejercicios con baja oposición y gran número de repeticiones aumentan la resistencia. Cuanto mayor es el estiramiento del músculo mayor es la fuerza contráctil; por lo tanto, en posición de estiramiento se utilizan menos fibras que cuando la contracción se realiza en una posición más encogida. La tensión máxima aparece cuando la longitud es de 10% superior a la de reposo.

El aumento de la fuerza se produce en mayor medida por el reclutamiento de unidades motoras adicionales que porque las unidades contráctiles descarguen de forma más rápida. Por tanto, el aumento de la fuerza depende de un esfuerzo voluntario mayor, la integridad del sistema nervioso central y un mejor funcionalismo de las sinapsis y las placas motoras.

Los ejercicios de resistencia progresiva son esencialmente ejercicios dinámicos rítmicos. Utilizan una oposición máxima que se aumenta en medida que mejora la fuerza. El aumento de las series de ejercicios diarios facilita que el músculo alcance su rango completo de movimiento y asegura un posicionamiento correcto.

Los ejercicios estáticos son especialmente útiles en los casos en que debe evitarse el movimiento de la articulación o este no es posible. Los ejercicios isométricos intentan ser una combinación de ejercicios isotónicos e isométricos en la que la velocidad de movimiento se mantiene constante mediante un dispositivo, y se aplica y se mantiene una tensión máxima a lo largo de todo el ciclo.

Los tipos de ejercicios y su aplicación varían con el grado de recuperación o el estado del postoperatorio. En la condromalacia rotuliana, en la que los ejercicios del cuádriceps deben llevarse a cabo con movimiento rotuliano mínimo, el cuádriceps debe contraerse lenta y completamente antes de intentar la contracción máxima.

En este caso resulta eficaz elevar la pierna recta contra una resistencia. Con la pierna completamente extendida, se hace contraer el cuádriceps hasta su punto máximo, con el mayor esfuerzo que pueda tolerarse. El movimiento se evalúa por observación del desplazamiento hacia arriba de la rótula fijando el cuádriceps. La contracción debe mantenerse al contar tres o cinco, y relajarse a continuación. El ejercicio debe realizarse de 15 a 30 veces cada hora del día intentando aumentar el esfuerzo de la contracción.

Se comienza con una elevación de la pierna recta sin resistencia, la elevación de la pierna recta debe realizarse cada hora con una elevación mantenida de 45° y un periodo de reposo intermitente. Posteriormente se instauran ejercicios de elevación de la pierna recta contra una resistencia elástica, estos ejercicios de resistencia en el postoperatorio no se inician hasta tres o cuatro semanas después de la intervención.

El paso a los ejercicios de resistencia de tipo cinético depende de ciertos conceptos y métodos aprobados por el fisioterapeuta. La resistencia se aplica de forma manual por parte de un fisioterapeuta, la colocación de un acolchado de 8cm. debajo de la rodilla obliga a esta a una pequeña flexión y se ha observado

que esto es más eficaz; también se ha cuestionado la posición del pie en los ejercicios de cuádriceps, que generalmente es de flexión plantar, dorsiflexión, inversión o eversión. Parece ser que la dorsiflexión maleolar mejora la eficacia del cuádriceps.

El punto esencial de los ejercicios de resistencia progresiva es la determinación de la resistencia máxima a la extensión completa que el paciente es capaz de superar en una contracción y la determinación del peso que el paciente es capaz de soportar en extensión completa durante 10 ensayos repetidos. A medida que progresa el programa al pie se le permite un reposo sobre un soporte entre las elevaciones, elevándolo primero desde la posición inicial hasta el soporte y después desde el soporte hasta la extensión completa de la rodilla; a continuación se la hace descender hasta la posición inicial (recuperando 1 ó 2 minutos antes de inicial de nuevo la maniobra).

En el extremo de la extensión completa se ejerce un esfuerzo máximo para reclutar todas las unidades motoras, y la pierna se mantiene extendida contando hasta tres. El período de ejercicio dura de 30 a 45 minutos y se realiza 3 veces al día. La aplicación de calor y masajes después de cada sesión es beneficiosa. La resistencia se aumenta gradualmente y se disminuyen las repeticiones. La fuerza normal se alcanza en 3 o 6 semanas. Tras alcanzar la fuerza normal, deben iniciarse los ejercicios de resistencia. Estos consisten en pedaleo, subir y bajar escaleras, saltos, ligeras flexiones (no sobrepasar el 50% de la flexión completa) y jogging.

Los ejercicios también se consideran eficaces para aumentar la fuerza tensora de los ligamentos. A medida que se recupera la fuerza del cuádriceps, debe incorporarse al programa de ejercicios una aplicación moderada de tensión de ligamentos, se enseñará al paciente a aplicar una suave presión manual sobre la pierna en dirección vara o valga junto a los ejercicios de abducción y aducción contra una bolsa lastrada, en posición recostada. Los ejercicios de resistencia

progresiva en posición prona de los músculos posteriores del muslo, son también beneficiosos.

INVESTIGACIÓN

Son 12 los jugadores lesionados del equipo profesional de Liga Deportiva Universitaria de Quito en la temporada 2010-2011, a continuación se detalla la nómina de los jugadores, el tratamiento, el test de salto y el test de tiempo/equilibrio para determinar la efectividad del fortalecimiento muscular y la propiocepción, técnicas aplicadas a los jugadores lesionados.

Jugador lesionado #1

Nombre: Claudio Daniel Bieler

Edad: 27 años

Ocupación: Futbolista

Lesión: Distensión del LLI

Momento de la lesión: Partido oficial contra la Universidad de Chile por la copa Sudamérica 2011.

Puesto de juego: Delantero

Mecanismo de acción de la lesión: indirecto, tuvo una mala caída.

Rodilla izquierda o derecha: derecha

Factores predisponentes

Equipamiento adecuado: si

Tipo de terreno de juego: normal adecuado

Hábitos tóxicos: no

Descanso: normal (10 horas)

Técnica de juego: adecuada

Jugador lesionado #2

Nombre: Giovanni Caicedo

Edad: 30 años

Ocupación: Futbolista

Lesión: Inflamación del tendón rotuliano

Momento de la lesión: Entrenamiento

Mecanismo de acción de la lesión: el jugador dice que la molestia fue aumentando progresivamente

Puesto de juego: defensa

Rodilla izquierda o rodilla derecha: izquierda

Factores predisponentes

Equipamiento adecuado: si

Tipo de terreno de juego: normal adecuado

Hábitos tóxicos: no

Descanso: normal (10 horas)

Técnica de juego: adecuada

Jugador lesionado #3

Nombre: Ulises De La Cruz

Edad: 16 años

Ocupación: Futbolista

Lesión: menisco lateral

Momento de la lesión: entrenamiento hace 10 meses

Puesto de juego: delantero

Mecanismo de acción: indirecto, patio al suelo

Rodilla izquierda o derecha: derecha

Factores predisponentes:

Equipamiento adecuado: si

Tipo de terreno de juego: adecuado normal

Hábitos tóxicos: no

Descanso: normal (9 horas)

Técnica de juego: adecuada.

Jugador lesionado #4

Nombre: Ulises De La Cruz

Edad: 37 años

Ocupación: Futbolista

Lesión: Fue intervenido quirúrgicamente en el menisco interno

Momento de la lesión: Partido oficial del equipo jugando la copa sudamericana contra Libertad de Paraguay.

Puesto de juego: Lateral Derecho

Mecanismo de acción de la lesión: Indirecto, en un giro el futbolista apoyo demasiado peso sobre la rodilla afectada.

Rodilla izquierda o derecha: rodilla derecha

Factores predisponentes

Equipamiento adecuado: si

Tipo de terreno de juego: normal adecuado

Hábitos tóxicos: no

Descanso: normal (10 horas)

Técnica de juego: adecuada

Jugador lesionado #5

Nombre: Enrique Gámez

Edad: 30 años

Ocupación: Futbolista

Lesión: se lesiono el Ligamento Cruzado Anterior

Momento de la lesión: Partido oficial del equipo contra el equipo Manta

Puesto de juego: Lateral Izquierdo

Mecanismo de acción de la lesión: Indirecto, otro jugador lo empujo lo cual ocasiono el desequilibrio del jugador realizo mucho apoyo en la rodilla afectada.

Rodilla izquierda o derecha: rodilla derecha

Factores predisponentes

Equipamiento adecuado: si

Tipo de terreno de juego: normal adecuado

Hábitos tóxicos: no

Descanso: normal (10 horas)

Técnica de juego: adecuada

Jugador lesionado #6

Nombre: Joel Soto

Edad: 16 años

Ocupación: futbolista

Lesión: menisco lateral

Momento de la lesión: partido oficial del equipo contra Espolí

Puesto de juego: delantero

Mecanismo de acción: golpe directo

Rodilla izquierda o derecha: izquierda

Factores predisponentes:

Equipamiento adecuado: si

Tipo de terreno de juego: normal

Hábitos tóxicos: no

Descanso: normal (9 horas)

Técnica de juego: adecuada.

Jugador lesionado #7

Nombre: Leonel Nazareno

Edad: 17 años

Ocupación: futbolista

Lesión: menisco medial

Momento de la lesión: la lesión en un entrenamiento

Puesto de juego: arquero

Mecanismo de acción: fue un estiramiento brusco de la rodilla izquierda.

Rodilla izquierda o derecha: izquierda

Factores predisponentes:

Equipamiento adecuado: si

Tipo de terreno de juego: adecuado

Hábitos tóxicos: no

Descanso: normal (9 horas)

Técnica de juego: adecuada.

Jugador lesionado #8

Nombre: Kevin Mercado

Edad: 17 años

Ocupación: Futbolista

Lesión: hace dos meses el jugador se lesiona el Ligamento Cruzado Anterior, Ligamento Lateral Interno y el Menisco Interno.

Momento de la lesión: entrenamiento con el equipo profesional de liga deportiva universitaria.

Mecanismo de acción de la lesión: directo, golpe en la rodilla derecha por parte de otro jugador

Puesto de juego: Volante izquierdo o marcador izquierdo

Rodilla izquierda o rodilla derecha: rodilla izquierda

Factores predisponentes

Equipamiento adecuado: si

Tipo de terreno de juego: normal adecuado

Hábitos tóxicos: no

Descanso: normal (10 horas)

Técnica de juego: adecuada

Jugador lesionado #9

Nombre: Robinson Tadeo

Edad: 20 años

Ocupación: Futbolista

Lesión: tuvo lesión en el LCA

Momento de la lesión: en un entrenamiento

Puesto de juego: Volante

Mecanismo de acción: indirecto, piso mal.

Rodilla izquierda o derecha: derecha

Factores predisponentes:

Equipamiento adecuado: si

Tipo de terreno de juego: adecuado

Hábitos tóxicos: no

Descanso: normal (8horas)

Técnica de juego: adecuada

Jugador lesionado #10

Nombre: José Valencia

Edad: 29 años

Ocupación: Futbolista

Lesión: el jugador sufre de una lesión en el menisco colateral interno.

Momento de la lesión: Partido oficial contra el equipo de la Espoli el 23 de octubre del 2011.

Puesto de juego: Lateral izquierdo

Mecanismo de acción de la lesión: Indirecto

Rodilla izquierda o derecha: Izquierda

Factores predisponentes

Equipamiento adecuado: si

Tipo de terreno de juego: normal adecuado

Hábitos tóxicos: no

Descanso: normal (10 horas)

Técnica de juego: adecuada

Jugador lesionado #11

Nombre: Enrique Vera

Edad: 32 años

Ocupación: Futbolista

Lesión: Lesión del LCA

Momento de la lesión: partido oficial contra Trujillanos de Venezuela por la copa sudamericana 2011.

Puesto de juego: Mediocampista

Mecanismo de acción de la lesión: Directo, golpe en su rodilla

Rodilla izquierda o derecha: derecha

Factores predisponentes

Equipamiento adecuado: si

Tipo de terreno de juego: adecuado

Hábitos tóxicos: no

Descanso: normal (9 horas)

Técnica de juego: adecuada

Jugador lesionado #12

Nombre: Daniel Viteri

Edad: 30 años

Ocupación: Futbolista

Lesión: ligamento lateral interno

Momento de la lesión: entrenamiento

Puesto de juego: arquero

Mecanismo de acción de la lesión: Indirecto

Rodilla izquierda o derecha: izquierda

Factores predisponentes

Equipamiento adecuado: si

Tipo de terreno de juego: Normal adecuado

Hábitos tóxicos: no

Descanso: normal (10 horas)

Técnica de juego: adecuada

Esquema de tratamiento de fortalecimiento muscular propuesto.

El esquema de fortalecimiento muscular se aplicó por grupos musculares y estos son: flexores y extensores de rodilla (Isquiotibiales y cuádriceps), abductores (tensor de la fascia lata, glúteo medio), Aductores (aductor mayor, aductor medio, recto interno, pectíneo), tríceps sural (gemelos, soleo, plantar delgado)

Para determinar la efectividad del fortalecimiento y certificar su efectividad se ha utilizado el test de salto, se calcula la distancia en centímetros que salta el jugador antes y después de la aplicación del esquema de fortalecimiento muscular a partir de la 4ta semana.

Antes de iniciar el plan de fortalecimiento se calcula la resistencia máxima (RM) del musculo a trabajar para lo cual utilizaremos la siguiente fórmula:

$$1RM: (0,033 * \text{Peso utilizado}) * \text{Repeticiones} + \text{Peso utilizado}$$

Ejemplo: una persona hace 12 repeticiones con 10 kilos

$$1RM: (0,033 * 10 \text{ kg}) * 12 \text{ repeticiones} + 10 \text{ kg}$$

$$1RM: (0,33) * 12 \text{ Rep} + 10\text{kg}$$

$$1RM: 14 \text{ kg}$$

A continuación el tratamiento de fortalecimiento que se realizó en los jugadores lesionados.

1ra semana

Ejercicios isométricos de rodilla. (Flexión, extensión, abducción, aducción)

- ✓ Tiempo de contracción: 6 segundos
- ✓ Tiempo de reposo: 3 segundos
- ✓ Repeticiones: 25-30
- ✓ Frecuencia: 2 veces por día

2da semana

Ejercicios isométricos de rodilla (flexión, extensión, abducción, aducción)

- ✓ Tiempo de contracción: 10 segundos
- ✓ Tiempo de reposo: 5 segundos
- ✓ Repeticiones: 35-40
- ✓ Frecuencia: 3 veces por día

3ra semana en adelante.

Desde la 3ra semana en adelante, el tratamiento se basa en fortalecimiento muscular de cuádriceps, Isquiotibiales, abductores, aductores y tríceps sural. El tratamiento es individual por lo que el peso a levantar dependerá de cada jugador.

Fortalecimiento muscular en Cuádriceps.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	32 kg
2	5 – 6	50%	15	5	40 kg
3	7	60%	15	5	48 kg
4	8 - 9	70%	15	5	56 kg
5	10 - 11	80%	15	5	64 kg
6	12	90%	15	5	72 kg
7	13 en adelante	100%	15	5	80 kg

Fortalecimiento muscular en Isquiotibiales.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	36 kg
2	5 – 6	50%	12	4	40 kg
3	7	60%	12	4	54 kg
4	8 - 9	70%	12	4	68 kg
5	10 - 11	80%	12	4	72 kg
6	12	90%	12	4	86 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	95 kg

Fortalecimiento muscular en Abductores.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	30 kg
2	5 – 6	50%	12	4	37.5 kg
3	7	60%	12	4	45 kg
4	8 - 9	70%	12	4	52.5 kg
5	10 - 11	80%	12	4	60 kg
6	12	90%	12	4	67.5 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	70 kg

Fortalecimiento muscular en Aductores.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	30 kg
2	5 – 6	50%	12	4	37.5 kg
3	7	60%	12	4	45 kg
4	8 - 9	70%	12	4	52.5 kg
5	10 - 11	80%	12	4	60 kg
6	12	90%	12	4	67.5 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	70 kg

Fortalecimiento muscular en Tríceps Sural.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 - 4	40%	12	4	20 kg
2	5 - 6	50%	12	4	25 kg
3	7	60%	12	4	30 kg
4	8 - 9	70%	12	4	35 kg
5	10 - 11	80%	12	4	40 kg
6	12	90%	12	4	45 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	50 kg

Test de saltos repetidos durante 30 segundos de Bosco (Bosco, 1994)

Objetivo.

- ✓ Permiten conocer la capacidad de producir potencia utilizando el sistema ATP-CP fundamentalmente.
- ✓ También permite medir la potencia anaeróbica láctica y la pérdida de capacidad de producción de energía elástica (resistencia a la fatiga).

Desarrollo.

En este test, el futbolista debe calentar libremente durante 10 minutos a un trote suave, después debe realizar el mayor número de saltos verticales posibles sobre el suelo, con la mano izquierda en la cadera y con la mano derecha tiene que marcar en la pared con una tiza hasta que altura llega su salto.

El test de Bosco consiste en una serie de saltos diseñados originalmente por el recientemente fallecido Carmelo Bosco.

- ✓ Squat Jump:

Se trata de efectuar un "detente" partiendo de una posición de semiflexión (flexión de rodillas a 90°) sin movimiento hacia abajo. El movimiento debe efectuarse con la mano izquierda sobre la cadera y la mano derecha en elevación marcando en la pared la altura de su salto y el tronco recto.

Introducción.

El sistema de medición para saltos verticales "ERGO-JUMP" es el principal elemento para realizar el "Test de Salto" ya que los datos que se obtienen de este sistema se utilizan después para dar paso a la valoración de la fuerza de cada individuo y notar la efectividad del fortalecimiento muscular.

Es un método para poder tener datos o parámetros de referencia para comenzar un proceso de entrenamiento, en deportistas donde la Fuerza Rápida es importante, pero también es importante la Potencia, la Resistencia a esa potencia, la Velocidad, la Resistencia a esa velocidad, y todas sus combinaciones en todo el miembro inferior no solamente en un grupo muscular específico.

El test de Bosco se basa en la pliometría que se define como movimiento rápido y potente que involucra el pre-estiramiento del músculo y activa el ciclo de elongar y acortar la fibra para producir subsecuentemente una contracción concéntrica más fuerte. Cualquier ejercicio que utiliza el reflejo miotático de estiramiento para producir una respuesta más fuerte de contracción muscular es Pliométrico por naturaleza. Los ejercicios pliométricos entrenan movimientos biomecánicos específicos, así, los músculos, tendones y ligamentos están siendo fortalecidos de forma funcional.

Fisiología.

Para que un músculo origine movimiento, se tiene que acortar; esto se conoce como una contracción concéntrica. Es una contracción concéntrica puede producirse una gran cantidad de energía. Sin embargo, si el músculo se alarga-contracción excéntrica- antes de la contracción, producirá una mayor energía. Este efecto necesita que el tiempo de la transición entre la contracción excéntrica y la concéntrica sea muy corto. La producción de esta energía adicional es debida al músculo, que genera energía potencial como una goma de mascar elástica

estirada. A este proceso se lo llama “ciclo del acortamiento del estiramiento”, y es uno de los mecanismos del entrenamiento pliométrico.

La pliometría es un método de entrenamiento para desarrollar la reacción explosiva de las contracciones musculares como resultado de contracciones excéntricas rápidas. La fuerza máxima que un músculo puede desarrollar se logra durante una rápida contracción excéntrica. Cuando ocurre una contracción concéntrica (acortamiento del músculo) inmediatamente después de una contracción excéntrica (músculo alargado) la fuerza generada aumenta. Si se estira un músculo, mucha de la energía necesaria para estirarlo se pierde como calor, pero algo de esta energía se puede almacenar por los componentes elásticos del músculo. Es importante señalar que esta energía se pierde si la contracción excéntrica no es seguida inmediatamente por la contracción concéntrica.

El ciclo de acortamiento del estiramiento afecta a la respuesta sensorial de los husos musculares y de los órganos de Golgi. Durante el ejercicio pliométrico, el umbral de excitación aumenta enviando señales de limitación cuando el músculo aumenta la tensión. Esto facilita una fuerza de la contracción, con la acumulación de energía elástica, mayor que cualquier otro ejercicio normal de fuerza. Este aumento del umbral es transitorio.

Los husos musculares están implicados en el “reflejo del estiramiento”. En el final de la contracción excéntrica rápida, el músculo ha alcanzado una gran longitud. Esto hace que los husos musculares envíen un reflejo de estiramiento, aumentando la energía de la contracción concéntrica siguiente. La sensibilidad del huso muscular es otra razón por la que la fase de la amortización deber ser breve para el efecto pliométrico.

Una contracción concéntrica: es un tipo de contracción muscular para generar la fuerza capaz de superar la resistencia al movimiento

Una contracción excéntrica, es una contracción muscular en el que la resistencia es mayor que la fuerza aplicada por el musculo, de modo que el musculo se alarga en contracción. Las contracciones excéntricas ocurren cuando la fuerza muscular se utiliza para frenar o para resistir el movimiento.

El reflejo de estiramiento: cuando un estiramiento rápido se detecta en los músculos, se produce una respuesta involuntaria protectora para evitar el exceso de estiramiento y las lesiones. El reflejo de estiramiento aumenta la actividad en los músculos que experimentan el estiramiento o la acción excéntrica del musculo, permitiendo que actúe mucho más fuertemente. Es una respuesta involuntaria ante determinados estímulos específicos (estiramiento, dolor, luz) el receptor que se activa en este reflejo se denomina “huso muscular”, cuya elongación produce un impulso que es transmitido a la medula espinal. En la medula se genera una señal que es transmitida al musculo que se contrae. Este tipo de reflejo también se denomina de elongación, de estiramiento, miotático u osteotendinoso. Una propiedad importante es la simetría de la intensidad con la que responde bilateralmente al estímulo.

La energía elástica: la energía elástica se crea en los músculos y los tendones y se almacena como resultado de un estiramiento rápido. Esta energía almacenada se emite cuando el estiramiento es seguido inmediatamente por una acción concéntrica del musculo. Si la acción concéntrica del musculo no ocurre inmediatamente después del pre-estiramiento, la energía potencial producida por la respuesta refleja del estiramiento se pierde.

Test de Salto

1.

Nombre: Claudio Bieler

Edad: 27 años

Estatura: 1,76 m

Lesión: Distensión del Ligamento Lateral Interno

Salto inicial (cm): 2,52

Salto final (cm): 2,85

Fortalecimiento muscular en Cuádriceps.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	52 kg
2	5 – 6	50%	15	5	60 kg
3	7	60%	15	5	68 kg
4	8 - 9	70%	15	5	76 kg
5	10 - 11	80%	15	5	84 kg
6	12	90%	15	5	92 kg
7	13 en adelante	100%	15	5	100 kg

Fortalecimiento muscular en Isquiotibiales.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	16 kg
2	5 – 6	50%	12	4	20 kg
3	7	60%	12	4	24 kg
4	8 - 9	70%	12	4	28 kg
5	10 - 11	80%	12	4	32 kg
6	12	90%	12	4	36 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	40 kg

Fortalecimiento muscular en Abductores.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	30 kg
2	5 – 6	50%	12	4	37.5 kg
3	7	60%	12	4	45 kg
4	8 - 9	70%	12	4	52.5 kg
5	10 - 11	80%	12	4	60 kg
6	12	90%	12	4	67.5 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	70 kg

Fortalecimiento muscular en Aductores.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	30 kg
2	5 – 6	50%	12	4	37.5 kg
3	7	60%	12	4	45 kg
4	8 - 9	70%	12	4	52.5 kg
5	10 - 11	80%	12	4	60 kg
6	12	90%	12	4	67.5 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	70 kg

Fortalecimiento muscular en Tríceps Sural.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	20 kg
2	5 – 6	50%	12	4	25 kg
3	7	60%	12	4	30 kg
4	8 - 9	70%	12	4	35 kg
5	10 - 11	80%	12	4	40 kg
6	12	90%	12	4	45 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	50 kg

2.

Nombre: Giovanni Caicedo

Edad: 31 años

Estatura: 1,85 m

Lesión: Inflamación del tendón rotuliano

Salto inicial (cm): 2,60

Salto final (cm): 2,91

Fortalecimiento muscular en Cuádriceps.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	42 kg
2	5 – 6	50%	15	5	50 kg
3	7	60%	15	5	58 kg
4	8 - 9	70%	15	5	66 kg
5	10 - 11	80%	15	5	74 kg
6	12	90%	15	5	82 kg
7	13 en adelante	100%	15	5	90 kg

Fortalecimiento muscular en Isquiotibiales.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	18 kg
2	5 – 6	50%	12	4	22 kg
3	7	60%	12	4	26 kg
4	8 - 9	70%	12	4	32 kg
5	10 - 11	80%	12	4	36 kg
6	12	90%	12	4	40 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	44 kg

Fortalecimiento muscular en Abductores.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	28 kg
2	5 – 6	50%	12	4	35.5 kg
3	7	60%	12	4	42 kg
4	8 - 9	70%	12	4	49.5 kg
5	10 - 11	80%	12	4	56 kg
6	12	90%	12	4	63.5 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	70 kg

Fortalecimiento muscular en Aductores.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	30 kg
2	5 – 6	50%	12	4	37.5 kg
3	7	60%	12	4	45 kg
4	8 - 9	70%	12	4	52.5 kg
5	10 - 11	80%	12	4	60 kg
6	12	90%	12	4	67.5 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	70 kg

Fortalecimiento muscular en Tríceps Sural.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	30 kg
2	5 – 6	50%	12	4	35 kg
3	7	60%	12	4	40 kg
4	8 - 9	70%	12	4	45 kg
5	10 - 11	80%	12	4	50 kg
6	12	90%	12	4	55 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	60 kg

3.

Nombre: Ulises De La Cruz

Edad: 16 años

Estatura: 1,70 m

Lesión: Rotura de menisco lateral

Salto inicial (cm): 2,47

Salto final (cm): 2,75

Fortalecimiento muscular en Cuádriceps.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	32 kg
2	5 – 6	50%	15	5	40 kg
3	7	60%	15	5	48 kg
4	8 - 9	70%	15	5	56 kg
5	10 - 11	80%	15	5	64 kg
6	12	90%	15	5	72 kg
7	13 en adelante	100%	15	5	80 kg

Fortalecimiento muscular en Isquiotibiales.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	15 kg
2	5 – 6	50%	12	4	19 kg
3	7	60%	12	4	23 kg
4	8 - 9	70%	12	4	27 kg
5	10 - 11	80%	12	4	31 kg
6	12	90%	12	4	35 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	39 kg

Fortalecimiento muscular en Abductores.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	25 kg
2	5 – 6	50%	12	4	32.5 kg
3	7	60%	12	4	40 kg
4	8 - 9	70%	12	4	47.5 kg
5	10 - 11	80%	12	4	55 kg
6	12	90%	12	4	62.5kg
7	13 en adelante	100%	12	4	70 kg

Fortalecimiento muscular en Aductores.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	30 kg
2	5 – 6	50%	12	4	37.5 kg
3	7	60%	12	4	45 kg
4	8 - 9	70%	12	4	52.5 kg
5	10 - 11	80%	12	4	60 kg
6	12	90%	12	4	67.5 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	70 kg

Fortalecimiento muscular en Tríceps Sural.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	15 kg
2	5 – 6	50%	12	4	20 kg
3	7	60%	12	4	25 kg
4	8 - 9	70%	12	4	30 kg
5	10 - 11	80%	12	4	35 kg
6	12	90%	12	4	40 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	45 kg

4.

Nombre: Ulises De La Cruz

Edad: 37 años

Estatura: 1,79 m

Lesión: Rotura de menisco interno

Salto inicial (cm):2,55

Salto final (cm): 2,87

Fortalecimiento muscular en Cuádriceps.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	52 kg
2	5 – 6	50%	15	5	60 kg
3	7	60%	15	5	68 kg
4	8 - 9	70%	15	5	76 kg
5	10 - 11	80%	15	5	84 kg
6	12	90%	15	5	92 kg
7	13 en adelante	100%	15	5	100 kg

Fortalecimiento muscular en Isquiotibiales.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	16 kg
2	5 – 6	50%	12	4	20 kg
3	7	60%	12	4	24 kg
4	8 - 9	70%	12	4	28 kg
5	10 - 11	80%	12	4	32 kg
6	12	90%	12	4	36 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	40 kg

Fortalecimiento muscular en Abductores.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	30 kg
2	5 – 6	50%	12	4	37.5 kg
3	7	60%	12	4	45 kg
4	8 - 9	70%	12	4	52.5 kg
5	10 - 11	80%	12	4	60 kg
6	12	90%	12	4	67.5 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	70 kg

Fortalecimiento muscular en Aductores.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	30 kg
2	5 – 6	50%	12	4	37.5 kg
3	7	60%	12	4	45 kg
4	8 - 9	70%	12	4	52.5 kg
5	10 - 11	80%	12	4	60 kg
6	12	90%	12	4	67.5 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	70 kg

Fortalecimiento muscular en Tríceps Sural.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	20 kg
2	5 – 6	50%	12	4	25 kg
3	7	60%	12	4	30 kg
4	8 - 9	70%	12	4	35 kg
5	10 - 11	80%	12	4	40 kg
6	12	90%	12	4	45 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	50 kg

5.

Nombre: Enrique Gámez

Edad: 30 años

Estatura: 1,71 m

Lesión: Rotura de Ligamento Cruzado Anterior

Salto inicial (cm):2,45

Salto final (cm): 2,70

Fortalecimiento muscular en Cuádriceps.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	42 kg
2	5 – 6	50%	15	5	50 kg
3	7	60%	15	5	58 kg
4	8 - 9	70%	15	5	66 kg
5	10 - 11	80%	15	5	74 kg
6	12	90%	15	5	82 kg
7	13 en adelante	100%	15	5	90 kg

Fortalecimiento muscular en Isquiotibiales.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	16 kg
2	5 – 6	50%	12	4	20 kg
3	7	60%	12	4	24 kg
4	8 - 9	70%	12	4	28 kg
5	10 - 11	80%	12	4	32 kg
6	12	90%	12	4	36 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	40 kg

Fortalecimiento muscular en Abductores.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	30 kg
2	5 – 6	50%	12	4	37.5 kg
3	7	60%	12	4	45 kg
4	8 - 9	70%	12	4	52.5 kg
5	10 - 11	80%	12	4	60 kg
6	12	90%	12	4	67.5 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	70 kg

Fortalecimiento muscular en Aductores.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	30 kg
2	5 – 6	50%	12	4	37.5 kg
3	7	60%	12	4	45 kg
4	8 - 9	70%	12	4	52.5 kg
5	10 - 11	80%	12	4	60 kg
6	12	90%	12	4	67.5 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	70 kg

Fortalecimiento muscular en Tríceps Sural.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	20 kg
2	5 – 6	50%	12	4	25 kg
3	7	60%	12	4	30 kg
4	8 - 9	70%	12	4	35 kg
5	10 - 11	80%	12	4	40 kg
6	12	90%	12	4	45 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	50 kg

6.

Nombre: Joel Soto

Edad: 16 años

Estatura: 1,68 m

Lesión: Rotura de menisco lateral

Salto inicial (cm): 2,45

Salto final (cm): 2,69

Fortalecimiento muscular en Cuádriceps.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	32 kg
2	5 – 6	50%	15	5	40 kg
3	7	60%	15	5	48 kg
4	8 - 9	70%	15	5	56 kg
5	10 - 11	80%	15	5	64 kg
6	12	90%	15	5	72 kg
7	13 en adelante	100%	15	5	80 kg

Fortalecimiento muscular en Isquiotibiales.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	15 kg
2	5 – 6	50%	12	4	19 kg
3	7	60%	12	4	23 kg
4	8 - 9	70%	12	4	27 kg
5	10 - 11	80%	12	4	31 kg
6	12	90%	12	4	35 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	39 kg

Fortalecimiento muscular en Abductores.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	25 kg
2	5 – 6	50%	12	4	32.5 kg
3	7	60%	12	4	40 kg
4	8 - 9	70%	12	4	47.5 kg
5	10 - 11	80%	12	4	55 kg
6	12	90%	12	4	62.5kg
7	13 en adelante	100%	12	4	70 kg

Fortalecimiento muscular en Aductores.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	30 kg
2	5 – 6	50%	12	4	37.5 kg
3	7	60%	12	4	45 kg
4	8 - 9	70%	12	4	52.5 kg
5	10 - 11	80%	12	4	60 kg
6	12	90%	12	4	67.5 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	70 kg

Fortalecimiento muscular en Tríceps Sural.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	15 kg
2	5 – 6	50%	12	4	20 kg
3	7	60%	12	4	25 kg
4	8 - 9	70%	12	4	30 kg
5	10 - 11	80%	12	4	35 kg
6	12	90%	12	4	40 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	45 kg

7.

Nombre: Leonel Nazareno

Edad: 17 años

Estatura: 1,73 m

Lesión: Rotura de menisco medial

Salto inicial (cm): 2,50

Salto final (cm): 2,76

Fortalecimiento muscular en Cuádriceps.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	32 kg
2	5 – 6	50%	15	5	40 kg
3	7	60%	15	5	48 kg
4	8 - 9	70%	15	5	56 kg
5	10 - 11	80%	15	5	64 kg
6	12	90%	15	5	72 kg
7	13 en adelante	100%	15	5	80 kg

Fortalecimiento muscular en Isquiotibiales.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	15 kg
2	5 – 6	50%	12	4	19 kg
3	7	60%	12	4	23 kg
4	8 - 9	70%	12	4	27 kg
5	10 - 11	80%	12	4	31 kg
6	12	90%	12	4	35 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	39 kg

Fortalecimiento muscular en Abductores.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	25 kg
2	5 – 6	50%	12	4	32.5 kg
3	7	60%	12	4	40 kg
4	8 - 9	70%	12	4	47.5 kg
5	10 - 11	80%	12	4	55 kg
6	12	90%	12	4	62.5kg
7	13 en adelante	100%	12	4	70 kg

Fortalecimiento muscular en Aductores.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	30 kg
2	5 – 6	50%	12	4	37.5 kg
3	7	60%	12	4	45 kg
4	8 - 9	70%	12	4	52.5 kg
5	10 - 11	80%	12	4	60 kg
6	12	90%	12	4	67.5 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	70 kg

Fortalecimiento muscular en Tríceps Sural.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	15 kg
2	5 – 6	50%	12	4	20 kg
3	7	60%	12	4	25 kg
4	8 - 9	70%	12	4	30 kg
5	10 - 11	80%	12	4	35 kg
6	12	90%	12	4	40 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	45 kg

8.

Nombre: Kevin Mercado

Edad: 17 años

Estatura: 1,73 m

Lesión: Rotura de Ligamento Cruzado Anterior y Ligamento Lateral Interno.

Salto inicial (cm):2,50

Salto final (cm): 2,80

Fortalecimiento muscular en Cuádriceps.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	32 kg
2	5 – 6	50%	15	5	40 kg
3	7	60%	15	5	48 kg
4	8 - 9	70%	15	5	56 kg
5	10 - 11	80%	15	5	64 kg
6	12	90%	15	5	72 kg
7	13 en adelante	100%	15	5	80 kg

Fortalecimiento muscular en Isquiotibiales.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	15 kg
2	5 – 6	50%	12	4	19 kg
3	7	60%	12	4	23 kg
4	8 - 9	70%	12	4	27 kg
5	10 - 11	80%	12	4	31 kg
6	12	90%	12	4	35 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	39 kg

Fortalecimiento muscular en Abductores.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	25 kg
2	5 – 6	50%	12	4	32.5 kg
3	7	60%	12	4	40 kg
4	8 - 9	70%	12	4	47.5 kg
5	10 - 11	80%	12	4	55 kg
6	12	90%	12	4	62.5kg
7	13 en adelante	100%	12	4	70 kg

Fortalecimiento muscular en Aductores.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	30 kg
2	5 – 6	50%	12	4	37.5 kg
3	7	60%	12	4	45 kg
4	8 - 9	70%	12	4	52.5 kg
5	10 - 11	80%	12	4	60 kg
6	12	90%	12	4	67.5 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	70 kg

Fortalecimiento muscular en Tríceps Sural.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	15 kg
2	5 – 6	50%	12	4	20 kg
3	7	60%	12	4	25 kg
4	8 - 9	70%	12	4	30 kg
5	10 - 11	80%	12	4	35 kg
6	12	90%	12	4	40 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	45 kg

9.

Nombre: Robinson Tadeo

Edad: 20 años

Estatura: 1,74 m

Lesión: Rotura de Ligamento Cruzado Anterior

Salto inicial (cm):2,50

Salto final (cm): 2,77

Fortalecimiento muscular en Cuádriceps.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	32 kg
2	5 – 6	50%	15	5	40 kg
3	7	60%	15	5	48 kg
4	8 - 9	70%	15	5	56 kg
5	10 - 11	80%	15	5	64 kg
6	12	90%	15	5	72 kg
7	13 en adelante	100%	15	5	80 kg

Fortalecimiento muscular en Isquiotibiales.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	15 kg
2	5 – 6	50%	12	4	19 kg
3	7	60%	12	4	23 kg
4	8 - 9	70%	12	4	27 kg
5	10 - 11	80%	12	4	31 kg
6	12	90%	12	4	35 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	39 kg

Fortalecimiento muscular en Abductores.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	25 kg
2	5 – 6	50%	12	4	32.5 kg
3	7	60%	12	4	40 kg
4	8 - 9	70%	12	4	47.5 kg
5	10 - 11	80%	12	4	55 kg
6	12	90%	12	4	62.5kg
7	13 en adelante	100%	12	4	70 kg

Fortalecimiento muscular en Aductores.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	30 kg
2	5 – 6	50%	12	4	37.5 kg
3	7	60%	12	4	45 kg
4	8 - 9	70%	12	4	52.5 kg
5	10 - 11	80%	12	4	60 kg
6	12	90%	12	4	67.5 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	70 kg

Fortalecimiento muscular en Tríceps Sural.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	15 kg
2	5 – 6	50%	12	4	20 kg
3	7	60%	12	4	25 kg
4	8 - 9	70%	12	4	30 kg
5	10 - 11	80%	12	4	35 kg
6	12	90%	12	4	40 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	45 kg

10.

Nombre: José Valencia

Edad: 29 años

Estatura: 1,73 m

Lesión: Rotura de menisco medial

Salto inicial (cm): 2,52

Salto final (cm): 2,80

Fortalecimiento muscular en Cuádriceps.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	42 kg
2	5 – 6	50%	15	5	50 kg
3	7	60%	15	5	58 kg
4	8 - 9	70%	15	5	66 kg
5	10 - 11	80%	15	5	74 kg
6	12	90%	15	5	82 kg
7	13 en adelante	100%	15	5	90 kg

Fortalecimiento muscular en Isquiotibiales.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	16 kg
2	5 – 6	50%	12	4	20 kg
3	7	60%	12	4	24 kg
4	8 - 9	70%	12	4	28 kg
5	10 - 11	80%	12	4	32 kg
6	12	90%	12	4	36 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	40 kg

Fortalecimiento muscular en Abductores.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	30 kg
2	5 – 6	50%	12	4	37.5 kg
3	7	60%	12	4	45 kg
4	8 - 9	70%	12	4	52.5 kg
5	10 - 11	80%	12	4	60 kg
6	12	90%	12	4	67.5 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	70 kg

Fortalecimiento muscular en Aductores.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	30 kg
2	5 – 6	50%	12	4	37.5 kg
3	7	60%	12	4	45 kg
4	8 - 9	70%	12	4	52.5 kg
5	10 - 11	80%	12	4	60 kg
6	12	90%	12	4	67.5 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	70 kg

Fortalecimiento muscular en Tríceps Sural.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	20 kg
2	5 – 6	50%	12	4	25 kg
3	7	60%	12	4	30 kg
4	8 - 9	70%	12	4	35 kg
5	10 - 11	80%	12	4	40 kg
6	12	90%	12	4	45 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	50 kg

11.

Nombre: Enrique Vera

Edad: 32 años

Estatura: 1,73 m

Lesión: Rotura de Ligamento Cruzado Anterior

Salto inicial (cm): 2,52

Salto final (cm): 2,84

Fortalecimiento muscular en Cuádriceps.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	42 kg
2	5 – 6	50%	15	5	50 kg
3	7	60%	15	5	58 kg
4	8 - 9	70%	15	5	66 kg
5	10 - 11	80%	15	5	74 kg
6	12	90%	15	5	82 kg
7	13 en adelante	100%	15	5	90 kg

Fortalecimiento muscular en Isquiotibiales.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	16 kg
2	5 – 6	50%	12	4	20 kg
3	7	60%	12	4	24 kg
4	8 - 9	70%	12	4	28 kg
5	10 - 11	80%	12	4	32 kg
6	12	90%	12	4	36 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	40 kg

Fortalecimiento muscular en Abductores.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	30 kg
2	5 – 6	50%	12	4	37.5 kg
3	7	60%	12	4	45 kg
4	8 - 9	70%	12	4	52.5 kg
5	10 - 11	80%	12	4	60 kg
6	12	90%	12	4	67.5 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	70 kg

Fortalecimiento muscular en Aductores.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	30 kg
2	5 – 6	50%	12	4	37.5 kg
3	7	60%	12	4	45 kg
4	8 - 9	70%	12	4	52.5 kg
5	10 - 11	80%	12	4	60 kg
6	12	90%	12	4	67.5 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	70 kg

Fortalecimiento muscular en Tríceps Sural.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	20 kg
2	5 – 6	50%	12	4	25 kg
3	7	60%	12	4	30 kg
4	8 - 9	70%	12	4	35 kg
5	10 - 11	80%	12	4	40 kg
6	12	90%	12	4	45 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	50 kg

12.

Nombre: Daniel Viteri

Edad: 30 años

Estatura: 1,78 m

Lesión: Rotura de Ligamento Lateral Interno

Salto inicial (cm): 2,57

Salto final (cm): 2,91

Fortalecimiento muscular en Cuádriceps.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	42 kg
2	5 – 6	50%	15	5	50 kg
3	7	60%	15	5	58 kg
4	8 - 9	70%	15	5	66 kg
5	10 - 11	80%	15	5	74 kg
6	12	90%	15	5	82 kg
7	13 en adelante	100%	15	5	90 kg

Fortalecimiento muscular en Isquiotibiales.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	16 kg
2	5 – 6	50%	12	4	20 kg
3	7	60%	12	4	24 kg
4	8 - 9	70%	12	4	28 kg
5	10 - 11	80%	12	4	32 kg
6	12	90%	12	4	36 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	40 kg

Fortalecimiento muscular en Abductores.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	30 kg
2	5 – 6	50%	12	4	37.5 kg
3	7	60%	12	4	45 kg
4	8 - 9	70%	12	4	52.5 kg
5	10 - 11	80%	12	4	60 kg
6	12	90%	12	4	67.5 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	70 kg

Fortalecimiento muscular en Aductores.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	30 kg
2	5 – 6	50%	12	4	37.5 kg
3	7	60%	12	4	45 kg
4	8 - 9	70%	12	4	52.5 kg
5	10 - 11	80%	12	4	60 kg
6	12	90%	12	4	67.5 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	70 kg

Fortalecimiento muscular en Tríceps Sural.

	Semana	Nivel de entrenamiento	# de Repeticiones	# de Series	Peso a levantar
1	3 – 4	40%	12	4	20 kg
2	5 – 6	50%	12	4	25 kg
3	7	60%	12	4	30 kg
4	8 - 9	70%	12	4	35 kg
5	10 - 11	80%	12	4	40 kg
6	12	90%	12	4	45 kg
7	13 en adelante	100%	12	4	50 kg

CUADRO # 1

Relación de la efectividad del fortalecimiento muscular según el esquema de tratamiento propuesto de fortalecimiento muscular.



Resultado:

En el cuadro observamos la efectividad del fortalecimiento muscular, los 12 jugadores lesionados, después del tratamiento de fortalecimiento muscular mejoraron sus capacidades pliométricas en un 100%, aumentando su salto desde el salto inicial entre 25 y 34 cm hasta el salto final, en el test de salto aplicado.

Análisis:

Se comprobó la efectividad del fortalecimiento muscular mediante el test de salto ya que todos son jugadores de elite, se realizó el fortalecimiento muscular en miembro inferior.

CUADRO # 2

Salto inicial (cm) de los jugadores lesionados para certificar la efectividad del fortalecimiento muscular:



Resultado:

En el cuadro podemos ver que los jugadores lesionados saltaron entre 76 y 79 cm en su salto inicial con el test de salto aplicado para medir la efectividad del fortalecimiento muscular.

Análisis:

En el presente cuadro podemos ver 6 jugadores saltaron inicialmente entre 2,45 y 250 cm, menos que los demás, 5 de ellos son jugadores menores de edad, y uno de ellos, tiene la menor altura de todos los jugadores mayores de edad, razón por la cual su salto inicial fue menor en comparación a la de los demás.

CUADRO # 3

Salto final (cm) de los jugadores rehabilitados con el tratamiento de fortalecimiento aplicado:



Resultado:

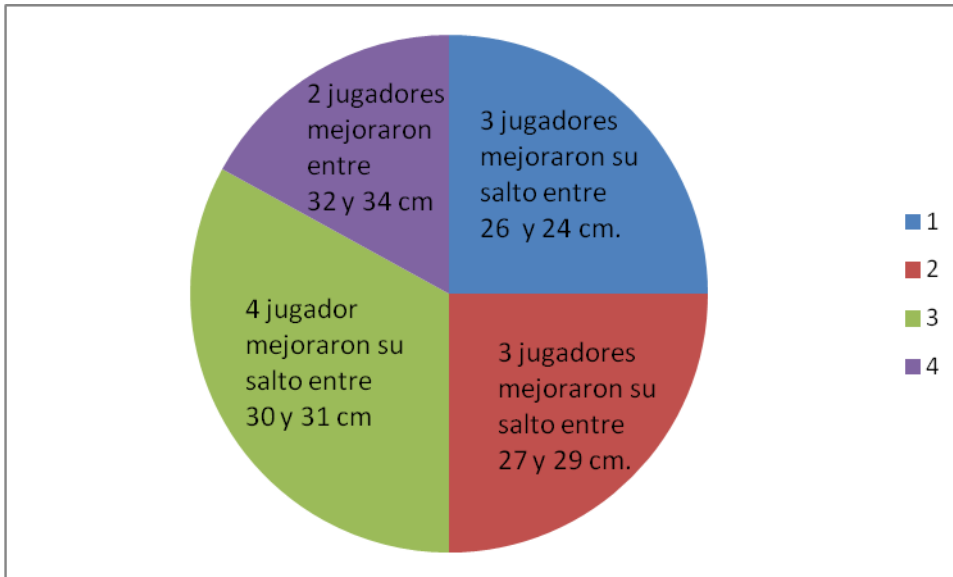
En el cuadro podemos ver que 4 jugadores en su evaluación final saltaron entre 1,01 y 1,03 desde su propia altura, otros 4 jugadores saltaron entre 1,05 y 1,07 cm en su evaluación final y los 4 restantes jugadores saltaron entre 1,08 y 1,13 cm desde su propia altura en su salto final.

Análisis:

En el cuadro podemos observar que 3 jugadores saltaron en la etapa final entre 2,87 y 2,91 cm, debido a su altura y a su posición de juego en la cancha, estamos hablando de un centro delantero y un golero, posiciones que implican en su entrenamiento diario técnicas pliométricas, además 4 jugadores que saltaron entre 2,69 y 2,77 cm, debido a que son jugadores que tienen 18 años o menos y su altura varía entre 1,68 y 1,71 cm.

CUADRO # 4:

Mejoramiento del salto medido en cm., desde el salto inicial hasta el salto final.



Resultado:

Los jugadores lesionados después del tratamiento de fortalecimiento muscular aplicado mejoraron su salto entre 24 y 34 cm, desde el primer salto que realizaron.

Análisis:

Todos los jugadores mejoraron su salto en distintas medidas sin embargo tenemos 3 jugadores que mejoraron su salto entre 26 y 24 cm, menos que los demás jugadores, debido que su lesión fue más crítica que la de los otros jugadores estamos hablando de la ruptura del LCA y 2 jugadores mejoraron su salto entre 32 y 34 cm, más que los demás jugadores, debido a su altura y a que su lesión no fue muy crítica en comparación a otras lesiones.

CUADRO COMPARATIVO DEL TEST DE SALTO CON SUS TRES EVALUACIONES.

JUGADOR	SALTO INICIAL(cm)	SALTO FINAL(cm)	DIFERENCIA(cm)
Claudio Bieler	2,52	2,85	32
G. Caicedo	2,60	2,91	31
U. De La Cruz	2,47	2,75	28
U. De La Cruz	2,55	2,87	32
Enrique Gámez	2,45	2,70	25
Joel Soto	2,45	2,69	24
Leonel Nazareno	2,50	2,76	26
Kevin Mercado	2,50	2,80	30
Robinson Tadeo	2,50	2,77	27
José Valencia	2,52	2,80	28
Enrique Vera	2,52	2,84	32
Daniel Viteri	2,57	2,91	34

Esquema de tratamiento de propiocepción propuesto.

El esquema de propiocepción se aplico por el nivel dificultad, los ejercicios propioceptivos se empieza de lo simple a lo complejo, el paciente empieza los ejercicios en decúbito supino y termina los ejercicios en bipedestación.

Para determinar la efectividad del entrenamiento propioceptivo y certificar su efectividad se utilizo el test de equilibrio/tiempo, se calcula el tiempo que el paciente permanece en equilibrio en el disco Vestibular antes y después de la aplicación del esquema de tratamiento de propiocepción.

A continuación el tratamiento de propiocepción que se realizó en los jugadores lesionados. El tratamiento propioceptivo se empezó a partir de la 4ta semana, iniciamos el tratamiento cuando el jugador se encuentre sin dolor y además evitando el riesgo de una nueva distensión.

4ta semana

En decúbito supino, con las rodillas en flexión, elevamos la cadera.

- ✓ Tiempo de elevación: 15 segundos
- ✓ Tiempo de reposo: 10 segundos
- ✓ Repeticiones: 10-20
- ✓ Frecuencia: 5 veces por semana.

En decúbito supino, con rodillas en flexión, elevamos la cadera, las dos rodillas en flexión con la afectada sobre el disco Vestibular.

- ✓ Tiempo de elevación: 15 segundos
- ✓ Tiempo de reposo: 10 segundos
- ✓ Repeticiones: 10-20

- ✓ Frecuencia: 5 veces por semana.
- ✓ Objetivo: Mantener el equilibrio.

En decúbito supino, con las rodillas en flexión, elevamos la cadera, las rodillas en flexión con la afectada sobre el disco Vestibular.

- ✓ Tiempo de elevación: 15 segundos
- ✓ Tiempo de reposo: 10 segundos
- ✓ Repeticiones: 10-20
- ✓ Frecuencia: 5 veces por semana.
- ✓ Objetivo: Mantener el equilibrio.

5ta semana

Progresión del equilibrio estático en apoyo monopodal con los ojos abiertos, con los brazos en flexión de hombro 90° Apoyados sobre una pierna, realizar pequeñas oscilaciones adelante-atrás con la pierna que no apoya. Descansamos un poco y después llevamos el muslo de la pierna que no apoya adelante flexionando la cadera hasta que el muslo queda paralelo al suelo y la rodilla flexionada a 90° o un poco más. Después, llevar la pierna atrás hasta que queda totalmente extendida tras el eje longitudinal del cuerpo (postura similar al pie que se va a despegar al realizar un paso). Gradualmente, vamos aumentando la velocidad y el arco de movimiento. La postura general del cuerpo debe ser relajada, el cuerpo debe estar derecho, vertical y la mirada al frente. Cuando ya realizamos el ejercicio correctamente, incluimos la oscilación de los brazos, de forma que cuando la pierna va adelante, el brazo contralateral también oscila adelante.

- ✓ Tiempo de elevación: 45-60 segundos
- ✓ Tiempo de reposo: 30-45 segundos
- ✓ Repeticiones: 15

- ✓ Frecuencia: 5 veces por semana.
- ✓ Objetivo: Mantener el equilibrio.

Progresión del equilibrio estático en apoyo monopodal con los ojos cerrados, con los brazos en flexión de hombro 90°, Apoyados sobre una pierna, realizar pequeñas oscilaciones adelante-atrás con la pierna que no apoya. Descansamos un poco y después llevamos el muslo de la pierna que no apoya adelante flexionando la cadera hasta que el muslo queda paralelo al suelo y la rodilla flexionada a 90° o un poco más. Después, llevar la pierna atrás hasta que queda totalmente extendida tras el eje longitudinal del cuerpo (postura similar al pie que se va a despegar al realizar un paso). Gradualmente, vamos aumentando la velocidad y el arco de movimiento. La postura general del cuerpo debe ser relajada, el cuerpo debe estar derecho, vertical y la mirada al frente. Cuando ya realizamos el ejercicio correctamente, incluimos la oscilación de los brazos, de forma que cuando la pierna va adelante, el brazo contralateral también oscila adelante.

- ✓ Tiempo de elevación: 45-60 segundos
- ✓ Tiempo de reposo: 30-45 segundos
- ✓ Repeticiones: 15
- ✓ Frecuencia: 5 veces por semana.
- ✓ Objetivo: Mantener el equilibrio.

Progresión del equilibrio estático en apoyo monopodal con los ojos abiertos, los dedos extendidos para que el talón y las cabezas de los metatarsianos estén en contacto con el suelo, con los brazos en flexión de hombro 90°

- ✓ Tiempo de elevación: 45-60 segundos
- ✓ Tiempo de reposo: 30-45 segundos
- ✓ Repeticiones: 15
- ✓ Frecuencia: 5 veces por semana.

- ✓ Objetivo: Mantener el equilibrio.

Progresión del equilibrio estático en apoyo monopodal con los ojos cerrados, los dedos extendidos para que el talón y las cabezas de los metatarsianos estén en contacto con el suelo, con los brazos en flexión de hombro 90°

- ✓ Tiempo de elevación: 45-60 segundos
- ✓ Tiempo de reposo: 30-45 segundos
- ✓ Repeticiones: 15
- ✓ Frecuencia: 5 veces por semana.
- ✓ Objetivo: Mantener el equilibrio.

6ta semana

Paciente Realiza ejercicios de balanceo antero-posterior en apoyo monopodal sobre un tablero basculante con los ojos abiertos. Primero flexionando la pierna arriba y llevándola atrás a la vez que la extendemos, también realizando el recorrido completo con la pierna extendida.

- ✓ Tiempo de elevación: 45-60 segundos
- ✓ Tiempo de reposo: 30-45 segundos
- ✓ Repeticiones: 15
- ✓ Frecuencia: 5 veces por semana.
- ✓ Objetivo: Mantener el equilibrio.

Paciente realiza ejercicios de balanceo antero-posterior en apoyo monopodal sobre un tablero basculante con los ojos cerrados. Primero flexionando la pierna arriba y llevándola atrás a la vez que la extendemos, también realizando el recorrido completo con la pierna extendida.

- ✓ Tiempo de elevación: 45-60 segundos
- ✓ Tiempo de reposo: 30-45 segundos
- ✓ Repeticiones: 15
- ✓ Frecuencia: 5 veces por semana.
- ✓ Objetivo: Mantener el equilibrio.

7ma semana

Zancadas en tablero unidireccional: permanecer en una postura relajada y erguida sobre una plataforma, step que se encuentre a unos 10 o 15 cm de altura. Estando apoyados sobre la pierna izquierda, damos un paso de unos 30-40 cm y apoyamos el pie derecho sobre una tabla de inestabilidad unidireccional situada en el suelo frente a nosotros. Cuando el pie toca la plataforma, pasamos todo el peso del cuerpo a la pierna derecha, pasando a realizar una flexión de rodilla hasta los 90° manteniendo la espalda recta. Aguantar en esta posición manteniendo el tablero estable, y regresar a la posición inicial llevando el cuerpo atrás aplicando fuerza sobre la tabla basculante con la pierna derecha.

- ✓ Tiempo de repetición: 45-60 segundos
- ✓ Tiempo de reposo: 30-45 segundos
- ✓ Repeticiones: 15
- ✓ Frecuencia: 5 veces por semana.
- ✓ Objetivo: Mantener el equilibrio.

Zancadas en tablero unidireccional: permanecer en una postura relajada y erguida sobre una plataforma, step que se encuentre a unos 10 o 15 cm de altura. Estando apoyados sobre la pierna izquierda, damos un paso de unos 30-40 cm y apoyamos el pie derecho sobre el disco vestibular situada en el suelo frente a nosotros. Cuando el pie toca la plataforma, pasamos todo el peso del cuerpo a la pierna derecha, pasando a realizar una flexión de rodilla hasta los 90°

manteniendo la espalda recta. Aguantar en esta posición manteniendo el tablero estable, y regresar a la posición inicial llevando el cuerpo atrás aplicando fuerza sobre la tabla basculante con la pierna derecha.

- ✓ Tiempo de repetición: 45-60 segundos
- ✓ Tiempo de reposo: 30-45 segundos
- ✓ Repeticiones: 15
- ✓ Frecuencia: 5 veces por semana.
- ✓ Objetivo: Mantener el equilibrio.

8va semana

Paciente sobre el disco vestibular con apoyo monopodal de la extremidad afectada realiza semiflexión de rodilla, la otra extremidad en flexión o extensión de cadera, el fisioterapeuta lanza la pelota en todas las direcciones mientras el paciente la agarra con sus manos.

- ✓ Duración: 1-3 minutos (según la tolerancia del paciente)
- ✓ Tiempo de reposo: 30-45 segundos
- ✓ Repeticiones: 5
- ✓ Frecuencia: 5 veces por semana.
- ✓ Objetivo: Mantener el equilibrio.

9na semana

Paciente sobre el disco vestibular con apoyo monopodal de la extremidad afectada realiza semiflexión de rodilla, la otra extremidad en flexión o extensión de cadera, el fisioterapeuta realiza perturbaciones del equilibrio al jugador.

- ✓ Duración: 1-3 minutos (según la tolerancia del paciente)
- ✓ Tiempo de reposo: 30-45 segundos

- ✓ Repeticiones: 5
- ✓ Frecuencia: 5 veces por semana.
- ✓ Objetivo: Mantener el equilibrio.

Test de Tiempo/Equilibrio

Objetivo.

- ✓ Permite determinar la efectividad del tratamiento de propiocepción.
- ✓ Permite medir la estabilidad y equilibrio del paciente en un tiempo determinado.

Desarrollo.

El futbolista debe realizar un previo calentamiento y después debe realizar un apoyo monopodal de la extremidad afectada en el disco vestibular. Se realizaran dos evaluaciones del tratamiento propioceptivo, la primera a la 4ta semana y la última al final del tratamiento, se notara que al principio el jugador no tiene tanta estabilidad en cuestión tiempo como al final del tratamiento.

Introducción.

La propiocepción hace referencia a la capacidad del cuerpo de detectar el movimiento y la posición de las articulaciones, por tanto es importante en los movimientos comunes que realizamos diariamente y aún más en los movimientos deportivos que requieren una coordinación especial. Esta propiocepción depende de estímulos sensoriales captados por receptores visuales, auditivos, vestibulares, cutáneos, articulares y musculares. Los receptores sensitivos captan diferentes tipos de estímulos por medio de “sensibilidades diferenciales”. Es decir que cada tipo de receptor es muy sensible a la clase de estímulos para los que ha sido diseñado, pero es casi insensible a otros. Así, por ejemplo los bastones y conos del ojo son muy sensibles a la luz, pero apenas responden al calor, frío, compresión de los globos oculares o a los cambios bioquímicos de la sangre.

Los propioceptores tienen como función el reconocimiento de la posición tanto estática como dinámica. Estas dependen del conocimiento del grado de angulación de todas las articulaciones en los tres planos del espacio y de la velocidad con la que cambia. Por eso existen muchas clases de propioceptores que ayudan a determinar el grado de angulación articular y que se utilizan en conjunto para las sensaciones de posición.

Existe una estrecha relación entre el sistema propioceptivo y el mantenimiento del equilibrio. El aparato vestibular es el órgano que detecta las sensaciones de equilibrio, el cual está conformado por una cavidad central el vestíbulo, tres canales semicirculares anterior, posterior y lateral, el utrículo y el sáculo. Los estímulos originados del vestíbulo dan conocimiento en parte de la posición de la cabeza. Por sus conexiones con los núcleos de los nervios craneales oculomotor, troclear y abducen, a través del fascículo longitudinal medial, intervienen en la coordinación de la mirada con relación a la posición de la cabeza y cuello, por medio de sus conexiones con el núcleo vestibular lateral influyen directamente en el mantenimiento del tono muscular, especialmente de los músculos antigravitatorios del organismo. Toda esta información es transmitida directamente por los propioceptores del cuello y del cuerpo a los núcleos vestibulares y reticulares del tronco encefálico, e indirectamente a través del cerebelo.

Tras sufrir una lesión traumática se producen cambios en el organismo que ocasiona una pérdida de las propiedades del tejido dañado, lo que provoca una ausencia parcial de la transmisión nerviosa. La lesión induce una modificación (disminución de las aferencias de los mecanorreceptores y estimulación de nociceptores) en la información que los propioceptores envían desde la región afectada, lo que genera un cambio a nivel del esquema corporal, que se traduce en una alteración del movimiento normal. Esta alteración motriz se da fundamentalmente a nivel de los automatismos, y es una fuente de recidivas e incluso de nuevas lesiones.

Se considera a la rehabilitación propioceptiva un programa de vital importancia para el retorno a las actividades funcionales después de la lesión en las diferentes estructuras.

De acuerdo al estudio realizado por Karim et al (2002), se señaló que a pesar de ser la propiocepción una de las características fundamentales tanto para la evaluación, el diagnóstico y la intervención fisioterapéutica, existen entre los profesionales de fisioterapia grandes vacíos sobre los elementos conceptuales, base que les permitirá emitir conceptos sobre aspectos relacionados con ella, en este caso la evaluación propioceptiva. También determinaron luego de haber hecho una descripción de instrumentos que han sido utilizados para evaluar la propiocepción, que muchos de estos carecen de validez y confiabilidad y otros son muy complejos y de difícil aplicación en la práctica clínica.

En el desarrollo del trabajo del fisioterapeuta F. Mera, en donde realiza una revisión bibliométrica acerca de la propiocepción, también se evidencia la necesidad de implementar un instrumento evaluativo y de diagnóstico con confiabilidad y validez para el trabajo en propiocepción de los profesionales de la salud.

Según el artículo publicado por Dmitry Domkin, la metodología usada en las pruebas de valoración para la propiocepción es la fisiofísica básica; en general, esta metodología es el estudio científico de la relación entre el estímulo y sensación. La fisiofísica se basa en el concepto de umbral sensorial, puesto que su medición determina la meta que debe alcanzar el estímulo para llegar a producir una sensación.

Partiendo del hecho de que tanto profesionales de fisioterapia como deportistas, necesitan de una respuesta ante muchas dudas que aquejan constantemente con respecto a la pérdida de la propiocepción y a la residivancia de las lesiones, tras sufrir un traumatismo en el terreno de juego, esto nos lleva a

pensar que en el medio no existe un verdadero método que evalúe el grado de pérdida de la propiocepción y por tanto no se cumple con los objetivos que implica un programa específico de rehabilitación propioceptiva.

Este trabajo se justifica teniendo en cuenta a la propiocepción como elemento clave en la rehabilitación y desempeño del deportista, quien se ve sometido a lesiones constantes, requiere del establecimiento de un sistema de evaluación que sea de fácil acceso, y de fácil interpretación, además de la aplicación de un programa de rehabilitación propioceptiva.

Se expone aquí un método de evaluación de la propiocepción en miembros inferiores, en el que se busca estimular la información propioceptiva proveniente del sitio de lesión, planteando situaciones que la coloquen en un papel fundamental en la regulación del equilibrio, siendo este una herramienta útil que permite medir de forma más objetiva la propiocepción y la evolución de la misma.

Procedimiento experimental

Basándose en la fundamentación teórica revisada y analizada sobre la propiocepción, se decidió tomar un elemento en donde se pusiera a prueba la propiocepción de tal forma que permita su evaluación y medición, en este caso se hizo a través del mantenimiento del equilibrio sobre un disco vestibular en relación al tiempo que el paciente puede estar en equilibrio.

Para la aplicación del instrumento y ejercicios se tomó como muestra los 12 jugadores lesionados del equipo profesional de liga deportiva universitaria en la temporada 2010-2011. Se les realizó una primera evaluación a todos los jugadores al inicio del estudio. A todos ellos se les aplicó unos ejercicios de rehabilitación propioceptiva en miembros inferiores con una frecuencia de 4 o 5 días a la semana durante 9 semanas. Fueron evaluados nuevamente al finalizar la aplicación del protocolo. Para incluirlos en el estudio se requirió que la lesión no se

encontrara en estadio agudo y no presentara sintomatología. Se tuvo en cuenta que no existiera ningún tipo de alteración vestibular ni sensitiva diagnosticada. Además se tuvieron en cuenta otros datos deportivos en cuanto al entrenamiento, calentamiento y estiramiento muscular.

Test realizados

Se inició con la toma de datos personales, médicos y deportivos registrados en un formato de evaluación elaborado para el estudio.

La evaluación consistió en una prueba: con apoyo unipodal de la extremidad afectada. Para la realización de la prueba se midió el tiempo máximo que el jugador estaba en equilibrio sobre el disco vestibular. Toda la información fue recogida y plasmada en un formato de evaluación asignado a cada deportista.

Entrenamiento

A través de los ejercicios propioceptivos se logra obtener estabilidad postural, promover el control de la movilidad, remediar las desajustes nerviosos, reconstruir programas de movimientos, además de mejorar la coordinación, la fluidez del movimiento, el equilibrio muscular y facilitar una nueva conciencia corporal.

Se presentó un programa de rehabilitación propioceptiva en miembros inferiores de 9 semanas de duración con una frecuencia de 4 a 5 días por semana, y con una intensidad de 40 minutos por sesión, orientado al trabajo propioceptivo con el fin de mejorar la fuerza, la estabilidad, la agilidad y prevenir las posibilidades de lesión.

Durante el transcurso de las tres semanas se hicieron las progresiones respectivas para cada uno de los ejercicios, que incluían incrementos de la velocidad, carga, amplitud de los movimientos, número de repeticiones, además se incrementó la dificultad restringiendo aferencias visuales, disminuyendo la base de sustentación, usando bases inestables y provocando desequilibrios manuales o lanzando objetos para que el deportista los atrape durante el ejercicio.

Discusión

El sistema propioceptivo informa mediante sus receptores distribuidos por todo el organismo, sobre la posición y el movimiento de las partes del cuerpo entre sí y en relación a su base de soporte; estas informaciones contribuyen a mantener el tono muscular y desencadenan la mayor parte de los reflejos somáticos que mantienen el equilibrio.

El entrenamiento del sistema propioceptivo ayuda a regular el mecanismo de control en la ejecución del movimiento y, en definitiva, a la mejora o a la prevención de la lesión. Así también lo consideran los servicios médicos del FC Barcelona que trabajan el entrenamiento de este sistema, fundamental para controlar la relación entre el cerebro y las distintas partes del cuerpo. Incluso sin haber sufrido una lesión anterior el entrenamiento somatosensorial puede ayudar a evitar posibles lesiones propias de la práctica deportiva, sobre todo en aquellos que conllevan a mayor exigencia competitiva; también incrementa el rendimiento en deportes de alto nivel porque la mejora de las percepciones permite alcanzar un rendimiento óptimo.

Acerca de los hallazgos obtenidos en el presente estudio se puede decir que se han alcanzado mejoras luego de la aplicación de un protocolo de rehabilitación propioceptiva específico, obteniendo en la evaluación post-tratamiento para la prueba en el apoyo unipodal 25.33 desestabilizaciones con respecto a la primera evaluación, lo que se correlaciona con el estudio de la

American Orthopaedic for Sports Medicine en 2001, que se basó en la práctica de la reeducación propioceptiva mediante apoyo unipodal del miembro afecto con el empleo de un plano inestable. Los hallazgos encontrados en el presente estudio confirman igualmente la efectividad de la rehabilitación propioceptiva que se comprobó por medio del método de evaluación implementado.

En síntesis éste estudio correlaciona y verifica los resultados positivos obtenidos tras la aplicación de un programa de rehabilitación propioceptiva específica. Además la experiencia acumulada en esta área de trabajo demuestra la eficacia de este tipo de ejercicio para la recuperación y prevención de las lesiones de los deportistas. Es importante tener en cuenta que la base de la rehabilitación depende de la correcta relación entre el sistema musculoesquelético y el sistema nervioso de ahí que la importancia de valorar y reentrenar la propiocepción no debe ser dejada de lado, como tampoco se debe olvidar el entrenamiento propioceptivo ya que a menudo tendemos a pensar que el simple desarrollo muscular garantiza su desarrollo cuando realmente tan sólo representa un porcentaje de esta cualidad.

Los métodos de evaluación propioceptiva utilizados comúnmente, contienen un alto porcentaje de subjetividad a la hora de emitir resultados. En el estudio realizado por Erden et al (2003), se evaluó la sensación de la posición de la rodilla a través de un sistema de análisis de movilidad, en el que se marcaban como puntos de referencia el trocánter mayor, el cóndilo femoral lateral y el maléolo interno. A diferencia de la propuesta que se presenta en este estudio en donde se expone un test de evaluación propioceptiva en miembros inferiores llamado test de tiempo/equilibrio, en el que se busca la estimulación de la información propioceptiva, planteando situaciones que la pongan en un papel fundamental en la regulación del equilibrio, proporcionando una herramienta útil que permite medir de un modo más objetivo la propiocepción en miembros inferiores.

Test de Tiempo/Equilibrio

1.

Nombre: Claudio Bieler

Edad: 27 años

Estatura: 1,76 m

Lesión: Distensión del Ligamento Lateral Interno

Tiempo de equilibrio inicial en el disco vestibular: 7 segundos

Tiempo de equilibrio final en el disco vestibular: 60 segundos en adelante

2.

Nombre: Giovanni Caicedo

Edad: 31 años

Estatura: 1,85 m

Lesión: Inflamación del tendón rotuliano

Tiempo de equilibrio inicial en el disco vestibular: 10 segundos

Tiempo de equilibrio final en el disco vestibular: 60 segundos en adelante

3.

Nombre: Ulises De La Cruz

Edad: 16 años

Estatura: 1,70 m

Lesión: Rotura de menisco lateral

Tiempo de equilibrio inicial en el disco vestibular: 5 segundos

Tiempo de equilibrio final en el disco vestibular: 60 segundos en adelante

4.

Nombre: Ulises De La Cruz

Edad: 37 años

Estatura: 1,79 m

Lesión: Rotura de menisco interno

Tiempo de equilibrio inicial en el disco vestibular: 8 segundos

Tiempo de equilibrio final en el disco vestibular: 60 segundos en adelante

5.

Nombre: Enrique Gámez

Edad: 30 años

Estatura: 1,71 m

Lesión: Rotura de Ligamento Cruzado Anterior

Tiempo de equilibrio inicial en el disco vestibular: 6 segundos

Tiempo de equilibrio final en el disco vestibular: 60 segundos en adelante

6.

Nombre: Joel Soto

Edad: 16 años

Estatura: 1,68 m

Lesión: Rotura de menisco lateral

Tiempo de equilibrio inicial en el disco vestibular: 9 segundos

Tiempo de equilibrio final en el disco vestibular: 60 segundos en adelante

7.

Nombre: Leonel Nazareno

Edad: 17 años

Estatura: 1,73 m

Lesión: Rotura de menisco medial

Tiempo de equilibrio inicial en el disco vestibular: 11 segundos

Tiempo de equilibrio final en el disco vestibular: 60 segundos en adelante

8.

Nombre: Kevin Mercado

Edad: 17 años

Estatura: 1,73 m

Lesión: Rotura de Ligamento Cruzado Anterior y Ligamento Lateral Interno.

Tiempo de equilibrio inicial en el disco vestibular: 4 segundos

Tiempo de equilibrio final en el disco vestibular: 60 segundos en adelante

9.

Nombre: Robinson Tadeo

Edad: 20 años

Estatura: 1,74 m

Lesión: Rotura de Ligamento Cruzado Anterior

Tiempo de equilibrio inicial en el disco vestibular: 11 segundos

Tiempo de equilibrio final en el disco vestibular: 60 segundos en adelante

10.

Nombre: José Valencia

Edad: 29 años

Estatura: 1,73 m

Lesión: Rotura de menisco medial

Tiempo de equilibrio inicial en el disco vestibular: 13 segundos

Tiempo de equilibrio final en el disco vestibular: 60 segundos en adelante

11.

Nombre: Enrique Vera

Edad: 32 años

Estatura: 1,73 m

Lesión: Rotura de Ligamento Cruzado Anterior

Tiempo de equilibrio inicial en el disco vestibular: 10 segundos

Tiempo de equilibrio final en el disco vestibular: 60 segundos en adelante

12.

Nombre: Daniel Viteri

Edad: 30 años

Estatura: 1,78 m

Lesión: Rotura de Ligamento Lateral Interno

Tiempo de equilibrio inicial en el disco vestibular: 11 segundos

Tiempo de equilibrio final en el disco vestibular: 60 segundos en adelante

CUADRO #1

Relación de la efectividad de la propiocepción en relación al esquema de tratamiento propuesto de propiocepción



Resultado:

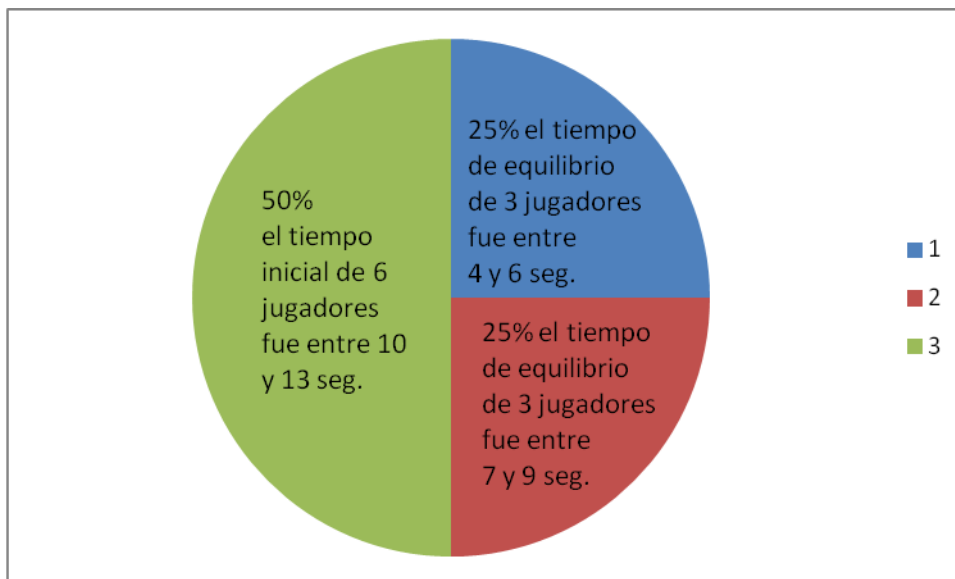
En el cuadro podemos ver que el tratamiento propioceptivo aplicado a los jugadores lesionados es efectivo ya que todos mejoraron sus habilidades de estabilidad y equilibrio en el test tiempo/equilibrio aplicado.

Análisis:

El ejercicio propioceptivo mejoró el equilibrio y estabilidad de todos los jugadores ya que son jugadores de elite, el test tiempo/equilibrio se realizó en miembro inferior y se comprobó su efectividad mediante el test tiempo/equilibrio.

CUADRO # 2

Tiempo de equilibrio inicial de los jugadores en el disco vestibular.



Resultado:

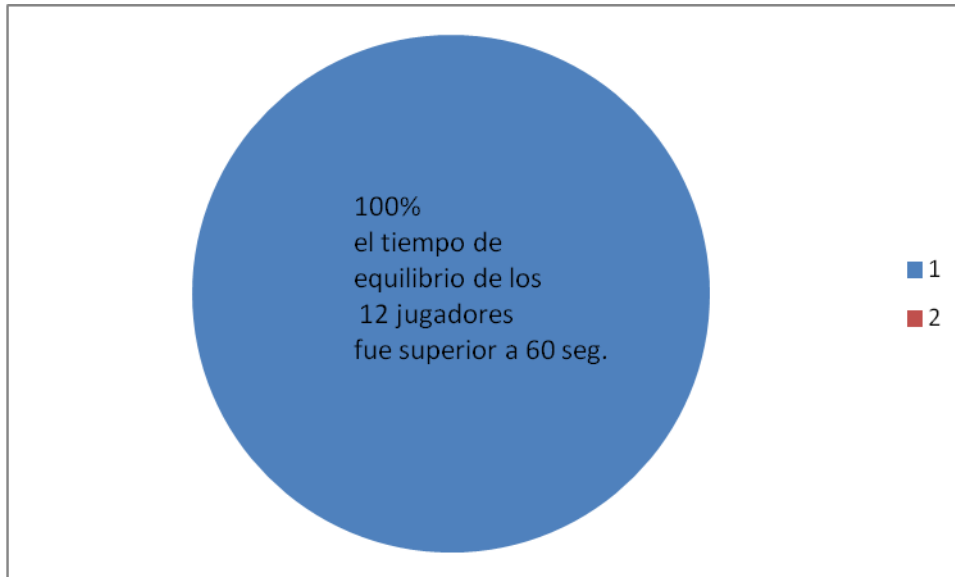
Vemos en el cuadro que 6 jugadores comparten el 50%, compartiendo su tiempo de equilibrio en el disco vestibular entre 10 y 13 segundos, con 25% tenemos 3 jugadores que su tiempo de equilibrio fue entre 7 y 9 segundos y finalmente entre 4 y 6 segundos tenemos a 3 jugadores que comparten el 25%, este tiempo de equilibrio es sin el tratamiento propuesto.

Análisis:

En el presente cuadro podemos ver que el tiempo de equilibrio inicial de tres jugadores fue entre 4 y 6 segundos, debido a que su lesión fue la ruptura del LCA, lesión más grave que otras lesiones en esta investigación, lo que ocasiona perjudica mucho más el sistema propioceptivo.

CUADRO # 3

Tiempo de equilibrio final de los jugadores rehabilitados en el disco vestibular.



Resultado:

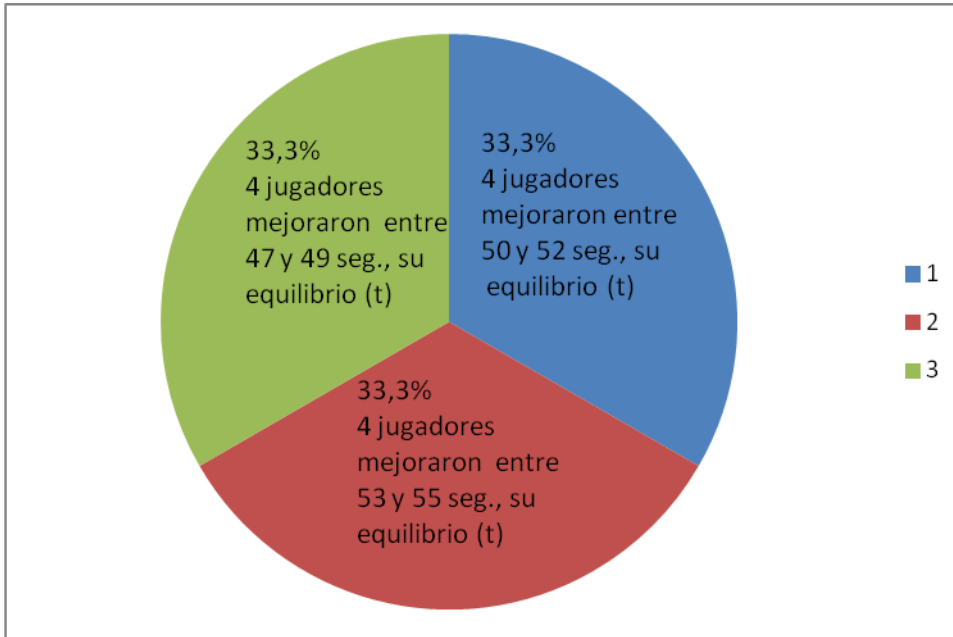
Los 12 jugadores después del tratamiento de propiocepción mejoraron su tiempo de equilibrio con 60 segundos, ya que esa fue la meta propuesta en el test tiempo/equilibrio.

Análisis:

El tiempo del tratamiento propioceptivo duró aproximadamente 9 semanas, tiempo en que los jugadores, pudieron permanecer en el disco vestibular 60 segundos, mejorando así su equilibrio y estabilidad.

CUADRO # 4

Diferencia del tiempo de equilibrio inicial con el tiempo de equilibrio final de los jugadores rehabilitados.



Resultado:

En el cuadro podemos ver que 4 jugadores mejoraron su tiempo de equilibrio entre 53 y 55 segundos con el 33,3%, otros 4 jugadores mejoraron su tiempo de equilibrio en el disco vestibular entre 47 y 49 segundos y 4 jugadores mejoraron su tiempo entre 50 y 52 segundos con un 33,3% al finalizar el tratamiento de propiocepción.

Análisis:

El ejercicio propioceptivo ayudó a todos los jugadores presentes en esta investigación y todos mejoraron su tiempo de equilibrio en el disco vestibular siendo 60 segundos el tiempo límite para comprobar su efectividad, sin embargo

factores como el tipo de lesión, la estatura y la edad fueron un contratiempo para algunos jugadores que tuvieron ruptura del LCA pero al final todos lograron el objetivo.

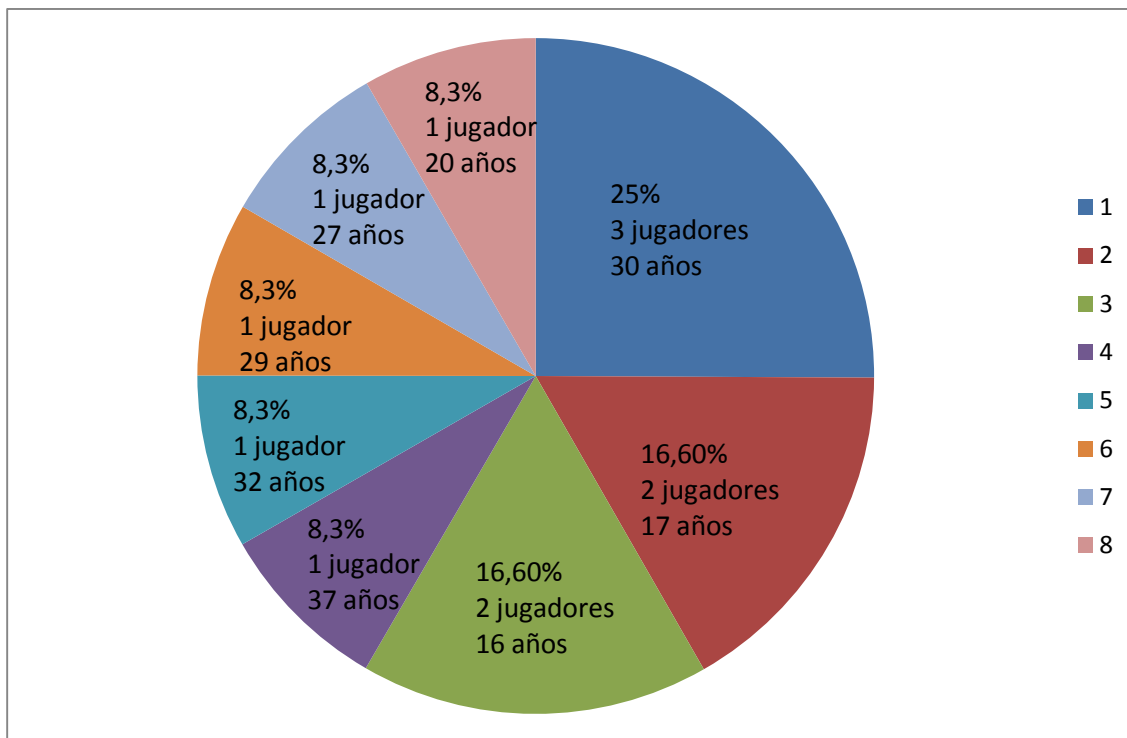
CUADRO COMPARATIVO DEL TEST TIEMPO/EQUILIBRIO CON SUS TRES EVALUACIONES (seg).

JUGADOR	TIEMPO INICIAL	TIEMPO FINAL	DIFERENCIA
Claudio Bieler	7	60	53
G. Caicedo	10	60	50
U. De La Cruz	5	60	55
U. De La Cruz	8	60	52
Enrique Gámez	6	60	54
Joel Soto	9	60	51
Leonel Nazareno	11	60	49
Kevin Mercado	4	60	56
Robinson Tadeo	11	60	49
José Valencia	12	60	48
Enrique Vera	10	60	50
Daniel Viteri	11	60	49

ANEXO.

CUADRO 1:

Relación de lesiones según las edades de los 12 jugadores.



Resultado:

En el equipo profesional de Liga Deportiva Universitaria en el año pasado hubieron 12 jugadores que presentaron diferentes lesiones de rodilla, en el siguiente cuadro vemos la clasificación en porcentajes según las edades de los doce jugadores. En El primer grupo 3 jugadores de 30 años, que equivalen el 25%, el segundo grupo representa el 16,6% y son dos jugadores con 17 años, el tercer grupo con un 16,6% representa a dos jugadores de 16 años. Hay cinco

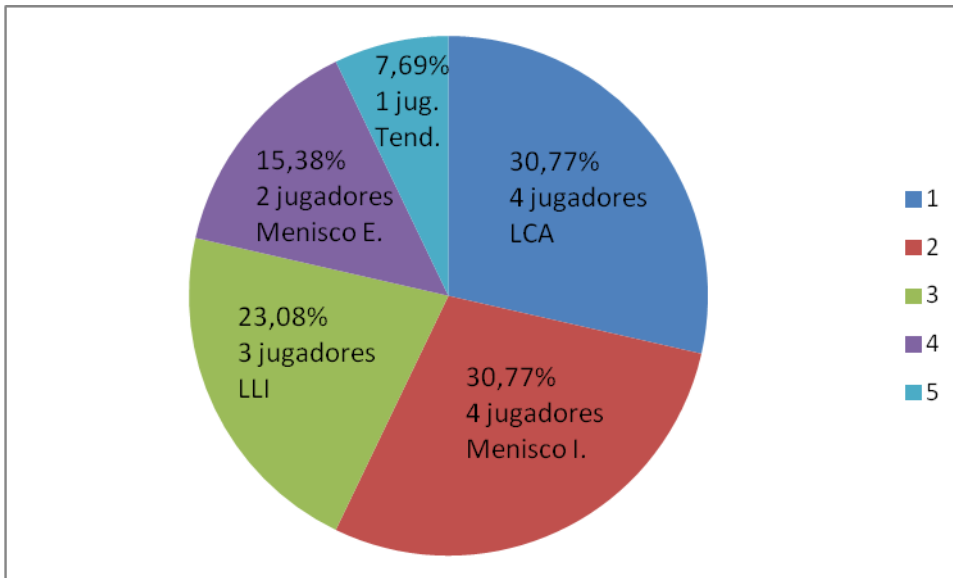
jugadores más los cuales representan cinco grupos con un 8,3% cada uno y las edades varían entre 20 a 37 años

Análisis:

La incidencia de lesiones deportivas está condicionada por varios parámetros: definición de lesión, deporte practicado, población, la edad, entre otras. Un estudio realizado por V. Sanchis Alfonso en el 2003 demuestra que la incidencia global de lesión del sistema músculo esquelético es de 14 lesiones por 100 personas por año. El 10% de dichas lesiones son originadas en lesiones deportivas y de ellas, el 25%, corresponde a lesiones de rodilla. Las edades de los 12 jugadores varían entre 16 y 37 años, un estudio realizado por Jiménez en el 2009, dice que, Estadísticas recientes afirman que el 70% de las lesiones afectan a personas con edades comprendidas entre los 17 años y 35 años de edad.

CUADRO 2

Relación de Lesiones según la estructura afectada en la articulación de la Rodilla:



Resultado:

En Ligamento Cruzado Anterior es la estructura de la articulación de la rodilla más afectada con un 30.77% y son 4 los jugadores los afectados, con el menisco medial que también tiene el mismo porcentaje 30.77% con 4 jugadores lesionados. La afectación del ligamento colateral interno fue un 23,08% que corresponde a 3 jugadores, 2 jugadores sufrieron lesión del menisco lateral y representa el 15.38% y 1 jugador sufrió una tendinitis rotuliana y representa el 7.69%

Análisis:

En un estudio realizado en el 2007 por Bill Pearl afirma que el 75% de las lesiones se dan en el fútbol. El mismo estudio revela que el 57% de las lesiones en el fútbol el ligamento cruzado anterior es el más afectado y que generalmente

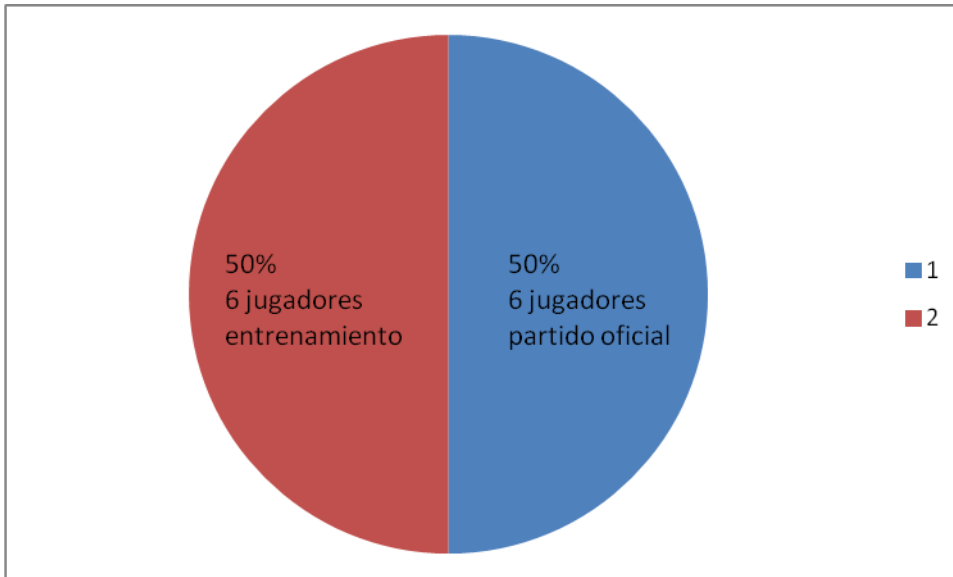
se afecta con el ligamento lateral interno o menisco interno ya que el giro con afecto o golpe directo hacia adentro es mas comun en este deporte.

Según fitzgerald nos dice que las lesiones del menisco interno son mas frecuentes entre 4 y 5 veces que el menisco externo y se lesiona en deportes que se efectuen pivotes, cortes y saltos. el menisco externo se lesiona mas con el ligamento cruzado anterior pero el menisco interno cada vez que se lesiona aumenta la cronicidad el ligamento cruzado anterior.

En una publicacion de la revista mexicana de ortopedia y traumatologia afirman que en cuanto a la lesion del tendon rotulino es una lesión que ocurre frecuentemente en deportistas o trabajadores que realizan esfuerzos excéntricos del tendón rotuliano. Esta es una patología que se acrecienta por el aumento de la práctica de deportes, pero su fisiopatología y la compresión de su etiología y tratamiento son todavía discutidas.

CUADRO 3:

Relación de lesiones según el momento en el cual ocurrió la lesión:



Resultado:

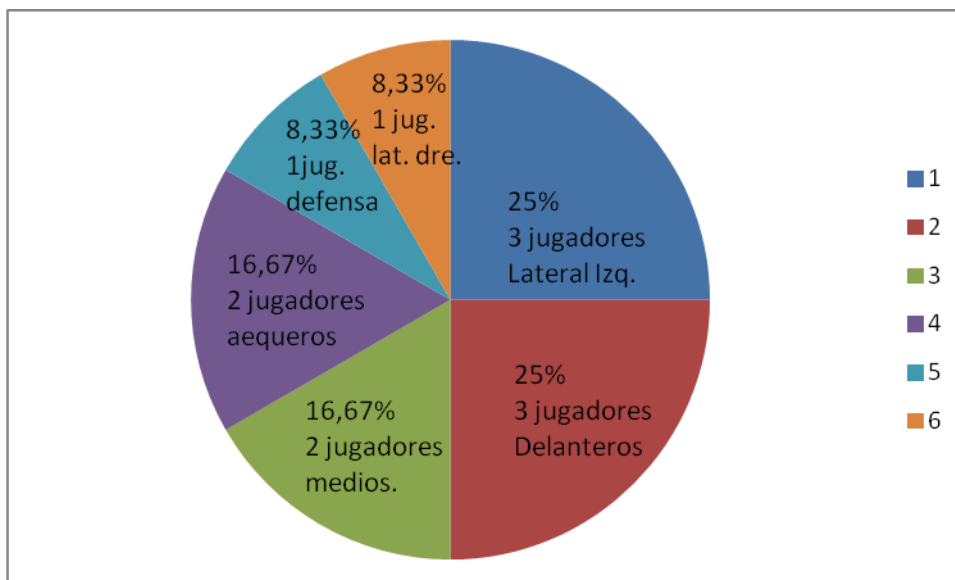
Vemos que en un partido oficial se lesionaron 6 jugadores con un 50% y en un entrenamiento también con 6 jugadores y un 50% sufrieron algún tipo de lesión.

Análisis:

Antes se creía que la exigencia en un partido oficial del equipo era mayor, ya que se disputaban copas, ampeonatos, el liderazgo de la tabla de posiciones o simplemente tres puntos, en la actualidad, lo antes descrito es erróneo, ya que en el entrenamiento de 20 jugadores son once los que buscan la titularidad. Según Tous en el 2001 de todos los jugadores en la liga inglesa de fútbol el 41% se lesionó en entrenamientos y el 59% en partidos oficiales, por lo que se creía que la exigencia era mayor en los partidos, hoy en día se ha comprobado, No existe diferencias en cuanto a la incidencia lesiva entre estos dos periodos de tiempo estudiados.

CUADRO 4:

Relación de lesiones según el puesto de juego:



Resultado:

Vemos que tanto la posición de delantero como la de Lateral Izquierdo son los puestos en cancha que más sufren de lesiones con un 25% y 3 jugadores que representan este porcentaje. Comparten un 16.6% los arqueros y mediocampistas con 2 jugadores cada grupo y por ultimo con 1 jugador como defensa y otro como lateral derecho con un 8.33% sufren de lesiones en la articulación de la rodilla.

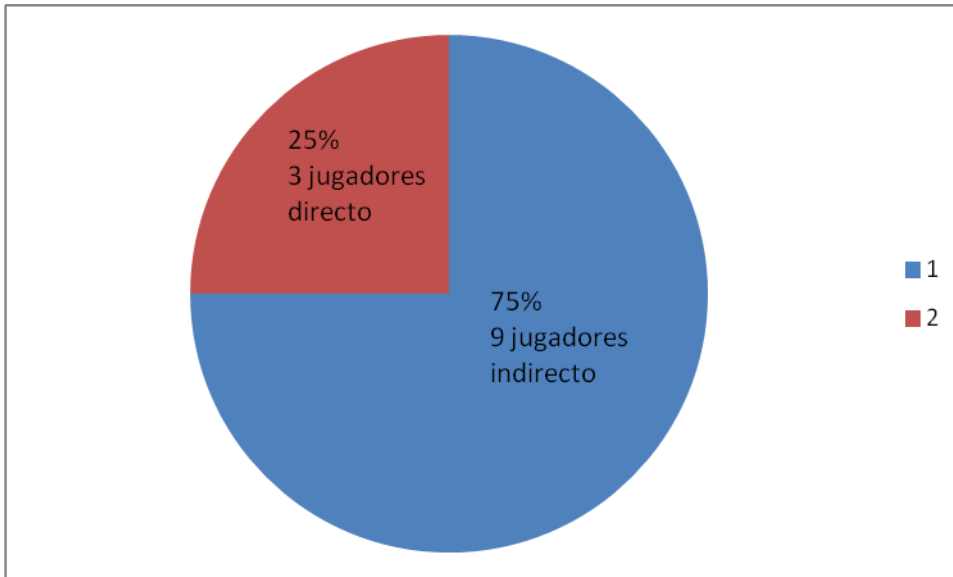
Análisis:

Según Kirkendall en el 2009 reporto que los delanteros y los mediocampistas son los que se lesionan más a menudo que los defensas, debido que de cierta forma su posición sugiere una mayor actividad física. En el estudio de Kraemer en el 2009 afirmo que en los porteros las lesiones se producen en igual número tanto en miembro superior como miembro inferior siendo el LCA el

más afectado generalmente en el miembro inferior con un 85% en comparación a otras estructuras de miembro inferior.

CUADRO 5

Relación de lesiones según el mecanismo de acción:



Resultado:

Según Arias en el 2010 afirma que el mecanismo directo es aquel que se producen por acción del traumatismo que incide directamente sobre la superficie del hueso y representa el 25% . Por otro lado Tortora en su estudio del 2008 afirma que el mecanismo indirecto es aquel que no existe una interacción directa entre un agente lesivo y los tejidos que sufren la deformidad y representa el 75%.

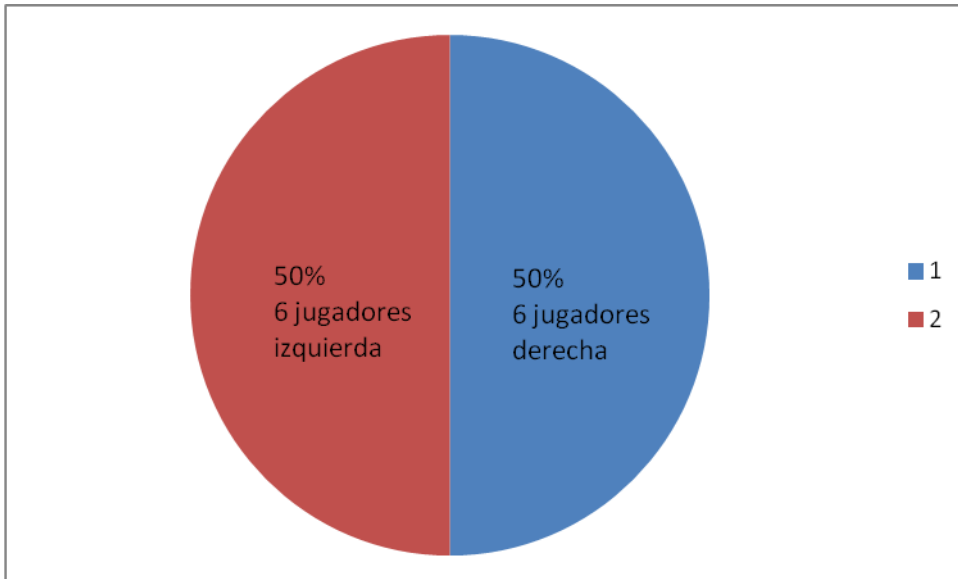
Análisis:

Según Moro en el 2006 en su investigación dice que, la mayoría de jugadores lesionados sufren la lesión por un mecanismo indirecto sea cual sea la causa, por lo que, el peso del cuerpo y su velocidad durante la caída. La energía cinética es igual a la mitad de la masa de un cuerpo multiplicada por el cuadrado de la velocidad a la que se mueve. Para desacelerar un objeto se requiere tanta energía como la que movilizó, recordando la tercera ley de Newton: a toda acción

requiere una reacción de igual fuerza en sentido opuesto. La fuerza de reacción crea energía cinética en los segmentos corporales y la disipación de esa energía determina la fuerza y los niveles de esfuerzo que se aplica a las estructuras anatómicas. Por esta razón se cree que hay un mayor número de lesiones por mecanismo indirecto.

CUADRO 6

Relación de lesiones según la rodilla afectada (derecha o izquierda):



Resultado:

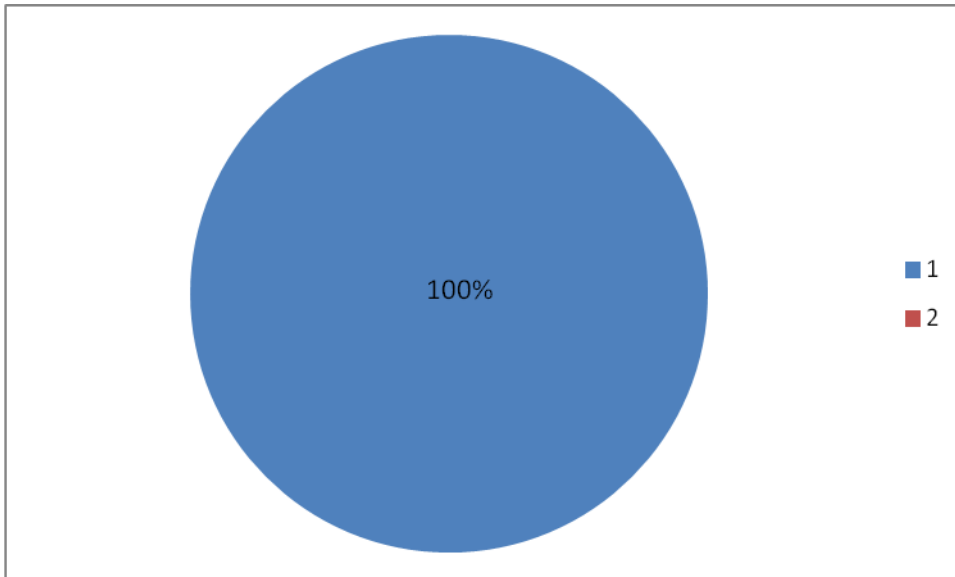
En el cuadro podemos ver que tanto la rodilla derecha como la rodilla izquierda comparten un 50% con 6 jugadores lesionados.

Análisis:

La articulación femoropatelar puede lesionarse sin importar cuál sea esta, es decir, rodilla izquierda o derecha, puede depender de varios factores como el mecanismo de acción, la edad, lateralidad pero según Pedraza en el 2009 dijo que sin importar cuál sea la causa de la lesión puede afectar tanto a la extremidad derecha o izquierda.

CUADRO 7

Relación de lesiones en cuanto a los factores predisponentes:



Resultado:

En esta investigación, los factores predisponentes no tienen relación con las lesiones de rodilla, ya que todos los jugadores se cuidan mucho en lo que se refiere a usar el equipamiento adecuado, entrenar en un determinado terreno de juego, No tener hábitos tóxicos, en cuanto al descanso y a la técnica de juego.

Análisis:

No se encontraron estudios que tengan una relación directa entre los factores predisponentes y las lesiones de rodilla.

TRATAMIENTO.

PRIMERA SEMANA

- Reposo absoluto
- Frío local durante 15' cada hora, disminuyendo ligeramente la frecuencia en días sucesivos
- Electroestimulación muscular del cuádriceps
- Elevación de la pierna con extensión de la rodilla



- Ejercicios activos de extensión de la rodilla (contracción del cuádriceps isométrica)



- Movimientos pasivos de la rodilla (0-90°)
- Desplazamiento mínimo (siempre con muletas)

ENTRE 1-2 SEMANAS (añadir a lo anterior)

- Desplazamiento con muletas (carga parcial)
- Estimular el soporte del peso corporal si se tolera
- Ejercicios activos de flexión de la rodilla (hasta 90°)
- Retirada de los puntos



ENTRE 2-3 SEMANAS (añadir a lo anterior)

- Movilización de la rótula
- Reeducación de la marcha
- Marcha sin muletas
- Ejercicios activos de flexión de la rodilla hasta limitación por dolor



- Bicicleta estática (cuando la flexión de rodilla sea de 100°)
- Estimulación eléctrica muscular

ENTRE 3-5 SEMANAS (añadir a lo anterior)

- Flexión pasiva de la rodilla
- Entrenamiento propioceptivo y de equilibrio



- Ejercicios en cadena cinética cerrada para cuádriceps e isquiotibiales (p.ej. sentadilla, prensa de piernas,...)
- Fortalecimiento de cuádriceps



- Estimulación eléctrica muscular (s.t. cuando el deportista no es capaz de contraer el cuádriceps o los isquiotibiales)



ENTRE 5-6 SEMANAS (añadir a lo anterior)

- Conseguir un ROM de 0-130°
- Trotar, carrera muy suave

- Inicio de ejercicios de agilidad

ENTRE 7-10 SEMANAS (añadir a lo anterior)

- Intensificar todo lo anterior
- Correr recto sobre superficie uniforme

A PARTIR DE 10 SEMANAS (añadir a lo anterior)

- Recuperar todo el ROM (completo)
- Aumento de la agilidad
- Ejercicios específicos de la actividad deportiva (muy baja intensidad)

A PARTIR DE 3 MESES (añadir a lo anterior)

- Intensificar todo lo anterior
- Trotar y correr sobre cualquier superficie
- Correr con giros de 90°, 180° y 360°
- Quiebros con cambios de dirección de 45°
- Carrera con aceleraciones y deceleraciones
- Ejercicios específicos de fútbol (más intensidad)

ENTRE 4-6 MESES (añadir a lo anterior)

- Vuelta a la práctica deportiva habitual

CONCLUSIONES.

- ✓ Las lesiones deportivas ocurren con más incidencia en jugadores menores de 20 años y mayores de 30 años, sin embargo todos los jugadores pueden sufrir lesiones en algún momento.
- ✓ El ligamento cruzado anterior es la estructura más afectada según esta investigación y generalmente se afecta con el ligamento lateral interno.
- ✓ No existe diferencias en cuanto el momento de la lesión ocurre, el jugador puede lesionarse tanto en un entrenamiento como en un partido oficial.
- ✓ Los delanteros y los arqueros es la posición que más tiende a lesionarse ya que de cierto modo su posición exige más esfuerzo físico que otras posiciones.
- ✓ Las lesiones más suceden por el mecanismo indirecto de acción debido al peso de su cuerpo y a la velocidad de su caída.
- ✓ Los factores predisponentes pueden ser causantes de una lesión, en esta investigación no es así, debido a que son jugadores profesionales que cuidan su equipamiento, terreno de juego, descanso y los hábitos tóxicos.
- ✓ El tratamiento de fortalecimiento muscular tenemos que empezar a realizar cuando el paciente se encuentre sin dolor, en esta investigación los jugadores lesionados empezaron a rehabilitarse desde la 4ta semana con este tratamiento.
- ✓ En lesiones de rodilla, los grupos musculares a trabajar fueron cuádriceps, Isquiotibiales, aductores, abductores y tríceps sural, se protege la articulación de la rodilla evitando fricción sobre sus estructuras.

- ✓ La propiocepción es el tratamiento que también tenemos que empezar a realizar cuando el paciente se encuentre sin dolor, ya que si empezamos antes de ese tiempo podemos tener el riesgo de que se produzca otra lesión.

- ✓ El test de salto y el test de tiempo/equilibrio, son dos pruebas que nos permiten medir la efectividad del fortalecimiento muscular y la propiocepción respectivamente.

RECOMENDACIONES.

- ✓ Tomar en cuenta ciertos factores como el equipamiento adecuado, el terreno de juego, la técnica a utilizar, el descanso y los hábitos tóxicos ya que pueden ser causantes de una lesión en jugadores mayores de 30 años y menores de 20 años.
- ✓ El fortalecimiento muscular es una técnica que podemos utilizar para dar estabilidad a las articulaciones, además de las pesas, las bandas elásticas, la electroestimulación son métodos que tienen la mismo fin.
- ✓ En los ejercicios de propiocepción tenemos que empezar siempre de lo simple a lo complejo, es decir de los ejercicios fáciles a los difíciles.
- ✓ Se recomienda para obtener mejores resultados trabajar las técnicas en días separados, no juntas en un solo día, al menos tres días a la semana en jugadores profesionales, por un lapso de treinta minutos.
- ✓ Es aconsejable tener en cuenta aspectos como la hidratación que tenemos que hacerla antes, durante y después del ejercicio de preferencia agua o bebidas hidratantes.
- ✓ Si el paciente refiere alguna molestia durante el entrenamiento propioceptivo o el fortalecimiento muscular, detener el entrenamiento y reanudarlo cuando la molestia haya pasado.
- ✓ Es importante tener un entrenamiento de fortalecimiento muscular y de propiocepción que dure más de cuatro semanas para poder evidenciar su efectividad.

- ✓ Recordar que ninguna lesión es similar a otra por lo que un jugador puede responder de mejor manera al tratamiento que otro, tomando las precauciones se puede llegar al mismo objetivo, que es la recuperación de jugador.

BIBLIOGRAFIA

- Aaos. Secot. (2007). "Dolor anterior de la rodilla". Ed. Panamericana. 4ta Edicion. Buenos Aires, Argentina.
- Arias, J. Arias, I. (2010). "Enfermería Medico Quirúrgica II". Ed. Tebar. 8va Edición. Buenos Aires, Argentina.
- Barh, T. Maehlum, K. Bolic, L. (2004). "Lesiones Deportivas". Ed. Paidotribo. 5ta Edicion. Madrid, España.
- Carrillo, G. Buendia, U. (2004). "El Basquet a su medida". Ed. Ares. 4ta Edicion. Madrid, España.
- Chaitow, H. Walter, J. (2002). "Aplicación clínica de las técnicas neuromusculares". Ed. Paitrobo. 3ra Edicion. Buenos Aires, Argentina.
- Cuenca M. (2006). "Fundamentos de Fisiología". Ed. Masson. 7ma Edición. Barcelona, España
- Del Cura, J. Pedraza, A. Cayete, H. (2009). "Radiología Esencial". Ed. Panamerica. 5ta Edición. Madrid, España.
- Dufour. Pillu. (2006). "Biomecanica Funcional". Ed. Masson. 5ta Edicion. Madrid, España.
- Eastman, A. Rosenbaum, D. Thal, E. (2010.) "Manual Parkland de traumatología". Ed. Elsevier. 14va Edicion. Madrid, España.

- Fitzgerald, M. Kaufer, U. Malkani, W. (2002). "Ortopedia". Ed. Panamericana. 6ta. Edicion. Barcelona, España.
- Frontera, W. Herring, S. Michelli, L. Silver, J. (2008). "Medicina Deportiva Clinica". Ed. Panamericana. 5ta Edición. Buenos Aires, Argentina
- Garret. Kirkendall. Contiguglia. (1996). "Medicina del futbol". Ed. Medicare. 4ta Edicion. D.F. Mexico.
- Genot, A. (2007). "Kinesioterapia". Ed. Panamericana. 3ra Edición. Buenos Aires, Argentina.
- Gonzalez, H. Gorostiaga, J. (2002). "Fundamentos del Entrenamiento de la Fuerza". Ed. Inde. 3ra Edicion. Barcelona, España.
- Gonzalez, J. Gorostiaga, Y. (2008). "Fundamentos del entrenamiento de la fuerza". Ed. Ares. 4ta Edicion. Buenos Aires, Argentina
- Granda, J. Timpe, P. (2008). "Detección, prevención y tratamiento de dificultades de aprendizaje. Como descubrir, tratar y prevenir los problemas en la escuela". Ed. Ideaspropias. 5ta Edicion. Barcelona, España.
- Gutierrez. (2000). "Sintesis de Anatomia Humana". Ed. Masson. 6ta Edicion. Buenos Aires, Argentina.
- Guyton, A. Hal, J. (2006). "Tratado de fisiología médica": Ed. Elsevier. 11.^a edición. Madrid, España.
- Hernandez, H. Buendia, P. (2004). "La evaluación en educación física". Ed. Inde. 2da Edición. Barcelona, España.

- Incarbone F.(2003). "Del Juego a la Iniciacion Deportiva". Ed. Stadium. 2da Edición. Buenos Aires, Argentina.
- Jacob, S. (2003)."Atlas de Anatomía Humana".Ed. Elsevier Science. 4ta Edición.Santa Fe de Bogota, Colombia.
- Jacquemart, K.(2009)."El Yoga Terapéutico." Ed. Robinbook. 4ta Edición. Paris, Francia.
- Jiménez, M. Cruz, J. (2009). "Tratado de Emergencias Médicas". Ed. Aran. 6ta Edición. Madrid, España.
- Kaltenborn. (2004)."Fisioterapia Manual: Extremidades". Ed. Interamericana. 2da Edición. Madrid, España.
- Miralles. Miralles. (2007). "Biomecanica Clinica de las Patologias del Aparato Locomotor".Ed. Panamericana. 3ra Edicion. Madrid, España
- Moore, J. Dalley, A. (2006) "Anatomía con Orientación Clínica".Ed. Patribo. 4 ta Edición. Madrid, España.
- Moro, P. Caballer, A. (2006). "Fracturas". Editorial Panamericana. 2da Edición. Madrid, España.
- Ordoñez, J. Munuera, D. (2010). "Artroplastia de Cadera". Ed. Nuñez. 2da Edición. Buenos Aires, Aregentina.
- Palastanga. Field. Soames. (2000)."Anatomia y Movimiento Humano". Ed. Paidatrobo. 2da Edicion. Madrid, España.

- Pearl, B. (2007). "Tratado general de la musculación". Ed. Paidotribo. 4ta Edición. Barcelona, España.
- Pera, N. (1996). "Cirugía, Fundamentos, indicaciones y opciones técnicas". Ed. Masson. 2da Edición. Barcelona, España.
- Perlemuter. (1999). "Anatomo-Fisiología". Ed. Elsevier. 5ta Edición. Milano, Italia.
- Platonov, G. Bulatova, M. (2001). "La Preparación Física". Ed. Panamericana. 5ta Edición. Madrid, España.
- Resnick. Kang. (2000). "Transtornos Internos de las Articulaciones". Ed. Panamericana. 3ra Edición. Buenos Aires, Argentina.
- Rojo, T. (1997). "Medicina del Deporte". Ed. Sevilla. 4ta Edición. Madrid, España.
- Romeo, T. (2008). "Prevención de lesiones en el deporte". Ed. Panamericana. 5ta Edición. Santa Fe de Bogota, Colombia.
- Sanchis, A. (2003). "Dolor anterior de la rodilla e inestabilidad rotuliana en el paciente joven". Ed. Panamericana. 4ta Edición. Santiago de Chile, Chile.
- Shepard, U. Astrand, G.(2009). "La resistencia en el deporte". Ed. Elsevier. 6ta Edición. Madrid, España.
- Taylor R. (2003). "Medicina de Familia". Ed. Ares. 5ta Edición. Buenos Aires, Argentina.
- Testut. Latarjet. (2004). "Compendio de Anatomía Descriptiva". Ed. Masson. 2da Edición. Milano, Italia.

Tortora, J. Crespo, S. (2009). "Conceptos básicos de patología forense".Ed. Palibrio. 5ta. Edición. Buenos Aires, Argentina.

Tortora. Reynolds. (2002). "Anatomía y Fisiología".Ed. Panamericana. 4ta Edición. Madrid, España.

Vargas, H. (2007). "Diccionario de Teoria del Entrenamiento Deportivo". Ed. Panamericana. 4ta Edición. Madrid, España.

Zimmermann, S. (2000). "Entrenamiento Muscular". Ed. Untrenpel. 4ta Edicion. Barcelona, España.

Referencias en Internet

Adams, V. "coordinación y equilibrio" En línea 08/09/07. 13 nov/2011
<<http://www.efdeportes.com/efd130/la-coordinacion-y-el-equilibrio-en-el-area-de-educacion-fisica.htm>>

Camusso, W. (fuerza y velocidad) En línea 09/04/09. 13 nov/2011<<http://www.portalfitness.com/articulos/entrenamiento/fuerza-velocidad.htm>>

Castellano, M. "entrenamiento en velocidad" En línea 08/08/09. 14 nov/2011
<<http://www.grilk.com/tenis/preparacionfisica/entrenamiento-de-velocidad.htm>>

Cueva, L. "ligamentos de rodilla" En línea 04/02/09. 23 nov/2011
<http://www.revistaartroscopia.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=122%3Aestudio-anatomico-de-los-ligamentos-menisco-femorales-de-la-rodilla&catid=30%3Avolumen-11-numero-1&Itemid=11>

Fey, K. "anatomía de la rodilla# En línea 09/06/08. 21 nov/2011
<<http://www.biolaster.com/traumatologia/rodilla/anatomia>>

Moore, A. "lesión de ligamentos" En línea 12/01/09. 21 nov/2011
<<http://anatomica10.galeon.com/productos2015741.html>>

Santacruz,A.(fortalecimiento muscular) En línea 08/04/07. 11 nov/2011
<[http://www.todoslogimnasios.com.ar/consejos/desarrollo_fuerza_vaisberg
htm](http://www.todoslogimnasios.com.ar/consejos/desarrollo_fuerza_vaisberg.htm)>

Rodriguez,Z. (capacidades físicas) En línea 11/02/10. 13 nov/2011
<www.preparadorfisico.es>