

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del Problema

La práctica regular de 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 enfermedades cardiovascular, hipertensión arterial y otras. Lamentablemente, la actividad física, ya sea bajo forma de trabajo, deportes o actividades al aire libre, juegos o educación física, no está exenta de potenciales efectos colaterales. (2)

La actividad física y sobre todo el deporte, son campo fértil para la aparición de lesiones. Existen factores presentes en todo proceso de entrenamiento y competencia; fuerza de diverso tipo que actúan sobre el organismo, provocando estrés, y reacciones de adaptación, que favorecen la existencia de un equilibrio dinámico. Cuando este se rompe se produce una lesión. Una de las lesiones más frecuentes en la práctica de la actividad física, es la lesión muscular.(6L)

El rápido avance de la investigación aplicada al Entrenamiento Deportivo hace necesaria la revisión de los fundamentos que sustentan los modelos actuales de planificación y entrenamiento. Por otra parte, cada modalidad deportiva demanda la aplicación de métodos de entrenamiento específicos o la adaptación de los ya existentes a las demandas fisiológicas y funcionales que plantea cada deporte. En este sentido, se tiende cada vez más a la aplicación de los sistemas de entrenamiento en los espacios deportivos específicos.

La Preparación Física Específica avanza poco a poco convirtiéndose en una realidad para algunos deportes, pero aun lejos de consolidarse en los

diversas modalidades deportivas. Las lesiones son un riesgo importante. Sin embargo, el efecto neto del ejercicio sobre la salud es positivo, los beneficios de la actividad física superan ampliamente los problemas físicos ocasionados por las lesiones. (2)

El problema de las constantes lesiones durante la preparación física preocupa en la realización de los deportes. Y considerando que una de las lesiones más frecuentes son los desgarros musculares, se hace necesario profundizar en la preparación física implementando nuevas técnicas que nos ayuden a potenciar la musculatura y así evitar los desgarros musculares.

Diferentes estudios experimentales han demostrado que el empleo de los ejercicios de tipo pliométrico mejora en forma significativa el desempeño de la fuerza explosiva en comparación con un entrenamiento de fuerza muscular clásico. El régimen pliométrico se emplea sobre todo en entrenamiento deportivo. Por lo que los beneficios de un programa pliométrico para el atleta saludable han sido demostrados en la literatura científica y también anecdóticamente. El ejercicio pliométrico es uno de los métodos de entrenamiento disponibles más eficientes con el tiempo y podría decirse que brinda la mayor posibilidad de transferencia para su aplicación en el deporte.(1)(2)

Las técnicas pliométricas se pueden utilizar para ejercitar todo el cuerpo y también para simular movimientos específicos que se observan en la competición. Pueden realizarse con poco y hasta sin material y frecuentemente se elige como superficie un terreno de césped al ras. Un aspecto fundamental de la selección de ejercicios pliométricos es la realización de una progresión de movimientos antes de intentar movimientos más complejos.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

“COMO EVITAR LOS DESGARROS EN MIEMBRO INFERIOR DURANTE LA PRÁCTICA DEPORTIVA, A TRAVÉZ DE UN PROGRAMA DE EJERCICIOS PLIOMÉTRICOS QUE COMPLEMENTE EL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO, DIRIGIDO A LOS ESTUDIANTES DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE DE LA CIUDAD DE IBARRA DURANTE EL AÑO 2011“

1.3 JUSTIFICACIÓN

Tomando en cuenta la necesidad de mejorar el rendimiento físico de los estudiantes del Instituto de Educación Física de la UTN, se considera que es fundamental el diseño de un programa de ejercicios pliométricos que complementen el entrenamiento y a la vez evite los desgarros musculares que es una lesión deportiva muy frecuente en miembro inferior.

Esta investigación reviste de actualidad por que va a permitir que el desarrollo deportivo de los estudiantes de la UTN, obteniendo una potenciación muscular a través de los ejercicios pliométricos, que va a trabajar en forma integrada con el entrenamiento ya establecido por el entrenador de los alumnos, toda actividad que involucra movimiento físico, a menudo esta asociada a la competitividad. El deporte se refiere normalmente a actividades en las cuales la capacidad física del competidor es la forma primordial para determinar el resultado que es ganar o perder. A través de esta técnica se quiere potenciar el rendimiento físico de los estudiantes ya que estos se encuentran realizando constante actividad física.

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

técnicas pliométricas se pueden utilizar para ejercitar todo el cuerpo y también para simular movimientos específicos que se observan en la competición. Los ejercicios pliométricos tienen por finalidad mejorar la capacidad del deportista, de armonizar y coordinar el entrenamiento de la velocidad y la fuerza.

En su aplicación y para nuestro interés, esta técnica está diseñada para mejorar la capacidad reactiva y la fuerza explosiva de los músculos, con lo que la fuerza muscular aumenta y nos ayuda a evitar una lesión tan frecuente como los desgarros. La literatura indica que una de las lesiones deportivas más frecuentes en miembro inferior son los desgarros musculares; pudiendo constatarlo en uno de los deportes de mayor índole como es el fútbol, donde se lo aprecia con gran frecuencia. Al implementar los saltos pliométricos dentro del entrenamiento habitual se busca evitar dicha lesión.

1.4 OBJETIVOS:

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

- Establecer un programa de ejercicios pliométricos para complementar el entrenamiento y evitar los desgarros en miembro inferior durante la práctica deportiva, dirigido a los estudiantes del Instituto de Educación Física de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra durante el año 2011“

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Seleccionar los ejercicios pliométricos más adecuados para integrarlos en el entrenamiento diario de los estudiantes.
- Determinar las lesiones deportivas más frecuentes en los estudiantes.

- Aplicar los ejercicios pliométricos y analizar los resultados en los estudiantes del Instituto de educación Física de la UTN.

1.5 INTERROGANTES DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Qué son los ejercicios pliométricos y cuáles debemos usar en este tipo de pacientes?
2. ¿Cuáles son las lesiones más frecuentes en la práctica deportiva de los estudiantes del Instituto?
3. ¿Qué beneficios se obtienen con la aplicación de ejercicios pliométricos?

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Teoría Base

Una de las lesiones más frecuentes en la práctica deportiva, es la Lesión muscular. En el campo deportivo, para P. Renstrom el 15% de todas las lesiones del deporte son musculares. Para Marcos Felman nuestro medio representa el 50% de las lesiones del fútbol. Dentro de las lesiones musculares, los desgarros musculares es una lesión que se viene presentando frecuentemente durante muchos años atrás. Además, esta lesión se presenta con frecuencia en los músculos isquiotibiales, ya que estos biomecánicamente ya presentan una desventaja con respecto al cuádriceps, porque este músculo es tres veces más potente que los isquiotibiales. Produciendo una desproporción en el nivel de fuerza entre el grupo flexor y el grupo extensor de rodilla; lo que vuelve susceptible a este grupo muscular de sufrir lesiones.

El método pliométrico es una forma particular y específica de trabajar el sistema locomotor del hombre que el reconocido filósofo I.M. Secenov definió hace 100 años atrás, como la función del muelle del músculo. A. Hill descubrió que cuando el músculo permanece contraído, no sólo es capaz de transformar en energía química en trabajo, sino que también transformando el trabajo en energía química, cuando dicho trabajo, producido por una fuerza externa, provoca un estiramiento del músculo. Además, una tensión muscular elevada que se desarrolle dentro de la fase del estiramiento permanece en el músculo incluso después de haber sido aprovechada por un individuo en la ejecución de movimientos de saltos complejos que requieran una elevada capacidad de fuerza.

Es Bosco el más interesado en la pliometría y su incidencia sobre el entrenamiento deportivo. Este estudio fue llevado a cabo de 1976 a 1978, conformados por dos grupos de jugadores de voleibol, 8 hombres y 8 mujeres, el grupo femenino es de control y en el grupo masculino se introduce tres veces por semana una sesión que comprende de 7 a 9 series de 10 saltos hacia abajo con descansos de 4 min. Se pudo comprobar que el grupo experimental presento innegables mejorías en fuerza y estiramientos con respecto al otro grupo que no presento un cambio notable. Los innumerables beneficios que brindan este tipo de entrenamiento deben ser tomados en cuenta para emplearlos con mayor frecuencia. (10)

El sistema nervioso central es quien procesa la información que llega al tiempo que envía órdenes al resto del cuerpo, incluidos los músculos mediante el sistema nervioso periférico. En ciertas situaciones de emergencia, los músculos reaccionan con gran rapidez de forma que no se puede perder tiempo en que las señales pasen por todo el centro de computación del sistema nervioso central. El cuerpo proporciona para ello un sistema de arcos reflejos. Paulov, psicólogo ruso fue el primero en descubrir que los reflejos condicionados podían aprenderse por métodos de reforzamiento, es decir los programas de movimientos repetidos correctamente permiten ejecutar finalmente estos movimientos de forma automática.(10)

El reflejo miotático consiste en un complejo proceso de reflejos de estiramiento interrelacionados, incluido el reflejo de estiramiento dinámico, el reflejo de estiramiento estático y el reflejo de estiramiento negativo. El reflejo dinámico provoca una fuerte contracción del músculo como respuesta a los cambios repentinos en su longitud, dura sólo una fracción de segundo. El reflejo estático dura tanto como la tensión que se desarrolla en el músculo, es más débil, dura periodos de hasta varias horas. Cuando un músculo se acorta de repente, se produce un efecto exactamente opuesto. En este caso, en que se libera una rápida tensión, tanto la actividad refleja inhibitoria

dinámica y estática, o el reflejo de estiramiento negativo, se produce en oposición al acortamiento del músculo de la misma forma que el reflejo miotático actúa para oponerse a su alargamiento. Los procesos reflejos del estiramiento tienden a mantener en un límite operativo óptimo.(10)

Desgarros es la lesión del tejido muscular, generalmente de las fibras interiores del mismo, que va acompañada por la rotura de los vasos sanguíneos que recorren el músculo afectado. Afecta principalmente a los músculos poliarticulares del miembro inferior, según Jiménez. Causas son falta de calentamiento, fatiga, sobreesfuerzo. La fuerza explosiva es aquella que produce la tensión neuromuscular más grande posible en el tiempo más corto en una trayectoria dada.(2L)

El método pliométrico consiste estimular los músculos a través de un estiramiento súbito, es un método de estimulación mecánica con choques con el fin de forzar los músculos a producir tanta tensión como les sea posible según. El objetivo principal consiste en aumentar la excitabilidad del sistema nervioso para mejorar la capacidad de reacción del sistema neuromuscular, buscan disminuir la cantidad de tiempo requerido entre la producción de la contracción muscular excéntrica y el inicio de la contracción concéntrica.(10)

Los ejercicios pliométricos responden a la segunda ley de Newton donde F (fuerza)= m (masa). a (aceleración) en los entrenamientos normales es la masa la que aumenta, mientras que en los ejercicios pliométricos es la aceleración la que lo hace. Emplea cargas de inercia relativamente bajas y su objetivo se centra más en los procesos involuntarios del sistema nervioso central y del sistema neuromuscular, que la hipertrofia. Este tipo de entrenamiento asegura la consecución de un alto nivel de acondicionamiento especial en un tiempo mínimo. Cada salto pliométrico consta de las siguientes fases. (10)

Fase de Impulso inicial, donde el cuerpo a parte del cuerpo se mueve x la E. cinética acumulada. Fase electromecánica, tiempo q pasa entre el inicio del potencial de la acción en los nervios motores y el comienzo de la contracción muscular, fase de amortiguamiento, en la q la energía cinética genera un poderoso reflejo de estiramiento muscular produciendo una contracción excéntrica seguida de una contracción isométrica explosiva o tiempo de acoplamiento. En la fase de rebote, existe una liberación de la energía elástica y se produce una contracción involuntaria concéntrica generada por el reflejo miotático. Fase de impulso final, sucede al terminar la contracción concéntrica y cuando el cuerpo o parte de el sigue moviéndose. (10)

Para realizar un entrenamiento seguro y efectivo, se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones: edad, peso grado de fuerza muscular, resistencia máxima y lesiones previas. Donate, considera que la edad en función de la maduración biológica del sistema músculo esquelético son aquellas que tengan más de 16 años, 9+, las personas menores pueden realizarlos con ejercicios de baja intensidad. En las personas que por la edad estén aptas para efectuar un programa de ejercicios pliométricos es importante la fuerza muscular. El peso corporal, determina hasta qué nivel la persona deberá realizar los ejercicios pliométricos.(4L)

La resistencia máxima, para el tren inferior se utiliza como indicador el ejercicio de press de pecho, donde la persona debe levantar el 100% de su peso corporal en una repetición máxima. En el tren inferior el ejercicio de control es la sentadilla posterior donde se debe levantar el 150% del peso corporal también en una resistencia máxima. Pero para dar inicio al trabajo pliométrico se va a trabajar tan solo con el 50% de la RM. Y la última de las consideraciones son las lesiones previas, cuando el deportista se somete a un programa de ejercicios pliométricos, el técnico tiene una gran responsabilidad de cerciorarse de todas y cada una de sus lesiones músculo esqueléticas, para evitar la reincidencia durante la práctica de pliometría.(4L)

2.2 Teoría Existente

2.2.1 Anatomía

2.2.1.1 Cadera

2.2.1.1.1 Músculos de la pelvis

Los músculos de la pelvis se extienden desde la pelvis hasta el fémur. Todos estos músculos ocupan la región glútea con excepción del músculo iliopsoas, que está situada en la región anterior del muslo. Son: músculo iliopsoas y músculos de la región glútea. El músculo iliopsoas está formado a su vez por dos músculos que se unen en las dos proximidades de su inserción femoral. (4)(5)(6)

Estos dos músculos son el músculo psoas mayor y el músculo ilíaco. El músculo psoas mayor es un cuerpo muscular voluminoso, largo y fusiforme, situado a lo largo de porción lumbar de la columna vertebral. Se origina en las apófisis transversas de las cuatro primeras vértebras lumbares y se inserta en el trocánter menor del fémur. Se encuentra inervado por el plexo lumbar. El músculo iliaco es ancho, grueso y en forma de abanico; ocupa la fosa iliaca. Se origina en la fosa iliaca y se inserta en el trocánter menor del fémur. Se encuentra inervado por el nervio femoral.(4)(5)(6)

Los músculos de la región glútea están dispuestos en tres planos: un plano profundo, un plano medio y un plano superficial. El plano profundo está formado de superior e inferior por los músculos glúteo menor, piriforme, gemelo superior, obturador interno, gemelo inferior. Obturador externo y cuadrado femoral. El músculo glúteo menor es un músculo grueso, aplanado y triangular, situado sobre la parte inferior de la cara glútea del ilion y la cara superior de la articulación de la cadera. Se origina en la cara externa del ala iliaca y se inserta en el borde del trocánter menor. Inervado por el nervio glúteo superior.(4)(5)(6)

El músculo piriforme es alargado, aplanado y triangular. Se extiende desde la cara anterior del sacro hasta el extremo superior del fémur. Se origina en los bordes de los agujeros sacros y se inserta en el borde superior del trocánter mayor. Inervación por el plexo sacro. Músculo obturador interno se trata de un musculo aplanado y radiado en abanico, que se extiende desde la cavidad pélvica hasta el trocánter mayor. Se origina en la superficie pelviana de la membrana obturatriz y se inserta en la fosa trocantérica. Inervación por el plexo sacro.(4)(5)(6)

Los músculos gemelos son dos fascículos carnosos accesorios y extra pélvicos del músculo obturador interno. Se dividen en gemelo superior y gemelo inferior, se origina el inferior en la tuberosidad del isquion y el superior en la espina ciática se insertan en el tendón del obturador interno. Inervación por el plexo sacro. Músculo obturador externo nace por medio de fibras musculares, se origina en la cara externa de la membrana obturatriz y se inserta en la fosa trocantérea. La inervación esta dada por el nervio obturador. El músculo cuadrado femoral es cuadrilátero, aplanado y grueso, se origina en el borde lateral de la tuberosidad isquiática y se inserta en la cresta intertrocantérea del fémur. Se encuentra inervado por el plexo sacro.(4)(5)(6)

El plano medio, este plano está constituido únicamente por el músculo glúteo medio. Músculo glúteo medio se trata de un músculo ancho, aplanado, grueso y triangular. Se origina en el ilion entre las líneas glúteas anterior y posterior y se inserta en la cara externa del trocánter mayor. Inervado por el nervio glúteo superior.(4)(5)(6)

Plano superficial, este plano consta de dos músculos: el glúteo mayor y el tensor de la fascia lata. El músculo glúteo mayor es ancho, muy grueso y cuadrilátero, se origina en el ilion por detrás de la línea glútea posterior y se inserta en el tracto iliotibial en la tuberosidad glútea. Inervado por el nervio glúteo inferior. El músculo tensor de la fascia lata es alargado, muscular superiormente y tendinoso inferiormente, se origina junto a la espina iliaca

antero superior y se inserta lateral a la tuberosidad tibial por medio del tracto iliotibial. Inervado por el nervio glúteo superior. Tracto iliotibiales una lámina fascial que parte de la cresta iliaca, cubre la parte anterior del musculo glúteo medio, pasa lateral al trocánter mayor.(4)(5)(6)

2.2.1.2 Muslo

2.2.1.2.1 Músculos del Muslo

Se divide en tres grupos: un grupo anterior o músculos extensores, un grupo medial o músculos aductores, un grupo posterior o músculos flexores. El grupo Anterior o Músculos Extensores comprende un músculo profundo el cuádriceps femoral y un musculo superficial sartorio. El músculo cuádriceps femoral envuelve casi por completo el cuerpo del fémur. Nace superiormente por medio de cuatro cabezas musculares distintas, que son el músculo recto femoral, vasto medial, vasto lateral y vasto intermedio. (4)

El músculo vasto intermedio es voluminoso, grueso e incurvado en canal; su concavidad rodea las caras anterior y lateral del fémur. El músculo vasto intermedio nace mediante fibras musculares en los tres cuartos superiores de las caras anterior y lateral, así como de los bordes medial y lateral del fémur. Su inervación esta dada por el Nervio femoral L2, L3, L4.(4)(5)(6)

El músculo vasto medial es una lámina muscular ancha y gruesa, situada medialmente al músculo vasto intermedio, en la cara medial del fémur. Nace en el labio medial de la línea áspera y en la rama medial de trifurcación superior de dicha línea. Inervación por Nervio femoral L2, L3, L4.(4)(5)(6)

Músculo Vasto Lateral, está situado lateralmente al músculo vasto intermedio. El músculo vasto lateral nace de una amplia línea de inserción, rugosa y continua, formada de superior a inferior. Inervación por Nervio femoral L2, L3, L4.El músculo recto femoral es largo, aplanado y fusiforme;

está situado en la parte anterior y media del muslo, anteriormente a los tres músculos vastos, y se extiende desde el hueso coxal hasta la rótula. Nace del hueso coxal por medio de dos tendones cortos y muy fuertes. Inervación. Nervio femoral L2, L3, L4. (4)(5)(6)

Músculo Sartorio, es muy largo y aplanado; se sitúa anteriormente al músculo cuádriceps femoral. Se extiende desde la espina iliaca anterior hasta el extremo superior de la tibia. Sus inserciones se realizaban superiormente mediante cortas fibras tendinosas. Inervación. Crural L2, L3.(4)(5)(6)

Músculos Aductores del Muslo, son aplanados y anchos situados entre la rama isquiopubiana y el fémur, son triangulares; su vértice se halla en el hueso coxal y su base en la línea áspera. Están distribuidos en tres planos un profundo, medio y superficial.(4)

En el plano profundo, está el músculo aductor mayor es ancho, grueso y triangular. Su vértice se inserta en la rama isquiopubiana y su base corresponde a toda la altura de la línea áspera del fémur. En los dos tercios posteriores de la rama isquiopubiana, inferior a la inserción del musculo obturador externo.(5)

En el plano medio, músculo Aductor Corto es plano, grueso, triangular mucho menos que el músculo aductor mayor, al cual precede en situación. Se inserta superiormente, anteriormente, anterior y superior al músculo aductor mayor, en el cuerpo del pubis y en la parte contigua de la rama isquiopubiana. (4)(5)

En el plano superficial encontramos el músculo Pectíneo, que es un músculo aplanado y rectangular, está situado anterior al músculo aductor corto y medial al músculo iliopsoas. Este músculo se inserta superiormente mediante dos planos de fibras, uno superficial y otro profundo. Músculo Aductor y Largo, es aplanado y triangular; está situado inmediatamente inferior al musculo pectíneo y en el mismo plano que este. Se inserta

superiormente en el ángulo del pubis y en la cara inferior del tubérculo del pubis mediante un tendón estrecho, grueso y aplanado. (4)(5)

Músculos Flexores del Muslo, comprende tres músculos que son semimembranoso, semitendinoso y bíceps femoral. El músculo semimembranoso está situado más profundo que los otros dos que lo cubren. Músculo Semimembranoso, es músculo semimembranoso es delgado, aplanado y tendinoso superiormente, y muscular y voluminoso inferiormente. Este músculo se inserta en la parte lateral de la tuberosidad isquiática, medialmente al músculo cuadrado femoral. Inervación Ciático (rama tibial) L4, L5, S1, S2.(4)(5)(6)

El músculo semitendinoso es un músculo fusiforme, muscular superiormente y tendinoso inferiormente, situado posterior al músculo semimembranoso y medial al músculo bíceps femoral. Nace del isquion mediante un tendón común al de la cabeza larga del bíceps femoral. Inervación Ciático (rama tibial) L4, L5, S1, S2.(4)(5)(6)

El músculo bíceps femoral está situado lateralmente al músculo semitendinoso. Es voluminoso y está formado por dos cabezas. La cabeza larga del músculo bíceps femoral se inserta en la cara posterior de la tuberosidad isquiática, junto con el músculo semitendinoso y por medio de un mismo tendón. Inervación Porción larga: ciático (rama tibial) L5, S1, S2, S3.; Porción corta: ciático (rama peronea) L5, S1, S2.(4)(5)(6)

Los dos meniscos difieren entre sí por su forma y sus inserciones tibiales. Cada uno de estos fibrocartílagos tiene la forma de media luna, cuyo borde periférico, convexo, es grueso, mientras que el borde central, cóncavo, es delgado. Estos meniscos ayudan a la lubricación y a la nutrición a través del líquido sinovial que liberan las sinoviales al realizar movimientos de flexo-extensión y cargas y descargas de peso. (4)

El menisco lateral presenta la forma de una C muy cerrada o de una O casi completa. El cuerno anterior se fija al área intercondílea anterior

inmediatamente anterior al tubérculo intercondíleo lateral de la tibia e inmediatamente lateral y posterior al ligamento cruzado anterior; el cuerno posterior se inserta posteriormente a la eminencia intercondílea en la parte posterior de la depresión que separa los tubérculos intercondíleos. (4)

El menisco medial presenta la forma de una C muy abierta. Se inserta por su cuerno anterior en el ángulo anteromedial del área intercondílea anterior, anteriormente al ligamento cruzado anterior; por su cuerno posterior se fija en el área intercondílea posterior, inmediatamente posterior a la superficie de inserción del menisco lateral y anterior al ligamento cruzado posterior. (4)

Los dos meniscos se unen casi siempre anteriormente mediante una banda fibrosa de dirección transversal denominada ligamento transversal de la rodilla. (4)

2.2.1.3 Pierna

2.2.1.3.1 Músculos de la pierna

Los músculos de la pierna se dividen en tres grupos: anterior, lateral y posterior, estos grupos se separan entre sí por el esqueleto de la pierna. Este grupo comprende cuatro músculos. Músculo tibial anterior, largo grueso y con forma de prisma triangular, es el más medial de los músculos del grupo anterior. Nace por medio de algunos fascículos tendinosos superficiales cortos y; sobre todo, por implantación directa de fibras musculares. Inervación por el nervio peroneo profundo.(4)(5)(6)

Músculo extensor largo del dedo gordo, es delgado y alargado transversalmente, se sitúa lateral al músculo tibial anterior y se extiende desde el peroné a la falange distal del dedo gordo. Sus inserciones se efectúan superiormente: a) en la parte media de la cara medial del peroné, anteriormente a la membrana interósea de la pierna, b) y en la parte vecina de dicha membrana. Inervación por el nervio peroneo profundo (4)(5)(6)

Músculo extensor largo de los dedos, es alargado y aplanado transversalmente, simple y muscular superiormente y dividido en cuatro tendones inferiormente. Este músculo nace directamente por medio de fibras musculares que nacen del tabique intramuscular anterior de la pierna. Inervación por el nervio profundo largo.(4)(5)(6)

Peroneo anterior, es alargado y aplanado transversalmente; se sitúa lateral a la parte inferior del músculo extensor largo de los dedos. Nace por medio de fibras musculares, habitualmente confundidas con los fascículos inferiores del músculo extensor largo de los dedos. Inervación por el nervio peroneo profundo.(4)(5)(6)

Grupo muscular lateral, este grupo corresponde de dos músculos el peroneo largo y el peroneo corto. Músculo peroneo corto, es corto, aplanado y penniforme, muscular superiormente y tendinoso inferiormente. Nace por medio de fibras musculares, de los dos tercios inferiores de la cara lateral del peroné, del tabique intermuscular anterior de la pierna, del tabique intermuscular posterior de la pierna. Inervación por el nervio peroneo superficial. Músculo peroneo largo, es muscular superiormente y tendinoso inferiormente, esta situado lateral al músculo peroneo corto, al cual recubre. Superiormente se inserta en el cóndilo lateral de la tibia. Inervación por el nervio peroneo superficial.(4)(5)(6)

Grupo muscular posterior, están situados posteriormente al esqueleto de la pierna. Plano profundo se compone de cuatro músculos que son: músculo poplíteo, flexor largo de los dedos, tibial anterior, y flexor largo del dedo gordo. El músculo poplíteo es un músculo corto, aplanado y triangular, situado posterior a la articulación de la rodilla. Se inserta en una fosita ósea, situada inferior y posteriormente al epicóndilo lateral del fémur. Inervación Tibial, L4, L5, S1. Músculo flexor largo de los dedos, es alargado y se divide en cuatro tendones. De la parte medial del labio inferior del sóleo, del tercio medio de la cara posterior de la tibia de un tabique fibroso que lo separa de este último músculo. Inervación por el nervio tibial (4)(5)(6)

Músculo tibial anterior Es aplanado y muscular superiormente y tendinoso inferiormente. Se extiende desde los dos huesos de la pierna hasta el borde medial del pie. Se efectúan por medio de fibras musculares, en los dos tercios superiores de la cara posterior de la tibia. Inervación por el nervio peroneo profundo.(4)(5)(6)

Músculo flexor largo del dedo gordo, es el más lateral de los músculos del plano profundo, es alargado y grueso, muscular superiormente y tendinoso inferiormente. Nace, de los tres cuartos inferiores de la cara posterior del peroné, de los tabiques fibrosos que lo separan del musculo tibial posterior, de la parte inferior de la membrana interósea de la pierna. Inervación por el nervio tibial.(4)(5)(6)

Plano superficial, Consta de dos músculos: tríceps sural y plantar. Músculo tríceps sural constituye una masa muscular voluminosa que forma por si sola el abultamiento de la pantorrilla, se compone de tres masas las cabezas medial y lateral del músculo gastrocnemio o gemelos y del músculo soleo. Estas tres masas se insertan inferiormente en el calcáneo por medio de un tendón denominado tendón calcáneo o tendón de Aquiles. (4)

Músculo soleo, es voluminoso y ancho situado posteriormente en el plano profundo de los músculos posteriores de la pierna. Inserciones y descripción presenta dos fascículos un peroneo que nace de la cara posterior de la cabeza del peroné y otro tibial que se inserta en el labio inferior de la mitad inferior aproximadamente de la línea del soleo. Inervación por el nervio tibial. El músculo gastrocnemio está constituido por una cabeza medial y una cabeza lateral. La cabeza medial del músculo gastrocnemio se inserta: por medio de un tendón fuerte y aplanado, y mediante fibras musculares y cortas. Inervación Tibial S1, S2.(4)(5)(6)

Músculo plantar muy alargado y tendinoso en casi toda su extensión se halla situado entre los músculos gastrocnemio y soleo. Nace por medio de cortas fibras tendinosas del cóndilo lateral del fémur y el casquete del

cóndilo superior y medial a la cabeza lateral del gastrocnemio. Inervación por el nervio tibial.(4)(5)(6)

Irrigación del Miembro Inferior

La sangre arterial es transportada al miembro inferior: por la arteria femoral y las ramas parietales extrapélvicas de la arteria iliaca interna. La arteria iliaca interna y sus ramas de bifurcación medial de la arteria iliaca común. Las ramas extrapelvicas son: la arteria obturatriz, la arteria glútea superior e inferior y la arteria pudenda interna. (4)

Arteria Obturatriz. Se dirige anteriormente aplicada a la pared lateral de la pelvis menor, hasta el conducto obturador se divide en dos ramas terminales una anterior y otra posterior. Arteria glútea superior. Atraviesa el plexo sacro entre el tronco lumbosacro y el primer nervio sacro. Se divide en dos ramas terminales una superficial y otra profunda. Arteria glútea inferior. Emerge de la pelvis menor por la parte inferior de la escotadura ciática mayor, inferior al piriforme y medial a la arteria pudenda interna. Arteria pudenda interna. Pertenece a la región glútea tan solo en una pequeña porción de su trayecto. (4)

La Arteria Femoral es continuación de la arteria iliaca externa, recorre el canal femoral en toda su extensión y proporciona seis ramas colaterales. Arteria epigástrica superficial. Nace de la cara anterior de la arteria femoral. Arteria circunfleja iliaca superior. Nace a la misma altura que la precede. Arteria pudenda superficial. Nace de la cara medial de la arteria femoral. Arteria pudenda externa profunda. Inferior a la arteria pudenda superficial. Arteria femoral profunda. Da origen a las arterias del musculo cuádriceps femoral, circunfleja femoral medial y perforantes.. Arteria descendente de la rodilla. Nace de la arteria femoral. (4)

La Arteria Poplítea proporcionan las siguientes ramas colaterales, Arterias superiores de la rodilla son dos una medial y otra lateral, Arteria medial de la

rodilla nace de la cara anterior de la arteria poplítea, Arterias inferiores de la rodilla se divide en medial y lateral, Arterias surales una medial y otra lateral. (4)

Arteria tibial anterior. Proporciona cinco ramas colaterales, a) arteria recurrente tibial anterior, b) arteria recurrente tibial posterior, c) arteria recurrente peronea anterior, d) arteria maleolar anterior medial, d) arteria maleolar anterior lateral. Tronco tibioperoneo. Hay que señalar dos, Arteria recurrente tibial medial. Se dirige medialmente al musculo soleo. Arteria nutricia de la tibia. Llega hasta el agujero nutricio. Arteria peronea. Proporciona ramas colaterales que son pequeñas ramas musculares y dos ramas terminales, a) rama perforante, b) arteria peroneal posterior. Arteria tibial Posterior. Suministra a) ramas musculares, b) rama anastomotica, c) rama maleolar medial, d) ramas calcáneas. (4)

Venas del Miembro Inferior. Se divide en dos grupos: venas tributarias de la vena iliaca interna y externa. Venas tributarias de la vena iliaca interna. Son cuatro, Vena glútea superior. Está a la altura de la escotadura ciática mayor. Vena glútea inferior. Acompaña a la arteria glútea superior. Vena pudenda interna. Está en la regios glútea y miembro inferior. Vena obturatriz. Se forma de venas satélites de la arteria obturatriz. (4)

Venas tributarias de la vena iliaca externa. Se divide en profundas y superficiales. Venas profundas del miembro inferior. Son dos por cada arteria y son: a) tibioperonea, b) poplítea, y c) femoral, con sus respectivas válvulas dos para la vena tibioperonea, cuatro para la vena poplítea, y cuatro para la vena femoral. Venas superficiales del miembro inferior. Son dos; a) vena safena mayor que pasa anterior al maléolo medial, b) vena safena menor que pasa posterior el maléolo lateral. (4)

2.2.2 Biomecánica

2.2.2.1 Cadera

La articulación coxofemoral es la articulación de la cadera y relaciona al hueso coxal con el fémur. Es de la familia de articulaciones diartrosis, de tipo enartrosis: la enartrosis más perfecta del cuerpo humano junto con la articulación del hombro, uniendo el tronco con la extremidad inferior. La articulación está recubierta por una cápsula y tiene membrana y líquido sinovial. Junto con la enorme musculatura que la rodea, soporta el cuerpo en posturas tanto estáticas como dinámicas.(10)

2.2.2.1.1 Ejes de movimiento

La cadera es la articulación proximal del miembro inferior: situada en su raíz, su función es la de orientarlo en todas las direcciones del espacio, para lo que está dotada de tres ejes y tres sentidos de libertad de movimientos. Un eje transversal, situado en un plano frontal, alrededor del cual se efectúan los movimientos de flexión – extensión; un eje anteroposterior, situado en un plano sagital, que pasa por el centro de la articulación, alrededor del cual se efectúan los movimientos de abducción – aducción; un eje vertical, que cuando la cadera está en posición normal se confunde con un plano longitudinal del miembro inferior. Este eje longitudinal permite los movimientos de rotación externa – rotación interna. (7)

2.2.2.1.2 Movimientos de la Cadera

La articulación de la cadera puede permitir un desplazamiento máximo de flexión de 145° al forzar el contacto entre la parte anterior del muslo y la región anterior del tórax. En extensión de la articulación de la rodilla, la cadera solo se flexiona hasta los 90° debido a la tensión de los músculos isquiotibiales o de la corva. La flexión activa de la articulación de la cadera con la rodilla flexionada puede ser de 120°. La extensión está limitada por la tensión de la banda iliofemoral y del músculo psoas ilíaco. La hiperextensión de la cadera se asocia a basculación de la pelvis hacia adelante, ocurriendo

en realidad una ligera hiperextensión de la columna vertebral. En todo caso cuando la extensión es pasiva, ésta alcanza los 30° y si es activa sólo llega a 20°. (8)

En lo que respecta a la abducción, este es un movimiento que suele estar limitado por la presencia de los músculos antagonistas de la abducción y se lo puede observar por inclinación del tronco con apoyo de la pierna homolateral cuando el individuo está en bipedestación. Con entrenamiento, la abducción puede llegar hasta los 120 – 130°. Si el movimiento alcanza una angulación de 180°, estará siempre asociado a un movimiento de flexión de la cadera. La aducción, en cambio está limitada por el contacto de ambos miembros y pudiendo ser más amplia cuando las extremidades no se encuentran en el mismo plano. Por lo tanto, no existe movimiento de aducción puro y por ello debe combinarse con flexión, extensión de la cadera homolateral o abducción de la cadera contralateral. En estas condiciones puede llegar a obtenerse 30° de desplazamiento. (8)

La circunducción es el movimiento del miembro inferior por combinación de los cuatro desplazamientos articulares que se antecedieron. El giro de las extremidades sobre su eje central es el denominado movimiento de rotación. La rotación se divide en interna y externa según la orientación de los dedos del pie. Cuando el hombre está en decúbito ventral el desplazamiento en rotación interna es de 30° a 40° y en rotación externa de 60° dándonos en total de 90° a 100°. La rotación está limitada por la forma de la unión céntrica diafisaria del fémur, que a la vez explica la amplitud de la flexión y la limitación de la rotación. Obviamente los movimientos de rotación longitudinal de la cadera se efectúan alrededor del eje mecánico del miembro inferior. (8)

2.2.2.1.3 Acciones Musculares

Músculos flexores son seis el psoas ilíaco, recto anterior, sartorio, tensor de la fascia lata, pectíneo, aductores menor y medio. Los músculos que realizan la extensión se encuentra el bíceps femoral, glúteo mayor,

semimembranoso, semitendinoso, piramidal, cuadrado crural y aductor mayor. Los aductores son el recto interno, aductor mayor, aductor mediano, aductor menor, psoas ilíaco, pectíneo, obturador externo, glúteo mayor, semitendinoso y semimembranoso.(8)

Los músculos abductores son el glúteo medio, glúteo menor, glúteo mayor, piramidal, tensor de la fascia lata y obturador interno. Los rotadores externos son el piramidal, obturador interno, obturador externo, psoas ilíaco, pectíneo, sartorio, glúteos y aductor mayor. Por último tenemos los rotadores internos que son el aductor mayor, glúteo mediano, glúteo menor y tensor de la fascia lata. (8)

2.2.2.2 Rodilla

Es la articulación de mayor magnitud y complejidad del cuerpo humano. La rótula protege la cara anterior de la rodilla y hace las veces de polea porque aumenta el ángulo de inserción del ligamento rotuliano en la tuberosidad de la tibia, mejorando así la ventaja mecánica y muscular del cuádriceps. (8)

2.2.2.2.1 Los ejes de la articulación de la Rodilla

El primer sentido de libertad está condicionado por el eje transversal, alrededor del cual se efectúan los movimientos de flexo – extensión en un plano sagital, dicho eje en un plano frontal, atraviesa los cóndilos femorales en un sentido horizontal. En razón de la forma inestable, en voladizo, del cuello femoral, el eje de la diáfisis del fémur no está situado, con exactitud, en la prolongación del eje del esqueleto de la pierna y forma con este último un ángulo obtuso, abierto hacia afuera, de 170 a 175° que es el valgus fisiológico de la rodilla. Por el contrario, los tres centros articulares de la cadera, de la rodilla y el tobillo están alineados a lo largo de una recta, que es el eje mecánico del miembro inferior. En la pierna, este eje se confunde con el eje del esqueleto, mientras que en el muslo el eje mecánico forma un ángulo de 6° con el eje del fémur.(7)

Además, como las caderas están separadas entre sí los tobillos, el eje mecánico del miembro inferior es algo oblicuo hacia abajo y adentro, de tal modo que forma un ángulo de 3° con la vertical. Ángulo que será tanto más abierto cuanto más ancha sea la pelvis, como sucede en la mujer; esto explica por qué el valgus fisiológico de la rodilla aparece más acusado en la mujer que en el hombre. (7)

El segundo sentido de libertad de movimiento consiste en la rotación alrededor del eje longitudinal de la pierna, con la rodilla en flexión. La estructura de la rodilla hace que esta rotación sea imposible cuando la articulación se encuentra en extensión completa; entonces, el eje de la pierna se confunde con el eje mecánico del miembro inferior y la rotación axial ya no tiene lugar en la rodilla, sino en la cadera se suple a la rodilla. El autor considera que existe un tercer sentido de libertad de movimiento, cierta holgura mecánica, con la rodilla en flexión, permite movimientos de lateralidad, que en el tobillo alcanzan de 1 a 2cm de amplitud, pero en extensión completa desaparecen. (7)

2.2.2.2 Movimientos de la Rodilla

No existe, una extensión absoluta, puesto que en la posición de referencia el miembro inferior ya está en situación de alargamiento máximo; no obstante, es posible efectuar, sobre todo de forma pasiva, un movimiento de extensión de unos 5 a 10° , a partir de la posición de referencia; este movimiento recibe el nombre de hiperextensión.(8)

La flexión acerca la cara posterior de la pierna a la cara posterior del muslo. La flexión activa de rodilla puede alcanzar 140° si la cadera está en flexión previa y no solo llega a 120° cuando la cadera esta en extensión; esto se debe a la disminución de la eficacia de los músculos isquiotibiales cuando la cadera se encuentra en extensión. La contracción balística de los isquiotibiales se produce cuando éstos tienen la ventaja mecánica durante

su trabajo al hacerlo con impulso desde la posición de referencia en extensión. En estas circunstancias o en caso de flexión pasiva de rodilla se puede lograr 160° de flexión donde el talón contacta con la nalga.(8)

Para cuantificar la rotación axial de la rodilla está, debe encontrarse en flexión de 90° y el paciente debe estar sentado al borde de una mesa con los pies colgados. Es evidente que debe excluirse la rotación de la cadera. La rotación interna se asocia a la aducción del pie y la rotación externa a la abducción del pie. La rotación externa tiene una amplitud de 40° en forma pasiva llega a los 45 – 50°, mientras que la rotación interna normalmente es de 30° y en forma pasiva hasta los 35°. (8)

2.2.2.2.3 Acciones Musculares

En la parte posterior del muslo encontramos los músculos semimembranoso, semitendinoso, y bíceps crural que son los principales flexores de rodilla en la parte anterior del muslo encontramos al cuádriceps femoral que está formado por vasto interno, vasto externo, recto anterior y crural. Por último, encontramos un grupo no clasificado en el cual se considera a los músculos sartorio, recto interno, poplíteo y plantar delgado. (8)

2.2.2.3 El Tobillo

La articulación del tobillo, o tibiotalariana, es la articulación distal del miembro inferior. Es una troclear: por tanto, no posee más que un solo sentido de libertad de movimiento. Esta articulación condiciona los movimientos de la pierna respecto al pie en el plano sagital. No sólo necesaria, sino indispensable para la marcha. La articulación tibiotalariana es la más importante de todo el complejo articular de la parte posterior del pie. Este conjunto de articulaciones, con la ayuda de la rotación axial de la rodilla, equivale a una sola articulación con tres sentidos de libertad, los

cuales permiten orientar la bóveda plantar en todas las direcciones para adaptarlas a los accidentes del terreno. (7)

2.2.2.3.1 Ejes de movimiento

Los tres ejes principales de este complejo articular se cortan a nivel aproximado de la parte posterior del pie. Cuando el pie está en posición de referencia, estos tres ejes son perpendiculares entre sí. En eje transversal pasa por los maléolos y corresponde al eje de la tibiotarsiana; está comprendido más o menos, en el plano frontal y condiciona los movimientos de flexión – extensión del pie, que se efectúan en plena sagital. El eje longitudinal de la pierna es vertical y condiciona los movimientos de aducción – abducción del pie, que se efectúan en un plano transversal. Hemos visto que éstos son posibles gracias a la rotación axial de la rodilla en flexión. (7)

En grado menor, estos movimientos de abducción – aducción tienen lugar en las articulaciones del tarso posterior, pero entonces van siempre combinados en torno al tercer eje. El eje longitudinal del pie es horizontal y está contenido en un plano sagital. Condiciona la orientación de la planta del pie de modo que le permite mirar ya sea directamente hacia abajo, hacia fuera o hacia dentro, estos movimientos reciben el nombre de pronación y supinación. (7)

2.2.2.3.2 Movimientos

La posición de referencia se realiza cuando el plano de la planta del pie es perpendicular al eje de la pierna. A partir de esta posición, la flexión del tobillo se define como el movimiento que aproxima el dorso del pie a la cara anterior de la pierna, también se la llama flexión dorsal o dorsiflexión. A la inversa, la extensión de la tibiotarsiana aleja el dorso del pie de la cara anterior de la pierna mientras que el pie tiende a colocarse en la prolongación de la pierna. También se llama a este movimiento flexión plantar; esta denominación es impropia, pues la flexión corresponde siempre

a un movimiento que aproxima los segmentos del miembro hacia el tronco. La flexión forma un ángulo agudo, su amplitud se de 20 a 30° y cuando el ángulo es obtuso, se trata de la extensión cuya amplitud es de 30 a 50°. (7)

2.2.2.3.3 Acciones Musculares

La flexión plantar de tobillo lo realizan los gemelos, sóleo, como músculos principales y como músculo accesorio tenemos el tibial posterior, peroneo lateral largo, peroneo lateral corto, flexor largo del dedo gordo, flexor largo común de los dedos y el plantar delgado. El movimiento de dorsiflexión en inversión del pie lo realizan como motor principal el tibial anterior, la inversión pura lo realiza el tibial posterior como motor principal y accesorio el flexor tibial de los dedos flexor peroneo de los dedos y el gemelo interno. la eversión la realizan el peroneo lateral largo y peroneo lateral corto. (9)

2.2.3 Neurofisiología

2.2.3.1 Sistema Nervioso Central

El sistema nervioso central es el punto de computación central y complejo del encéfalo y la columna vertebral que procesa la información que llega al tiempo que envía órdenes al resto del cuerpo, incluidos los músculos mediante el sistema nervioso periférico. En principio hay que reparar en que, en ciertas situaciones de emergencia, los músculos reaccionan con gran rapidez de forma que no se puede perder tiempo en que las señales pasen por todo el centro de computación del sistema nervioso central. El cuerpo proporciona para ello un sistema de arcos reflejos. Por ejemplo, si la mano toca accidentalmente un objeto que quema, la acción refleja a nivel de la médula espinal obliga a retirar la mano casi de inmediato y previene daños y lesiones.(10)

Durante los movimientos voluntarios también se producen acciones reflejas a nivel de la corteza motriz y no simplemente a nivel de la médula

espinal. El psicólogo ruso Paulov fue el primer investigador que descubrió que los reflejos condicionados podían aprehenderse por métodos de reforzamiento. Dicho de otro modo, los programas de movimientos repetidos correctamente permiten ejecutar finalmente estos movimientos de forma automática. Esto es muy importante en el caso de todas las maniobras que hay que ejecutar con rapidez y no pueden demorarse por la reflexión mental sobre el proceso que se ejecuta. La repetición de movimientos incorrectos crea unos reflejos que son difíciles de borrar.(10)

Esto se debe a que el cuerpo se ha adaptado a unos patrones de movimiento ineficaces que redundan en el malestar emocional provocado por nuevas técnicas en apariencia ineficaces y que pueden impedir que el deportista realice los cambios necesarios. No es posible cambiar de forma consciente el curso de cualquier movimiento que dure menos de 0,4 segundos (Thomas, 1970). Además, el fenómeno conocido de la parálisis por el análisis puede provocar que el deportista intente corregir o modificar una maniobra justo antes o durante su ejecución. Es poco habitual que cualquier secuencia de movimientos sea controlada por completo por los arcos reflejos; en vez de ello, los reflejos actúan junto con todo el sistema de control, corteza cerebral, ganglios basales, cerebelo, tálamo, sustancia reticular, corteza motriz, neuronas motrices. (10)

Las investigaciones actuales han descubierto que la corteza motriz está en un nivel inferior de control, conectada más directamente con las neuronas motrices de la médula espinal que con el cerebelo o los ganglios basales. Además, se ha descubierto que el cerebelo, los ganglios basales y la corteza motriz se activan antes de iniciar cualquier movimiento (Evarts, 1973, 1979). También se produce un aumento del tono muscular y otros cambios en la actividad de la corteza cerebral que preceden al comienzo de la respuesta motora (Siff. 1977).(10)

También se sabe que el cerebelo no es quien inicia el movimiento, sino el que corrige o reorganiza las órdenes motoras antes de alcanzar los músculos, por lo que aplican los mecanismos de retroalimentación para asegurar que haya una eficacia muscular externa máxima. El cerebelo incluso coordina el movimiento cuando no llega información alguna procedente de la periferia del cuerpo (Llinas, 1975). Estos hallazgos son los más importantes a la hora de diseñar métodos de entrenamiento correctos. Puesto que la actividad del cerebro precede al movimiento, es vital visualizar patrones de movimientos correctos incluso antes de empezar las prácticas.(10)

El entrenamiento autógeno es el que el deportista se visualiza a sí mismo en acción y se vuelve consciente de todas las tensiones y movimientos musculares, así como de los cambios fisiológicos y emocionales con los que se enfrenta en la competición, forma parte importante del entrenamiento avanzado de los deportistas. La misma investigación ha revelado que la corteza motora determina más la cantidad y el patrón de las contracciones musculares que el desplazamiento producido. (10)

Además, la corteza motora participa en los movimientos lentos y rápidos, mientras que los ganglios basales parecen ser preferentemente activos en los movimientos lentos. También se ha sugerido que el papel principal del cerebelo es preprogramar e iniciar los movimientos balísticos rápidos (Evarts, 1973). En el esquema global de los acontecimientos, los ganglios basales y los receptores externos como ojos, oídos, etc, transforman esta información y envían un patrón apropiado de señales a la corteza motora.(10)

Los propioceptores del SNC envían constantemente información de vuelta sobre el estado de los músculos, sin la cual el control de los movimientos sería imposible. El tálamo y el sistema activante reticular situado en el plano profundo del encéfalo desempeñan un papel vital en la

activación de las distintas partes del encéfalo actuando como estaciones transmisoras, y en la integración de las respuestas emocionales y hormonales con las funciones más mecánicas. Es en este nivel donde el hipotálamo suele verse implicado. Aunque los mismos músculos participen en un movimiento, pueden ser controlados por distintas partes del encéfalo dependiendo de la velocidad de movimiento. Sin embargo, no es sólo la velocidad la que determina los mecanismos del encéfalo que son necesarios.(10)

La preparación general del deportista requiere el entrenamiento físico y psicológico, no de sus componentes separados, sino de los aspectos estrechamente interrelacionados del rendimiento. Los sistemas mental y físico interactúan continuamente y es vital recordar que un cuerpo bien entrenado y adiestrado tiene poco valor en la competición sin una preparación mental correcta. El cuerpo puede considerarse como un sistema cibernético (vivo en el que el sistema nervioso central, incluido el encéfalo y la médula espinal, controla las funciones del cuerpo mediante sistemas principales de comunicación: el sistema nervioso y el sistema hormonal. El sistema hormonal participa en el control de los procesos más lentos del cuerpo como el crecimiento, el metabolismo, la función sexual, la excreción y la regulación de la temperatura. (11)

El sistema nervioso participa sobre todo en los procesos rápidos como la vista, la audición, el pensamiento y las contracciones musculares. Sin embargo, estos dos sistemas interactúan en numerosos procesos, cuyo nexo es el hipotálamo, que está situado cerca del diencéfalo. El hipotálamo está conectado con el sistema límbico del encéfalo y la hipófisis. De lo cual se deduce que la eficacia física depende de la correcta utilización de los procesos del pensamiento, las emociones y los músculos. (11)

Los estímulos externos del medio ambiente y los estímulos internos del cuerpo son recibidos por los transductores especializados de los sistemas

sensoriales y transmitidos a las partes relevantes del sistema nervioso central para su procesamiento ulterior. Este último sistema no sólo activa el sistema muscular para que produzca patrones apropiados de movimiento, sino que también envía información al hipotálamo para que genere respuestas emocionales y glandulares. (11)

2.2.3.2 El sistema sensorial

Los sistemas sensoriales proporcionan al hombre información sobre el medioambiente y sobre su cuerpo. El punto de vista tradicional de los cinco sentidos pasa por alto sentidos internos vitales que se conocen como el sentido cinestésico y el sentido visceral. El sentido cinestésico depende de la información procedente de los receptores del tacto de la piel del equilibrio de los receptores vestibulares del oído interno y de los propioceptores de las articulaciones, músculos y tendones. Este sentido proporciona información esencial para el encéfalo y permite que los músculos y miembros ejecuten movimientos según patrones específicos acierta velocidad e intensidad. (10)

La importancia de los propioceptores se aprecia cuando se descubre que la propiocepción ocupa un segundo lugar detrás del dolor como causa de la actividad más intensa y generalizada en el encéfalo. Es indudable que los ojos son muy importantes ala hora de guiar a los deportistas en la ejecución de movimientos correctos y que el oído presta sus servicios en las fases de coordinación de las maniobras mediante la retroalimentación de cualquier sonido producido por el cuerpo o un aparato. Sin embargo, sin el sentido cinestésico, la actividad física sería imposible. Los autores consideran que los subsistemas principales que contribuyen a aportar datos esenciales al sentido cinestésico son los receptores articulares, husos neuromusculares, órganos tendinosos de Golgi, aparato vestibular.(10)

2.2.3.3 Receptores Cinestésicos

Receptores articulares consisten en una red de nervios situada en las cápsulas ligamentosas que circundan las articulaciones móviles, proporcionan información sobre el ángulo entre los huesos de las articulaciones y el ritmo al que cambia dicho ángulo. Los husos neuromusculares es otro subsistema que ayuda al sentido cinestésico, estos nervios espirales se estiran cuando se estiran los músculos y transmiten información de vuelta al sistema nervioso central sobre la longitud relativa y el grado de tensión de los músculos.(10)

Órganos tendinosos de Golgi, es una red nerviosa situada en los tendones de los músculos, monitoriza continuamente la tensión y contribuye a la coordinación de las acciones de los distintos músculos que cooperan en el movimiento. Este sistema es importante para proteger las fibras musculares de una carga excesiva mediante la reducción de la tensión antes de que alcance un valor crítico.(10)

Aparato vestibular, situado cerca del oído interno, constituye una guía de la inercia o un mecanismo de equilibrio giroscópico sensible a cualquier cambio en la posición, velocidad y aceleración de la cabeza y, por consiguiente, de todo el cuerpo. Los tres conductos semicirculares monitorizan la posición y velocidad angular, puesto que son demasiado lentos para responder a la aceleración angular, mientras que la estructura pilosa y gelatinosa del utrículo mide la aceleración.(10)

Los dos siguientes tipos de receptores no son sentidos cinestésicos, pero son muy importantes para el control de la destreza de los movimientos: Receptores del tacto. Estos receptores de la presión, que trabajan en estrecha cooperación con el sistema propioceptivo, cubren toda la superficie del cuerpo y aportan información al encéfalo sobre el contacto de cualquier parte del cuerpo con un objeto externo.(10)

Receptores del dolor: Los receptores del dolor específicos o inespecíficos de todo el cuerpo informan al encéfalo sobre los peligros que dañan o someten a una tensión excesiva cualquier parte del cuerpo. Además, ciertos centros situados en partes del encéfalo como el sistema límbico y que reciben estímulos procedentes del resto de los sentidos, desempeñan un papel importante en la percepción del dolor.(10)

2.2.3.4 El Componente Neuromuscular del Reflejo de Estiramiento

La flexibilidad articular está determinada por la estructura músculo esquelética y las propiedades mecánicas de los tejidos blandos, pero también por el grado de actividad de las unidades motrices de los músculos relevantes. El resultado de esta actividad es la contracción muscular con un incremento concomitante de la tensión muscular, lo cual tiende a contrarrestar el estiramiento. La tensión muscular implica procesos reflejos cuya naturaleza debe conocerse bien antes de someter los músculos y otros tejidos blandos a estiramientos realizados con seguridad y eficacia.(10)

Los músculos y tendones están particularmente bien dotados con un gran número de dos tipos de receptores: husos neuromusculares, que detectan los cambios en la longitud de las fibras musculares y en el ritmo del cambio de la longitud, y los órganos tendinosos de Golgi, que monitorizan la tensión de los tendones musculares durante la contracción o el estiramiento musculares. Los reflejos involuntarios comienzan con la acción e interacción de los husos neuromusculares y los órganos tendinosos de Golgi durante cualquier movimiento de los músculos. La función de los husos neuromusculares es la de responder al alargamiento de los músculos mediante la producción de la contracción del reflejo de estiramiento muscular, mientras que los órganos tendinosos de Golgi responden con el reflejo de estiramiento inverso, que tiende a relajar los músculos contraídos cuando la tensión se vuelve excesiva.(10)

Las fibras nerviosas receptoras sensoriales inervan la región central del huso, que posee pocos o ningún elemento contráctil y cuenta con dos distintos tipos de receptores: receptores primarios de fibras de tipo I grandes, y receptores secundarios de fibras de tipo II más pequeñas (Guyton, 1984) También hay dos tipos de fibras intrafusales: las fibras de bolsa nuclear y las fibras de cadena nuclear.(10)

Los receptores primarios inervan ambas fibras, mientras que la inervación de los receptores secundarios se confina casi por completo a las fibras de cadena nuclear. Los receptores primarios y secundarios producen respuestas estáticas y dinámicas a los cambios en la longitud de los husos. Cuando un huso se estira lentamente, el número de impulsos que surgen de ambos tipos de receptores aumenta casi en proporción directa con el grado de estiramiento y continúa persistiendo durante varios minutos. Este proceso se conoce como respuesta estática.(10)

La respuesta dinámica se manifiesta con gran intensidad a través de los receptores primarios cuando se someten a un ritmo rápido de cambio en la longitud de los husos. Tan pronto como el incremento de la longitud cesa, el ritmo de emisión de impulsos vuelve a su nivel original, excepto por una pequeña respuesta estática que sigue emitiendo una señal. El mismo proceso se produce cuando se acortan los husos neuromusculares.(10)

El reflejo de estiramiento muscular o reflejo miotático consiste en un complejo proceso de reflejos de estiramiento interrelacionados, incluido el reflejo de estiramiento dinámico, el reflejo de estiramiento estático y el reflejo de estiramiento negativo. El reflejo dinámico provoca una fuerte contracción del músculo como respuesta a los cambios repentinos en su longitud, si bien esta reacción dura sólo una fracción de segundo, por lo que el reflejo estático dura tanto como la tensión que se desarrolla en el músculo. Este

reflejo es mucho más débil, pero opera durante periodos de hasta varias horas. (10)

Cuando un músculo se acorta de repente, se produce un efecto exactamente opuesto. En este caso en que se libera una rápida tensión, tanto la actividad refleja inhibitoria dinámica y estática, o el reflejo de estiramiento negativo, se produce en oposición al acortamiento del músculo de la misma forma que el reflejo miotático actúa para oponerse a su alargamiento. Luego podemos apreciar que los procesos reflejos del estiramiento tienden a mantener en un límite operativo óptimo la longitud de los músculos; sin embargo, no hay que olvidar que el sistema reflejo de estiramiento también desempeña un papel importante y excepcional en el amortiguamiento o suavización de las oscilaciones o tirones excesivos de los movimientos corporales (Guyton, 1984). (10)

2.2.4 Desgarros Musculares

2.2.4.1 Definición

La distensión muscular se define como un desgarro parcial o completo de la unión miotendinosa. Por tanto las fibras del tejido se rompen y sangran produciendo un hematoma. Se puede clasificar por su gravedad en: desgarros leves grado 1, moderados grado 2, y completos o graves grado 3. Los desgarros musculares se deben a una sobrecarga dinámica; siendo la causa más típica una contracción violenta con estiramiento excesivo simultáneo. Muy frecuentes en deportes con movimiento o acciones explosivas. (2L)

Durante la práctica de la actividad física hay una gran incidencia de lesiones musculares, si bien se han llevado a cabo pocos estudios clínicos sobre el tratamiento y la resolución de las mismas. Generalmente el tratamiento conservador obtiene resultados funcionales aceptables, aunque

las consecuencias de una actuación inadecuada o insuficiente pueden ser muy negativas, pues retardan la vuelta del atleta a su actividad durante semanas o incluso meses. (2L)

2.2.4.2 Etiopatogenia

Frecuentemente el músculo crea su propia lesión, en estiramientos o contracciones exageradas. El morfotipo hipermusculado se describe clínicamente como el de la persona que puede presentar accidentes musculares. En el plano biomecánico el accidente aparece siempre en músculos poliarticulares a los que se exige una tensión violenta, y contracción en un segmento de la extremidad en asincronismo articular. (3L)

El mal entrenamiento, por defecto o por exceso, la insuficiencia de calentamiento y la fatiga al final de una competición se encuentran frecuentemente en el origen de los accidentes musculares. El frío y la humedad apoyan el problema. La edad de la persona y la falta de una alimentación equilibrada también puede ser un factor que lo favorezca. Las actividades deportivas en las que más frecuentemente se plantean estos problemas son el fútbol, y en algunas especialidades del atletismo.(3L)

2.2.4.3 Causas y mecanismos de producción

Hay que señalar aquellas condiciones que favorecen la aparición de estas lesiones: aquellos deportistas que presentan un biotipo hipermusculado están más relacionado con esta patología, la aparición de lesiones es mayor en aquellos músculos poliarticulares especialmente de la extremidad inferior, el defecto o el exceso de entrenamiento, la falta de calentamiento y la acumulación de fatiga también son factores precipitantes y finalmente las condiciones ambientales como el frío y la humedad, influyen notablemente en la aparición de este tipo de accidentes musculares. (2L)

2.2.4.4 Signos y Síntomas

Es fundamental en el diagnóstico la descripción del cómo se produjo el accidente; la inspección muscular es importante, aunque hay que tener en cuenta que si la lesión es intramuscular, profunda, el posible derrame se limita al interior del músculo y la reabsorción es larga, no encontrando signos externos; la palpación tiene gran importancia, lo mismo que la movilización pasiva, los estiramientos que no deben producir excesivo dolor, así como la movilización activa y el trabajo resistido.

Se ha de valorar desde el punto de vista clínico si el traumatismo ha sido interno, externo, débil o violento; qué tipo de dolor refiere el deportista; si se ha producido de inmediato, tardío, progresivo, cuantificando si es débil, medio o intenso; se ha de valorar la inspección lo mismo que la palpación; la impotencia hay que cuantificarla, expresando en posible o imposible en cuanto a los movimientos pasivos, activos y resistidos. (3L)

2.2.4.5 Tipos de lesiones Musculares

Sobrecarga, es habitual en este caso la presencia de molestias musculares que aparecen al iniciar la sesión de entrenamiento y que no limitan la realización del movimiento. En estos casos se produce dolor a la contracción y cuando se realiza la palpación del músculo, éste aparece doloroso y tenso. Contractura muscular, se trata de una contracción involuntaria, duradera o permanente de uno o varios grupos musculares. A la exploración se observa una zona de hipersensibilidad dolorosa que se acentúa cuando el paciente realiza una contracción muscular contra resistencia. El grado de elasticidad muscular está claramente reducido. (2L)

Elongación Muscular, son las lesiones más benignas y de mejor pronóstico dentro de los traumatismos intrínsecos. Es el caso más leve de lesión por distracción muscular que se produce, como consecuencia de un estiramiento excesivo de las fibras musculares, sin llegar a provocar su

rotura. Este cuadro clínico, se manifiesta con dolor agudo e impotencia funcional. El dolor cede con el reposo y aumenta con la movilidad activa simple o contrariada, aunque dichas movilizaciones son posibles. En la elongación no hay tumefacción ni hematoma y la palpación aviva el dolor.(2L)

Rotura muscular parcial, en esta lesión, la solución de continuidad no afecta completamente al vientre muscular sino a una parte del mismo. Esta lesión se presenta de forma que el deportista durante una carrera o salto, se tiene que detener súbitamente por la presencia de un dolor violento que no cede con el reposo. Rápidamente se transforma en una molestia sorda y punzante, acompañada de gran impotencia funcional. La inflamación puede ser fluctuante, confirmando de esta forma, la producción de un hematoma. (2L)

Rotura muscular total, en este caso, la rotura afecta a todo el grosor del músculo y se manifiesta con la aparición de dolor sincopal y chasquido característico. Además, se observa la depresión de la zona que ha sufrido la ruptura, produciéndose el signo del hachazo y la retracción del vientre del músculo roto, formando una herniación muscular por encima del "hachazo". La incapacidad funcional es instantánea y duradera e impide la realización de cualquier ejercicio.(2L)

2.2.4.6 Proceso de reparación de los desgarros musculares

Las lesiones que afectan a las partes blandas del sistema músculo esquelético se resuelven por un mecanismo de reparación a diferencia de las lesiones del hueso que se curan por un proceso de regeneración. Ampliando este concepto se puede afirmar que el tejido óseo roto se repara mediante la regeneración de un tejido idéntico al hueso existente. (2L)

Fase de destrucción: en este período se produce la ruptura del tejido muscular y la necrosis de las miofibrillas con la formación de un hematoma entre las fibras rotas. Además se produce una reacción celular inflamatoria. Fase de reparación: donde se produce la reabsorción del tejido necrotizado, la regeneración de las miofibrillas y la producción de un área de tejido conjuntivo y de nuevos vasos capilares. Fase de remodelación: se realiza la maduración de las nuevas miofibrillas recién formadas, la reorganización del tejido que va a permitir recuperar la capacidad contráctil del nuevo músculo. Habitualmente las fases 2 y 3 se solapan en el tiempo.(2L)

2.2.5 Fuerza

2.2.5.1 Definición

La fuerza es un componente esencial para el rendimiento de cualquier ser humano y su desarrollo formal no puede ser olvidado en la preparación de los deportistas. Un acondicionamiento satisfactorio de la fuerza depende de una comprensión completa de todos los procesos que intervienen en la producción de fuerza en el cuerpo. La fuerza es producto de una acción muscular iniciada y orquestada por procesos eléctricos en el sistema nervioso. (10)

Tradicionalmente, la fuerza se define como la capacidad de un músculo o grupo de músculos determinados para generar una fuerza muscular bajo unas condiciones específicas. De esta forma, la fuerza máxima es la capacidad de un determinado grupo muscular para producir una contracción voluntaria máxima en respuesta a la óptima motivación contra una carga externa. Esta fuerza se produce normalmente en competición y podemos referirnos a ella como la fuerza máxima en competición. No es equivalente a la fuerza absoluta, que normalmente alude a la mayor fuerza que puede ser producida por un determinado grupo muscular bajo una estimulación muscular involuntaria a través de, por ejemplo, una estimulación eléctrica de los nervios que abastecen al músculo, o bien por el reclutamiento de un potente reflejo de estiramiento en una carga repentina. Por razones

prácticas, la fuerza absoluta puede concebirse como similar a la fuerza excéntrica máxima. (10)

Sin embargo, debe remarcarse que la fuerza absoluta se utiliza en ocasiones para definir la fuerza máxima que puede realizar un atleta independientemente de su masa corporal. Resulta vital comprender el significado de la fuerza máxima en entrenamiento, una repetición máxima, que es siempre menor que la fuerza máxima en competición, en deportistas experimentados, ya que el grado de motivación óptima se produce invariablemente bajo condiciones de competición. Zatsiorski afirma que el entrenamiento máximo es la carga más elevada que uno puede levantar sin una sustancial excitación emocional, indicada por un significativo aumento de la frecuencia cardíaca antes del levantamiento (Medvedev,1986). (10)

La identificación de los diferentes tipos de fuerza o rendimiento máximo facilita la determinación de la intensidad de entrenamiento de forma más eficiente. La intensidad se define normalmente como un cierto porcentaje del máximo de uno mismo y resulta más práctico escoger este máximo en base al máximo competitivo, que tiende a permanecer más constante durante un mayor período de tiempo. La máxima de entrenamiento puede variar a diario, de forma que puede ser importante en la programación del entrenamiento para deportistas menos cualificados, pero es de valor limitado para el deportista de elite.(10)

Cualquier intento por exceder el límite de la carga requiere un incremento de la excitación nerviosa y, si se emplea este tipo de entrenamiento con frecuencia, puede llegar a interferir en la capacidad de adaptación del deportista. La fuerza es un fenómeno relativo que depende de numerosos factores; es, por tanto, esencial que éstos se describan de forma precisa al valorar los niveles de fuerza. Por ejemplo, la fuerza muscular varía con el ángulo articular, la orientación de la articulación, la velocidad del movimiento, el grupo muscular y el tipo de movimiento, de

modo que no tiene sentido hablar de fuerza absoluta sin especificar las condiciones bajo las que ésta es generada.(10)

La capacidad de la fuerza más característica de las actividades deportivas es la fuerza explosiva, que se desarrolla en los movimientos acíclicos y cíclicos. Los movimientos acíclicos se distinguen por episodios breves de poderoso trabajo muscular, mientras que los movimientos cíclicos se distinguen por el mantenimiento de una potencia óptima durante un tiempo relativamente largo. Si se presta atención al hecho de que el carácter explosivo con el cual se desarrolla la fuerza se determine con la presencia de fuerza absoluta o fuerza velocidad dependiendo de las condiciones externas, entonces son dos las capacidades generales, la fuerza-explosiva y la fuerza-resistencia, las bases de la producción de todos los movimientos deportivos.(10)

2.2.5.2 Fuerza Explosiva

La fuerza muscular explosiva se determina con la resistencia externa que se supera, motivo por el cual es lógico estudiar las características de la fuerza explosiva durante el trabajo muscular dinámico mediante el examen de lo que ocurre con cargas de distinto peso que se mueven tan rápido como sea posible. En todos los casos, la fuerza dinámica máxima es menor que la fuerza absoluta, siendo el valor más próximo a fuerza absoluta la fuerza máxima de la tensión isométrica explosiva. Dentro del régimen dinámico, la diferencia entre la fuerza absoluta y la fuerza máxima aumenta a medida que disminuye la resistencia. Dicho de otro modo, al disminuir la resistencia externa, la realización del potencial de fuerza de los músculos por lo que se refiere a la fuerza explosiva disminuye, como lo demuestra la reducción de la correlación entre la fuerza absoluta y la fuerza máxima.(10)

La fuerza de aceleración de los músculos ha sido definida como aquella capacidad que produce la aceleración de un objeto en movimiento. La cualidad conocida como fuerza explosiva se distingue de los otros tipos de fuerza-velocidad como aquella que produce la tensión neuromuscular más

grande posible en el tiempo más corto en una trayectoria dada. También describe la capacidad para aumentar con rapidez la fuerza de trabajo hasta alcanzar la máxima. (10)

La fuerza inicial no es sino la capacidad para desarrollar con rapidez la fuerza más grande posible en el momento inicial de la tensión, mientras que la fuerza de aceleración es la capacidad para desarrollar una fuerza de trabajo tan rápido como sea posible una vez que ha comenzado la contracción. Las capacidades generales para desarrollar la fuerza explosiva y la fuerza de aceleración se determinan hasta un grado importante por una combinación de distintas causas.(10)

No todas las capacidades contribuyen de igual manera al resultado del trabajo de la fuerza explosiva. Según cuales sean las condiciones una u otra desempeñarán un papel preponderante y, por tanto, mostrarán el potencial principal para producir un intenso desarrollo. La participación en mayor o menor medida durante la ejecución de actos motores potentes hace que las capacidades, debido a su relativa independencia neuromuscular, se unan no estructural sino funcionalmente.(10)

Dicho de otro modo, se integran para producir una capacidad general nueva, regulando la interacción, resolviendo las tareas motrices generales y, al mismo tiempo, manteniendo su individualidad y su capacidad para establecer cualquier tipo de unión funcional exigida por las condiciones cambiantes de la actividad. Según el carácter del movimiento, el programa motor se establece mediante las capacidades de los componentes y se realiza de forma simultánea y secuencial. (10)

2.2.5.3 Rapidez y capacidad reactiva

Se hace necesario tratar con detalle la capacidad concreta de los músculos para contraerse con rapidez. Este proceso neuromuscular se manifiesta en esencia de dos formas: con la capacidad reactiva y con la rapidez. La rapidez comprende la capacidad para contraer o relajar un

músculo sin que intervenga ningún estiramiento preliminar. Su papel primario es la producción de movimientos de alta velocidad en condiciones que no requieran mucha fuerza ni potencia. (10)

Se mide como el intervalo de tiempo o tiempo de reacción entre el estímulo y la respuesta. Este tiempo debe distinguirse del tiempo del movimiento, que es el intervalo entre el final de la fase de reacción y el final del movimiento. Es importante señalar que no se ha demostrado que haya correlación alguna entre el tiempo de reacción y el tiempo del movimiento (Harbin y otros, 1989). El tiempo de reacción consta de dos estadios: una fase de latencia entre la recepción del estímulo y el inicio de la actividad eléctrica en los músculos relevantes, y una fase de respuesta entre la aparición de la señal del electromiograma y la acción motriz. (10)

La práctica regular de las capacidades neuromusculares tiene una importancia capital en la determinación de la capacidad deportiva. Se ha demostrado que la capacidad para golpear un objeto en movimiento, así como para cogerlo o bloquearlo con rapidez, depende también en gran medida más de la capacidad propia para anticipar con precisión la posible trayectoria del objeto que simplemente de un tiempo de reacción rápido. Está claro que quien necesite estas capacidades para la práctica de un deporte debe adquirir la capacidad para visualizar y ejecutar todos los patrones motores necesarios. (10)

La mejora de la fuerza tiene poco valor cuando el deportista no mantiene o mejora las capacidades neuromusculares. Cuando es necesario desarrollar una reacción muy rápida, por ejemplo, en una situación en que actúa el instinto de conservación, las señales nerviosas no viajan al encéfalo para recibir una interacción consciente, sino que siguen un arco reflejo mucho más rápido hasta el nivel adecuado de la médula espinal. Esta actividad refleja es un aspecto esencial de todos los deportes, aunque en muchos casos el tiempo de reacción también comprende la toma de decisiones subconscientes o conscientes a nivel cognitivo. (10)

Depende en gran medida de la capacidad específica para desarrollar una fuerza motriz potente inmediatamente después de un estiramiento muscular mecánico intenso. El estiramiento preliminar provoca una deformación elástica de los músculos y, por tanto, el almacenamiento de energía potencial que se transforma en energía cinética a medida que los músculos comienzan a contraerse. Esto se añade a la fuerza de las contracciones musculares e incrementa el efecto de trabajo. (10)

La capacidad reactiva, como cualidad específica del sistema locomotor humano, se explica mediante algunos de los principios de la fisiología neuromuscular. Se sabe por ejemplo, que el estiramiento preliminar de un músculo aumenta el resultado del trabajo de su siguiente contracción. Se ha llegado a la conclusión de que el trabajo concéntrico de un músculo que comienza a contraerse con rapidez después de un estiramiento preliminar es mayor que el trabajo concéntrico del mismo músculo después de una contracción isométrica (Abbott 8.:Auber~ 1952: Cavagna, 1965, 1968). (10)

2.2.5.4 Velocidad, fuerza velocidad y rapidez

Tradicionalmente se ha asumido que se podía desarrollar por separado cada capacidad de la condición física, reunir las con otras capacidades y obtener un producto final en forma de rendimiento específico. Sin embargo, la práctica y los datos científicos muestran que estos conceptos tradicionales están anticuados.(10)

En realidad, las características del resultado del trabajo resultante de los movimientos deportivos reflejan la suma no lineal compleja de muchas funciones del cuerpo. Son características tales como el ritmo de inicio del movimiento o la velocidad del movimiento. Independientemente de si uno es un velocista o un corredor de fondo, un boxeador dando un puñetazo o un lanzador arrojando un objeto, el éxito deportivo depende de la velocidad de la ejecución. (10)

Sin embargo, esto no significa que la velocidad sea la única base de su éxito. En su forma básica, la velocidad se desarrolla con movimientos sencillos, sin carga alguna y con una sola articulación (p. ej., propulsando o balanceando los brazos y las piernas en planos diferentes) y se expresa de formas relativamente independientes como el tiempo de reacción motriz, el tiempo de movimiento individual, la capacidad para iniciar un movimiento con rapidez y la frecuencia máxima del movimiento (Henry y otros, 1960, 1968; Zimkin, 1965; Godik, 1966).(10)

La velocidad de las acciones sencillas y parecidas no tiene nada en común con la velocidad de ejecución de movimientos deportivos complejos. Esto queda subrayado por la falta de correlación entre las formas elementales de velocidad y la velocidad de movimiento en la locomoción de los deportes Cíclicos (Gorozhnin, 1976). Ello se debe a que los mecanismos de control neurofisiológicos complejos y sus procesos metabólicos constituyen la base de la velocidad de movimiento en la locomoción cíclica. (10)

La velocidad con la que se realiza una actividad de mayor duración depende del aumento de las fuentes de energía del cuerpo y de su eficacia (Farfel 1939,1949; Volkov, 1966; Mikhailov, 1967; Margaria,1963; Astrand, 1956). La velocidad de ejecución de la locomoción acíclica se determina por medio de la capacidad de los músculos para superar resistencias externas significativas (Farfel, 1939; Zimkin, 1955; Donskoi, 1960).(10)

Así pues, podemos apreciar que la rapidez y la velocidad son características diferentes del sistema motor. La rapidez es una facultad general del sistema nervioso central que se desarrolla sobre todo durante las reacciones motrices de autoprotección y durante la producción de movimientos sin carga y muy sencillos. Las características individuales de la rapidez en todas las formas en las que se desarrolla están determinadas por factores genéticos y, por tanto, el potencial de su desarrollo es limitado.(10)

La velocidad de movimiento o de desplazamiento es una función compuesta por rapidez, capacidad reactiva, fuerza, resistencia y destreza para coordinar con eficacia los movimientos de respuesta a las condiciones externas en las que se ejecuta una tarea motriz. A diferencia de la rapidez, existe un potencial mucho mayor para mejorar la velocidad de movimiento.(10)

2.2.5.5 Fuerza resistencia

Es la forma específica en que se desarrolla la fuerza en actividades que requieren una duración relativamente larga de tensión muscular con una disminución mínima de la eficacia. La fuerza resistencia es un complejo intrincado de capacidades motrices que se expresan básicamente de dos formas: estática y dinámica. El tipo de actividad deportiva y el carácter con el que se desarrolla la tensión muscular determinan las distinciones entre estas dos formas de fuerza resistencia. (10)

Tomando en cuenta la tensión muscular la fuerza resistencia se divide en la tensión de gran intensidad y la intensidad de tensión moderada. Y según el tipo de actividad física podemos distinguir entre fuerza resistencia dinámica y fuerza resistencia estática. La fuerza resistencia dinámica suele relacionarse con ejercicios cíclicos en los que se repite sin interrupción una tensión considerable durante cada ciclo del movimiento y también con los ejercicios acíclicos que se ejecutan repetitivamente con distintos intervalos de descanso cortos como lanzamientos repetidos.(10)

La fuerza-resistencia estática se relaciona con actividades en las que es necesario ejercer una tensión isométrica de intensidad y duración variable como en la lucha libre, o para mantener cierta postura como en el patinaje. La fuerza-resistencia estática se relaciona con una tensión muscular sostenida poco o mucho tiempo y cuya duración está determinada en cada caso por su intensidad. (10)

2.2.6 El Método Pliométrico

2.2.6.1 Definición

El desarrollo del método de choques o pliométrico que desarrolla la fuerza explosiva y la capacidad reactiva. Básicamente, consiste en estimular los músculos a través de un estiramiento súbito que precede a cualquier esfuerzo voluntario. Hay que emplear energía cinética en vez de pesos grandes, porque la energía cinética se puede acumular en el cuerpo o en cargas que se dejan caer desde cierta altura. Los saltos horizontales y los rebotes con el balón medicinal son dos de los regímenes de ejercicios que se suelen emplear en la pliometría.(10)

La pliometría o método de choques significa precisamente eso, un método de estimulación mecánica con choques con el fin de forzar los músculos a producir tanta tensión como les sea posible, Este método se caracteriza por acciones impulsivas de duración mínima entre el final de la fase de desaceleración excéntrica y la iniciación de la fase de aceleración concéntrica, se basa en una fase isométrica explosiva breve y excéntrica-isométrica que precede a la liberación de la energía elástica almacenada en los tendones y otros componentes elásticos del complejo muscular durante la fase de desaceleración excéntrica.(4L)

Si la fase de transición o acoplamiento se prolonga más de 0,15 segundos, se considera que la acción no es sino un salto ordinario y no un ejercicio pliométrico clásico, es útil visualizarlo como una superficie que, al ser tocada por las manos o los pies durante la fase pliométrica de contacto, aparece roja, lo cual indica que cualquier contacto prolongado es peligroso, es importante señalar que la actividad no es realmente pliométrica si el deportista recurre a los procesos de retroalimentación en curso. El entrenamiento realmente pliométrico suele constar más de procesos balísticos que de cocontracciones.(10)

El objetivo principal del entrenamiento pliométrico consiste en aumentar la excitabilidad del sistema nervioso para mejorar la capacidad de reacción

del sistema neuromuscular. Los ejercicios pliométricos buscan disminuir la cantidad de tiempo requerido entre la producción de la contracción muscular excéntrica y el inicio de la contracción concéntrica.(15)

2.2.6.2 Teoría fundamental de la pliometría

La actividad pliométrica se caracteriza por las siguientes fases de acción entre el inicio y el término de la secuencia de acontecimientos: Una fase de impulso inicial durante la cual el cuerpo o una parte del cuerpo se mueve debido a la energía cinética que ha acumulado en la acción precedente. Una fase electromecánica retardada que se produce cuando algún acontecimiento, por ejemplo, el contacto con una superficie evita que un miembro siga moviéndose y provoca que el músculo se contraiga. Esta demora no es sino el tiempo que pasa entre el inicio del potencial de la acción en los nervios motores y el comienzo de la contracción muscular.(10)

Algunos investigadores definen esta fase de tal forma que incluyen el alargamiento del componente elástico en serie del complejo muscular, si bien se utilizo el término electromecánico para referirse al inicio de la señal eléctrica y al comienzo de la contracción mecánica del músculo, lo cual no incluye el estiramiento pasivo del tejido conectivo. Una fase de amortiguamiento en la que la energía cinética genera un poderoso reflejo de estiramiento muscular o reflejo miotático que conlleva la contracción excéntrica del músculo acompañada de una contracción isométrica explosiva y del estiramiento del Componente elástico en serie del complejo muscular, la fase isométrica explosiva entre el final de la acción excéntrica y el comienzo de la acción concéntrica dura un periodo llamado tiempo de acoplamiento. (10)

Una fase de rebote que comprende la liberación de la energía elástica del componente elástico en serie, junto con la contracción involuntaria y concéntrica de los músculos generada por el reflejo miotático. Esta fase incluye la contribución añadida por la contracción concéntrica voluntaria. Una fase de impulso final que se produce después de haberse completado la

contracción concéntrica y cuando el cuerpo o parte del cuerpo sigue moviéndose gracias a la energía cinética generada por la contracción concéntrica y la liberación de la energía elástica del componente elástico en serie. (10)

El estudio del tiempo de acoplamiento es muy importante, porque tiene un peso fundamental a la hora de clasificar con precisión si una acción forma o no parte de la pliometría clásica. Con anterioridad se afirmó que la pliometría clásica se caracterizaba por una demora inferior a 0,15 segundos entre las contracciones excéntricas y concéntricas subsiguientes, afirmación que requiere ser confirmada. Por ejemplo, la investigación realizada por Wilson y otros (1990), en la que se estudiaron los distintos tiempos de demora en la ejecución del press de banca, demostró que las ventajas de hacer estiramientos previos pueden durar hasta 4 segundos, estadio en el que se sugiere que ya ha desaparecido toda la energía elástica almacenada. (10)

Este estudio sugiere que las demoras de un segundo o dos pueden producir aumento significativo de la fase concéntrica subsiguiente de algunas actividades, mientras que las demoras de 0,2 segundos son suficientes para disipar las ventajas del estiramiento previo en otras actividades. El estudio realizado por Bosco y otros (1982) ofrece una solución parcial a esta contradicción aparente. Estos autores propusieron que las personas con un alto porcentaje de fibras de contracción rápida en los músculos de las piernas muestran un efecto pliométrico máximo cuando la fase excéntrica es corta, la amplitud de movimiento es pequeña y el tiempo de acoplamiento es breve. (10)

Por otra parte, las personas con un alto porcentaje de fibras de contracción lenta, aparentemente, obtienen su mejor rendimiento en saltos cuando la fase excéntrica es más larga y la amplitud de movimiento es mayor, porque el tiempo de adherencia de los puentes cruzados de la actinmiosina es de mayor duración. También resulta tentador atribuir estas

diferencias evidentes que hallamos en los tiempos de acoplamiento a la existencia de demoras máximas específicas para cada acción articular. Si bien esto es cierto en el caso de las acciones articulares simples y complejas, hay que señalar que en el cuerpo humano se manifiestan muchos reflejos distintos, cada uno de los cuales actúa en condiciones distintas y con ritmos diferentes.(10)

En concreto, hay reflejos de estiramiento tónicos o estáticos y fásicos o dinámicos, y receptores muy rápidos como los corpúsculos de Pacini de las cápsulas articulares que detectan el ritmo del movimiento y permiten que el sistema nervioso prediga dónde estarán las extremidades en cualquier momento preciso, con lo cual facilitan las modificaciones anticipatorias en la posición de los miembros y aseguran un control y estabilidad eficaces (Guyton, 1984). La pérdida de esta función predictiva hace muy difícil la ejecución de acciones como correr, saltar y lanzar o coger objetos. Otros receptores como las terminaciones de Ruffini y los receptores de los ligamentos tal es el caso de los órganos tendinosos de Golgi reciben una poderosa estimulación cuando una articulación se mueve repentinamente y, después de una ligera adaptación inicial, envían una respuesta inmediata.(10)

No se puede hacer distinción entre lo pliométrico y lo que no es pliométrico basándonos únicamente en los tiempos de acoplamiento, porque, de lo contrario, habría que clasificar el troteo las caminatas apresuradas como ejercicios pliométricos clásicos, ya que el tiempo de la fuerza reactiva fundamental hasta alcanzar la máxima puede ser inferior a 0,15. También hay que tener en cuenta el patrón de fuerza-tiempo y el índice de desarrollo de la fuerza. Hay que establecer una distinción entre entrenamiento con ejercicios pliométricos máximos y entrenamiento con ejercicios pliométricos submáximos.(10)

Los ejercicios pliométricos máximos consisten en actividades con repeticiones lentas en las que la intensidad de los saltos horizontales o los

ejercicios de rebotes es tal que se produce una tensión de rebote máxima o cuasi-máxima en los músculos relevantes. De la misma forma que sucede en los entrenamientos de fuerza con pesos, se supone que estos poderosos impulsos no se imponen a la musculatura en cada sesión, ni es aconsejable o posible realizar repeticiones múltiples. Además, se recomienda un intervalo de descanso de 2-4 minutos entre las repeticiones sucesivas y otro de 10-12 minutos entre las series.(10)

Los ejercicios pliométricos submáximos consisten en impulsos mecánicos que no producen tensión muscular máxima, si bien se ejecutan con una fase de contacto mínimamente larga con el suelo el objeto lanzado. Otros ejercicios sub máximos típicos son los botes rápidos con los pies juntos y el skipping bajo. Se pueden establecer dos clases amplias de entrenamiento pliométrico: ejercicios pliométricos con impacto y ejercicios pliométricos sin impacto. En los primeros, el rebote se estimula mediante el contacto con una superficie o un objeto, mientras que en el retroceso de los segundos media la acción excéntrica explosiva de los músculos que producen movimientos que no terminan con un contacto con la superficie.(10)

Los saltos horizontales son un ejemplo típico de ejercicio pliométrico, mientras que las patadas bruscas o los golpes con retroceso rápido ejecutados en el boxeo o las artes marciales son un ejemplo de ejercicio pliométrico sin impacto. Dependiendo de la potencia de los movimientos los ejercicios pliométricos sin impacto también puede ser máximos o submáximos.(10)

El entrenamiento pliométrico, por su parte, consta de varias y distintas categorías de actividades: ejercicios pliométricos clásicos, ejercicios pliométricos suplementarios y pruebas pliométricas. Los ejercicios pliométricos clásicos son funcionales o no funcionales; los primeros se refieren a actividades que coinciden en lo posible con acciones explosivas específicas de un deporte concreto y relacionado con el patrón de

movimientos, los músculos que intervienen, la duración y la dirección de los movimientos.(10)

Los ejercicios pliométricos no funcionales son ejercicios cuyo fin es ofrecer un entrenamiento general de las cualidades explosivas requeridas por un deporte. Por ejemplo, los ejercicios pliométricos funcionales para el salto de longitud consisten en saltos hacia adelante; para el lanzamiento de pesos, en rebotes hacia atrás y todo tipo de saltos que empleen saltos hacia delante sobre una pierna; y para el baloncesto, fases de amortiguamiento corto y relativamente largo con rebotes verticales que emulen las distintas formas de saltar en la práctica del baloncesto.(10)

Los ejercicios preparatorios o suplementarios consisten en ejercicios de entrenamiento con pesos que se emplean para desarrollar suficiente fuerza muscular, sobre todo fuerza excéntrica, elasticidad y fuerza del tejido conectivo, así como en variedad de ejercicios de saltos, balanceos, lanzamientos y recepciones desarrollados en fases de transición de mayor duración. Estas actividades se consideran incorrectamente como pliométricas, porque incluyen en su ejecución paros repentinos o algún tipo de salto. Debido a la frecuente falta de una fase de rebotes explosivos con poco tiempo de acoplamiento, estos ejercicios, por lo general, son una forma de ejercicios no pliométricos preparatorios.(10)

Los ejercicios pliométricos se entienden mejor si aplicamos la Segunda Ley de Newton en su forma más sencilla: fuerza (F) = masa* aceleración (ma). En los entrenamientos de resistencia normales es la masa la que aumenta, mientras que en los ejercicios pliométricos es la aceleración la que lo hace. (10)

Los ejercicios pliométricos constituyen un sistema de entrenamiento explosivo que emplea cargas de inercia relativamente baja, mientras que el entrenamiento con pesos suele basarse en cargas de inercia alta. Se puede generar la misma fuerza moviendo una carga fuerte con poca aceleración que moviendo una carga ligera con gran aceleración, aunque el efecto del

entrenamiento es distinto. El objetivo de los entrenamientos con inercia baja y explosiva se centra más en los procesos involuntarios del sistema nervioso central y del sistema neuromuscular que los entrenamientos con inercia alta, cuyo efecto es mayor sobre el desarrollo de la fuerza estática y la hipertrofia muscular.(10)

Discernir si un deportista necesita un entrenamiento pliométrico o un entrenamiento de resistencia elevada depende de la medición del déficit de fuerza o diferencia entre la máxima de fuerza absoluta involuntaria y la máxima de fuerza voluntaria. Sin esta prueba, la prescripción de un entrenamiento pliométrico es azarosa. La oposición de algunos expertos a los entrenamientos pliométricos es en gran medida producto de este tipo de entrenamiento prescrito al azar que puede empeorar el rendimiento y aumentar el riesgo de lesionarse.(10)

Respirar correctamente es importante durante los entrenamientos pliométricos; es vital que el deportista aguante la respiración durante la fase de amortiguamiento y al comienzo de la fase de impulsión con el fin de estabilizar el cuerpo, absorber el choque neumático y aumentar la fuerza de rebote. La exhalación forzada puede acompañar al resto de la fase de impulsión. El calzado y la superficie del suelo no deben ser muy blandos o tener gran capacidad de absorber el choque, ya que ello puede empeorar la estabilidad de los tobillos, disminuir el almacenamiento de energía elástica en el componente elástico en serie y retrasar el desencadenamiento de la reacción auxiliar positiva de los pies al tocar el suelo.(10)

2.2.6.3 Prescripción de ejercicios pliométricos

Se considera que para el diseño de un programa de ejercicios pliométricos es fundamental tener diversas consideraciones sobre el deportista, la primera son las consideraciones previas y como segundo tenemos el diseño y la progresión. (4L)

2.2.6.3.1 Consideraciones Previas

Las consideraciones previas es un apartado donde se identifican los aspectos que determinan la posibilidad de seguir un programa de entrenamiento pliométrico, estos aspectos se manifiestan en indicadores determinantes para realizar un entrenamiento seguro y efectivo. Las consideraciones que debemos tomar en cuenta son la edad, peso corporal, grado de fuerza muscular, resistencia máxima y lesiones previas.(4L)

De acuerdo a las fases sensibles de Acondicionamiento Físico nivel 1, la edad en la que las personas pueden realizar ejercicios pliométricos en función de la maduración biológica del sistema músculo esquelético son aquellas que tengan más de 16 años, 9+ las personas menores pueden realizarlos con ejercicios de baja intensidad, en las personas que por la edad estén aptas para efectuar un programa de ejercicios pliométricos es importante la fuerza muscular.(4L)

Peso corporal, este aspecto determina hasta qué nivel la persona deberá realizar los ejercicios pliométricos y a qué intensidad deberán ser prescritos, en este sentido es importante conocer tanto el peso corporal como su composición corporal necesarios para determinar la carga de entrenamiento que son % de grasa, % muscular, a menor porcentaje de grasa mayor porcentaje masa muscular, con mayor masa muscular las probabilidades de transferencia de las ganancias de fuerza muscular se incrementan considerablemente. (4L)

La resistencia máxima, considerada como indicador condicionante del resultado deportivo en el deporte en competencia. Un excelente desarrollo muscular con un óptimo desarrollo de coordinación intramuscular y sincronización de las unidades motoras ofrece índices de fuerza máxima idóneos para soportar un régimen de trabajo pliométrico y transferir las ganancias de fuerza a la explosividad necesaria en un deporte específico. Para el tren inferior se utiliza como indicador el ejercicio de press de pecho, donde la persona debe levantar el 100% de su peso corporal en una repetición máxima. En el tren inferior el ejercicio de control es la sentadilla

posterior donde se debe levantar el 150% del peso corporal también en una resistencia máxima. (4L)

Y la última de las consideraciones son las lesiones previas, cuando el deportista se somete a un programa de ejercicios pliométricos, el técnico tiene una gran responsabilidad de cerciorarse de todas y cada una de sus lesiones músculo esqueléticas, para evitar la reincidencia durante la práctica de pliometría.(4L)

2.2.6.3.2 Diseño y Progresión

En el diseño de los programa de entrenamiento pliométrico se guía de acuerdo con los siguientes componentes, los cuales debemos usar; el modo, intensidad, frecuencia y progresión. El modo se refiere al tipo de movimientos o ejercicios pliométricos que se utilizarán para el programa de entrenamiento. La intensidad de los ejercicios está determinada por la clasificación de Allerheiligen (1995) aporta de acuerdo a sus investigaciones y que se han ido modificando por la experiencia en España en la aplicación de programas de entrenamiento.(4L) Tabla 1.

Valores de Intensidad	Ejercicios	Intensidad	Repeticiones	Series/ sesiones	Desca./ Series
1	Saltos en profundidad	Máxima	5 – 8	4 – 6	8 – 10 min
2	Saltos en bancos	Submáxima	10 – 15	4 -6	5 – 7 min
3	Saltos en el lugar	Moderada	15 – 25	4 – 6	3 – 5 min

Tabla 1. Tabla de los niveles de intensidad de los ejercicios pliométricos Allerheiligen (1995) modificada por los autores.

La frecuencia se determina por el número de sesiones dedicadas en un ciclo semanal de entrenamiento la cual va de acuerdo con las investigaciones del Dr. Verhoshansky es de 2 a 3 veces por semana, respetando los tiempos de recuperación de los sustratos energéticos para obtener la súper compensación óptima. La progresión en la prescripción del entrenamiento pliométrico es de respetar los niveles de intensidad revisados con anterioridad. La progresión es invariablemente secuenciada desde el nivel más bajo hasta los ejercicios de salto en profundidad con peso. La progresión del entrenamiento pliométrico debe seguir ciertos lineamientos para su adecuada dosificación; es decir se deben cumplir con ciertos requisitos previos antes de iniciar los saltos de profundidad. (4L)

2.2.6.3.3 Pautas para emplear los ejercicios pliométricos

El entrenamiento pliométrico debe estar precedido por un buen calentamiento de los músculos que se ejercitarán con mayor intensidad. Como pauta inicial, la dosis de ejercicios pliométricos no debe exceder 5-8 repeticiones por serie. Hay que dar preferencia a una altura mayor que a un peso más pesado. La fase de amortiguamiento debe tener una duración mínima, aunque suficiente para generar una contracción impulsiva de los músculos. Por lo tanto, la postura inicial en lo que se refiere a los ángulos articulares debe corresponder a la misma posición en la que el movimiento de trabajo comienza en el ejercicio deportivo.(10)

Los periodos de descanso son cruciales para un empleo eficaz y seguro de los ejercicios pliométricos. El intervalo de descanso entre series de ejercicios pliométricos máximos debe ser 10 minutos para el desarrollo de la potencia; mucho más cortos tienen que ser los intervalos de descanso entre los ejercicios pliométricos submáximos para desarrollar la resistencia de la fuerza explosiva. La longitud óptima de los saltos se determina por medio de la forma física del deportista, si bien el deportista debe asegurarse de que desarrolla la suficiente fuerza dinámica sin enlentecer la transición del trabajo excéntrico al concéntrico de los músculos implicados. (10)

Hay que caer en el suelo con las piernas ligeramente flexionadas y los músculos de la zona anterior del pie con una ligera tensión para evitar un choque excesivo. La amortiguación no debe durar mucho y el despegue subsiguiente tiene que ser ejecutado con gran rapidez y con un impulso enérgico de los brazos hacia arriba. Para reproducir un despegue potente al saltar hacia arriba hay que esforzarse con las manos o la cabeza por alcanzar cierta altura señalada con una marca, o para caer en el suelo en un punto dado si el salto es hacia arriba y hacia adelante. Un incremento de la altura o la distancia del salto indican una mejora de la forma física especial, lo cual siempre tiene un efecto positivo sobre el estado emocional del deportista. (10)

Los saltos horizontales requieren una preparación preliminar especial a lo largo de varios meses. Se puede empezar con una altura relativamente baja e incrementarla de forma gradual hasta alcanzar la altura óptima. Hay que empezar con saltos hacia arriba y hacia adelante y, sólo después de haberse entrenado lo suficiente, se pueden hacer saltos estrictamente hacia arriba. Se obtienen buenos resultados con los saltos horizontales cuando se emplea un complejo de saltos verticales. Cada ejercicio se ejecuta en series de 10 repeticiones, con 1-5 minutos de descanso entre las series. El cansancio, el dolor o la sensibilidad dolorosa muscular o tendinosa, así como las lesiones sin terminar de curar, constituyen contraindicaciones para practicar los saltos horizontales.(10)

La dosis óptima de saltos horizontales con un despegue vertical enérgico dentro de una sesión de entrenamiento no debe exceder 4 series de 10 saltos cuando se trate de deportistas bien entrenados, y 23series de 5-8 saltos cuando sean deportistas menos preparados. Hay que hacer ejercicios de relajación y carreras suaves durante 10-15 minutos entre las series. Los saltos horizontales ejecutados con un volumen adecuado se practicarán una o dos veces por semana dentro de las sesiones dedicadas al entrenamiento de la fuerza especial. La altura óptima de un salto horizontal no es aquella en la que el impulso obliga a caer en el suelo sobre los talones. (10)

Además de incluir saltos horizontales, estas sesiones pueden incluir ejercicios localizados para otros grupos musculares, así como ejercicios para el desarrollo físico general ejecutados con un pequeño volumen. Los deportistas bien preparados pueden realizar saltos horizontales tres veces por semana con 2 series de 10 saltos al acabar el entrenamiento técnico del deporte que practiquen. Los saltos horizontales producen una estimulación poderosa del sistema nervioso, por lo que deben realizarse 3-4 días antes de una sesión de entrenamiento técnico. Las sesiones dedicadas a la preparación física general con el mismo volumen de trabajo deben realizarse después de los entrenamientos con saltos horizontales. (10)

Los saltos horizontales ocupan un puesto fundamental en la segunda mitad del periodo preparatorio del ciclo anual. Sin embargo, también pueden servir para mantener el nivel alcanzado de fuerza especial durante el periodo de competición. Durante este periodo se deben realizar sólo cada 10-14 días, pero nunca dentro de los 10 días previos a una competición. (10)

Un ejercicio pliométrico submáximo inicial consiste en dar saltos en el mismo sitio con una frecuencia cómoda para el deportista y en unas cuantas series de 25 repeticiones. Esto le permite al deportista desarrollar sensibilidad al ritmo, una longitud óptima de flexión articular y coordinación de rebote. Luego se pueden sustituir estos saltos verticales por otros hacia delante, hacia atrás, hacia los lados y en zigzag. A continuación, el deportista debe intentar ejecutar saltos verticales tan rápido como le sea posible en unas cuantas series de unas 20 repeticiones. (10)

La postura de la cabeza y la dirección de la vista desempeñan un papel importante a la hora de controlar el salto horizontal. Si se flexiona la cabeza hacia abajo para mirar al suelo antes de saltar, se altera el ritmo y se produce una contracción muscular inadecuada. Igualmente, si no se levanta la cabeza hacia arriba al saltar, no alcanzaremos la altura máxima. Al ejecutar un salto horizontal desde una caja, tenemos que caer relajados y no en tensión. (10)

Lo que importa a la hora de desarrollar la fuerza explosiva y la capacidad reactiva no es la cantidad sino la calidad de los ejercicios pliométricos. Los patrones respiratorios inadecuados reducen la eficacia de los ejercicios. En concreto, hay que aguantar la respiración y nunca exhalar el aire durante la fase de contacto o durante cualquier otra fase en la que se produzca un esfuerzo máximo. Exhalar el aire durante la fase de aterrizaje de los saltos horizontales reduce la estabilidad general e incrementa la carga sobre la columna vertebral. (10)

Antes de que un deportista practique los saltos horizontales, debe aprender las técnicas de los saltos normales. Es importante que adquiera competencia en el empleo de un ritmo lumbar-pélvico correcto, al igual que el que se emplea en las cargadas con sacudida o en las arrancadas de fuerza desde el suelo. Hay que ser muy precavidos al realizar cualquier tipo de salto horizontal con impulso sobre una sola pierna, cambios de dirección o variaciones complejas, ya que el riesgo de lesionarse es mucho mayor. La técnica de estos movimientos debe aprenderse con niveles progresivamente superiores de complejidad e intensidad antes de intentar saltos máximos. (10)

Para que la integración de los saltos horizontales en un programa de entrenamiento tenga éxito es preciso que no interfieran con el efecto retardado del entrenamiento logrado con el trabajo de fuerza previo. Hay que señalar que el empleo de saltos horizontales como medio de estimulación puede retrasar este efecto de 5 a 6 días. Hay que hacer hincapié en que los saltos horizontales no son un tipo de entrenamiento básico que puedan realizar deportistas poco habituados a movimientos explosivos o de contrarresistencia fuerte. (10)

Como las acciones pliométricas comprenden una fase concéntrica poderosa, es útil mejorar en los inicios la capacidad de salto sin impulso y sin exponerse a esfuerzos musculotendinosos con impulso. En este sentido, puede ser útil practicar saltos verticales y horizontales sin impulso, con

intentos permanentes por aumentar la distancia o la altura sin un impulso dinámico preliminar. La prueba habitual de salto vertical se emplea a veces como ejercicio, progresando desde un comienzo estático con las rodillas flexionadas a un comienzo dinámico flexionando las rodillas y lanzando los brazos hacia arriba vigorosamente.(10)

Parece ser que la consideración principal para mejorar la fuerza no es el tipo de contracción muscular desarrollada, sino la intensidad y la velocidad de contracción que el ejercicio exterioriza. Siempre hay que tener presente el alto riesgo de sufrir lesiones por sobrecarga relacionadas con caídas desde alturas elevadas, por lo que es importante aumentar la altura de las caídas gradualmente y partiendo de niveles bajos; limitar el número de caídas por sesión; aterrizar sobre superficies convenientemente firmes y que absorban los choques, y prestar cuidadosa atención a la técnica de aterrizaje.(10)

El método pliométrico para desarrollar la fuerza explosiva y la capacidad reactiva resuelve hasta cierto punto el problema de economizar los entrenamientos, puesto que asegura la consecución de un alto nivel de acondicionamiento especial en un tiempo mínimo. Los programas de entrenamiento explosivo periodizados cuidadosamente y que combinan ejercicios de resistencia con ejercicios pliométricos desarrollan la fuerza explosiva incluso con mayor eficacia que los ejercicios pliométricos solos, siempre y cuando los movimientos de resistencia precedan a las actividades pliométricas en las sesiones individuales.(10)

Así pues, las investigaciones y la experiencia práctica proporcionan pruebas sólidas de que los métodos pliométricos deben ocupar un lugar prominente en los entrenamientos para desarrollar la fuerza explosiva y la capacidad reactiva. Sin embargo, es necesario elaborar el método en conjunto y teniendo en cuenta el nivel de capacidad física del deportista, el estadio del ciclo de entrenamiento anual y multianual; luego hay que estipular la combinación específica correcta, así como la secuencia y continuidad de los métodos y medios empleado.(10)

En estadios subsiguientes, los ejercicios pliométricos deben ser el método principal para el entrenamiento de deportistas altamente capacitados que desarrollan la fuerza explosiva y la capacidad reactiva.(10)

2.2.6.4 Ejercicios pliométricos sin impacto

La pliometría se ha convertido en sinónimo de saltos horizontales y lanzamientos con balones medicinales: es decir, actividades en las que se produce un contacto impulsivo entre las extremidades del cuerpo y el suelo u otro objeto, Hasta en Rusia, donde nació la pliometría científica, se ha hecho hincapié casi por completo en aquellas acciones que ejercen algún tipo de carga de impacto sobre el cuerpo. También hay que decir que toda acción con carreras, saltos u otras acciones balísticas comprenden una fase de actividad pliométrica, por lo que los contactos de partes del cuerpo con alguna superficie parecen ser el denominador común que fundamenta todo ejercicio pliométrico.(10)

Sin embargo, ésta no es la única forma de generar acciones pliométricas. Como ya se dijo con anterioridad, todas las actividades pliométricas hasta el momento empleadas en el mundo deportivo son de la variedad con impacto. La existencia de una variedad sin impacto fue descubierta cuando uno de los investigadores (Sift) empleó una plata forma de contactos y contrarresistencia para analizar biomecánicamente el sistema de preparación física con ejercicios en el suelo desarrollado por Lisa Ericson en Denver, Colorado. Esta mujer atrajo la atención mundial por sus clases de aeróbic sentado, que desarrolló después de haberse quedado paralítica. Antigua patinadora profesional, se decidió a explorar y desarrollar las posibilidades de las actividades físicas con pacientes de médula espinal, y creó un sistema de rehabilitación con ejercicios que genera mejoras muy significativas en el control motor, en la fuerza y la hipertrofia sin usar pesos u otras máquinas de contrarresistencia.(10)

Después de un calentamiento largo asegure que los brazos están preparados para soportar la fase principal de gran intensidad, se inician y

terminan los movimientos explosivos subsiguientes en series de secuencias ininterrumpidas que habitualmente cambian su forma y dirección para evitar el cansancio excesivo, la habituación o las lesiones. Este sistema recluta de forma dinámica y poderosa el reflejo miotático de los músculos agonistas y antagonistas con una amplitud de movimiento tan amplia como sea posible.(10)

El sistema de Ericson se puede categorizar como una pliometría sin impactos porque cumple todos los requisitos de la pliometría tal y como fue originalmente concebida por Verkhoshansky. La actividad verdaderamente pliométrica comprende una acción balística que concluye rápidamente con una contracción muscular isométrica explosiva y excéntrica, seguida de inmediato por una retirada concéntrica poderosa mediada por el reclutamiento del reflejo miotático y aumentada por la liberación de energía elástica almacenada en los tejidos conectivos del complejo músculotendinoso. (10)

El sistema desarrollado por Ericson recuerda en muchos sentidos a alguno de los métodos de entrenamiento empleados en el karate consistentes en practicar puñetazos, patadas y golpes secos y explosivos, o a algunas de las actividades del entrenamiento de boxeo, como hacer sombra o golpear la pera. En el karate, los miembros se proyectan hacia afuera con gran potencia y vuelven a su posición inicial con una acción similar a un latigazo, listos para la siguiente repetición. (10)

En las artes marciales, el número de repeticiones es relativamente escaso y éstas están separadas por intervalos muy cortos entre ellas, mientras que en el sistema de Ericson se efectúan muchas repeticiones sin pausa. El puñetazo de karate es como un latigazo que, aunque obliga al brazo a volver a su punto de partida inmediatamente, sin embargo hace contacto con la diana durante un instante, suficiente para disipar gran parte de la energía elástica almacenada en los tejidos conectivos. La fase de transición entre las fases excéntrica y concéntrica del sistema de Ericson suele ser más corta

que en el karate y, por tanto, mantiene niveles altos de tensión muscular durante periodos prolongados. (10)

La transición más corta y el mayor número de repeticiones continuas del sistema de Ericson, explica probablemente las diferencias en el desarrollo funcional y estructural entre este sistema y el del karate. Las implicaciones del sistema de Ericson en el entrenamiento deportivo son muchas. Las actividades pliométricas tradicionales a menudo han sido criticadas porque todas comprenden grandes fuerzas de impacto producidas durante el contacto explosivo de partes del cuerpo con una superficie u objeto. El sistema de Ericson elimina la necesidad del contacto con impulso contra una superficie dura y disminuye drásticamente la intensidad de las ondas de choque que los movimientos explosivos bidireccionales transmiten a las articulaciones y a todo el sistema neuromuscular.(10)

La mayoría de los movimientos de Ericson realizados en las clases de condición física se podrían clasificar con precisión como ejercicios pliométricos submáximos, igual que los ejercicios normales con rebotes repetitivos saltando obstáculos o con balones medicinales. Realizados como movimientos únicos y concentrados, se convierten en ejercicios pliométricos sin impacto máximos. Como los saltos horizontales comprenden la proyección de toda la masa corporal, los ejercicios pliométricos con impacto máximos por lo general aumentan la tensión muscular en mayor medida que los movimientos sin impacto equivalentes de los músculos extensores de piernas y caderas.(10)

Sin embargo, los ejercicios pliométricos máximos sin impacto, al igual que los ejercicios pliométricos con impacto, pueden servir de herramienta preparatoria para la pliometría con impacto máxima, para mejorar otras capacidades funcionales y estructurales o para ofrecer selectivamente un entrenamiento pliométrico para ciertos grupos musculares y evitar agotar innecesariamente toda la musculatura. Estas capacidades pueden incluir la fuerza, la hipertrofia muscular, la resistencia muscular.(10)

Los incrementos significativos de la fuerza, resistencia de fuerza velocidad e hipertrofia (que no son simplemente el resultado de impulsar las sillas de ruedas) logrados por Ericson y sus deportistas en silla de ruedas ponen de manifiesto que todavía queda mucho por descubrir sobre los métodos y consecuencias de los distintos tipos de entrenamiento de resistencia. (10)

Hasta ahora se consideraba bastante precisa la afirmación de que la mejor forma de aumentar la fuerza y la potencia era con pocas repeticiones de gran intensidad, mientras que para aumentar la hipertrofia había que realizar repeticiones con un 65-85% de 1 RM. Los ejercicios pliométricos se incluyen tradicionalmente en este esquema como un medio para mejorar la fuerza velocidad.(10)

A partir de los cambios observados en los pacientes de Ericson, parece ser que hasta los ejercicios pliométricos deben ser examinados en el contexto de la naturaleza, duración y patrones de movimiento de las series y repeticiones, ya que pueden usarse para mejorar otras capacidades físicas y no sólo la fuerza velocidad. Su sistema de ejercicios pliométricos sin impacto ofrece un elemento seguro más al campo de los ejercicios pliométricos deportivos y del aeróbico es potencialmente beneficioso para cualquier deportista que requiera niveles altos de potencia y resistencia en la parte superior del cuerpo, y aumenta en gran medida el poco inspirado repertorio de técnicas de rehabilitación de brazos que, dentro de la fisioterapia convencional, se suele ofrecer a los clientes lesionados o pacientes con lesiones en la columna. (10)

El mundo del aeróbico ha etiquetado erróneamente los movimientos rápidos de salto y aterrizaje con el nombre de ejercicios pliométricos aerobios, aunque éstos, a diferencia de los movimientos diseñados por Ericson, no cumplan en modo alguno la definición de ejercicio pliométrico. Resulta evidente que los practicantes de aeróbico, al igual que quienes dirigen el acondicionamiento de la fuerza, tienen mucho que aprender de

este innovador sistema pliométrico sin impacto desarrollado por una deportista con imaginación sentada en una silla de ruedas.(10)

2.2.6.5 Beneficios conseguidos para el músculo

La característica principal del método pliométrico es un paso rápido del estiramiento a la contracción muscular en condiciones de sobre carga externa elevada. La fase de estiramiento provoca almacenamiento de un tipo de energía elástica potencial que es transformada en energía cinética durante el proceso de contracción; además, activa el reflejo miotático. (5L)

El músculo se adapta a una contracción más rápida durante el ciclo estiramiento acortamiento, más que con cualquier otro método. El umbral de excitabilidad de las unidades motrices disminuye y más unidades motrices pueden ser reclutadas. Adapta a los músculos para alcanzar una fuerza máxima en un periodo de tiempo lo más corto posible, a través de garantizar un desarrollo rápido del máximo impulso dinámico de la fuerza. (5L)

En definitiva el entrenamiento con ejercicios pliométricos permite un tipo de adaptación funcional cuyos resultados para el músculo serán un aumento en la fuerza y velocidad de contracción, lo que generara en definitiva un aumento en la potencia desarrollada por el músculo. Una vez que hemos considerado los aspectos inherentes a la técnica del ejercicio pliométrico y comprendimos su dinámica, llamaremos la atención sobre esta técnica como un método para activar el reflejo de estiramiento. (5L)

Los fisioterapeutas utilizamos el reflejo de estiramiento como una técnica para lograr mejorar la contracción del músculo, en especial aquellos que no tienen la fuerza necesaria para contraerse en contra de la gravedad: en forma manual elongamos un músculo o grupo muscular y solicitamos su inmediata contracción; pensemos por un instante que este método de facilitación muscular esta utilizando los mismos principios del ejercicio pliométrico y por lo tanto la respuesta muscular va a ser idéntica, esto también nos obliga a pensar que la longitud optima para realizar esta técnica

en un músculo será aquella en la cual exista la mayor posibilidad de relación entre los componentes actina- miosina. (5L)

2.2 Aspectos legales

Art. 42.- El Estado garantizará el derecho a la salud, su promoción y protección, por medio del desarrollo de la seguridad alimentaria, la provisión de agua potable y saneamiento básico, el fomento de ambientes saludables en lo familiar, laboral y comunitario, y la posibilidad de acceso permanente e ininterrumpido a servicios de salud, conforme a los principios de equidad, universalidad, solidaridad, calidad y eficiencia.

Art. 43.- Los programas y acciones de salud pública serán gratuitos para todos. Los servicios públicos de atención médica, lo serán para las personas que los necesiten. Por ningún motivo se negará la atención de emergencia en los establecimientos públicos o privados.

El Estado promoverá la cultura por la salud y la vida, con énfasis en la educación alimentaria y nutricional de madres y niños, y en la salud sexual y reproductiva, mediante la participación de la sociedad y la colaboración de los medios de comunicación social.

Adoptará programas tendientes a eliminar el alcoholismo y otras toxicomanías.

Art. 44.- El Estado formulará la política nacional de salud y vigilará su aplicación; controlará el funcionamiento de las entidades del sector; reconocerá, respetará y promoverá el desarrollo de las medicinas tradicional y alternativa, cuyo ejercicio será regulado por la ley, e impulsará el avance científico-tecnológico en el área de la salud, con sujeción a principios bioéticos.

Art. 45.- El Estado organizará un sistema nacional de salud, que se integrará con las entidades públicas, autónomas, privadas y comunitarias del

sector. Funcionará de manera descentralizada, desconcentrada y participativa.

Art. 46.- El financiamiento de las entidades públicas del sistema nacional de salud provendrá de aportes obligatorios, suficientes y oportunos del Presupuesto General del Estado, de personas que ocupen sus servicios y que tengan capacidad de contribución económica y de otras fuentes que señale la ley.

La asignación fiscal para salud pública se incrementará anualmente en el mismo porcentaje en que aumenten los ingresos corrientes totales del presupuesto del gobierno central. No habrá reducciones presupuestarias en esta materia.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 Tipo de Estudio

Esta investigación va a usar un tipo de estudio descriptivo, cualitativo y prospectivo. Descriptivo por que se va a observar actualmente los hechos, fenómenos y casos. Este estudio se ubica en el presente, pero no solo se limita a la simple recolección y tabulación de datos, sino que procura la interpretación racional y el análisis objetivo de los mismos. Se va a obtener la información directamente de la realidad. Su innegable valor reside en que a través de ellos el investigador puede cerciorarse de las verdaderas condiciones en que se han conseguido sus datos, haciendo posible su revisión o modificación en el caso de que surjan dudas respecto a su calidad. Esto, en general, garantiza un mayor nivel de confianza para el conjunto de la información obtenida. (13)

La metodología cualitativa, como indica su propia denominación, tiene como objetivo la descripción de las cualidades de un fenómeno, en la investigación presente se va a describir los beneficios que nos brindan los ejercicios pliométrico dentro del entrenamiento diario de los estudiantes. Además el estudio es prospectivo porque comprende la elaboración de un Artículo Científico, orientado a mejorar el rendimiento físico de los estudiantes del Instituto de Educación Física de la UTN, que se va a presentar como propuesta; con el propósito de contribuir a la solución de la problemática existente, como son las lesiones deportivas frecuentes que afectan el rendimiento de los estudiantes.

3.2Diseño

El diseño de estudio es transversal y no experimental. Transversal porque se va a trabajar antes y después con un solo grupo, pero durante un tiempo muy corto, el objeto en estudio queda constituido por un grupo social como son el 5to semestre "A" y "B", ya que presentan las características principales de la población a tratar. La investigación se interesa en conocer y comprobar la frecuencia de lesiones deportivas de los alumnos del Instituto de Educación Física. Hay que tomar en cuenta una consideración importante, como es que en la bibliografía se establece que una de las lesiones deportivas más frecuentes son los desgarros musculares. Por ello se tomo un grupo de estudiantes que están realizando actividad física constante en tiempo determinados, se va evaluar su condición física al inicio. Luego introduciremos el programa de ejercicios pliométricos, para después volver a medir las condiciones físicas del grupo y la frecuencia de sus posibles lesiones.(13)

Y no experimental porque, en está investigación no se manipula intencionalmente las variables independientes. En esta investigación no experimental se va a observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. Los sujetos son observados en su ambiente natural, en su realidad.

VARIABLES DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERATIVA	DIMENSIONES	INDICADORES
Desgarros Musculares	<p>Un desgarro muscular o tirón muscular es una rotura parcial o completa de las fibras musculares a causa de un fuerte impacto (lesión traumática).</p> <p>Además de verse afectadas las fibras musculares, también pueden verse afectadas las estructuras circundantes como el tejido conjuntivo que rodea los vasos sanguíneos</p>	Lesión en la que las fibras del músculo sufren una ruptura.	Grado 1	Molestia ligera tumefacción mínima, movilidad completa.
			Grado 2	Palpación en la zona afectada dolorosa, tumefacción y una pérdida de movilidad.
			Grado 3	Defecto notable y amplio en la fibra muscular. Menor capacidad de movilidad y carga que en el grado 2, dolor más intenso.

3.4 Identificación de la Población

3.4.1 Población

En esta investigación el universo está compuesto por un número de 250 estudiantes que conforman los diferentes semestres del Instituto, por lo que es prácticamente imposible valorar a cada uno de los estudiantes que son parte del universo; por razones de tiempo y de costos. Además no es en realidad imprescindible, examinar cada una de las unidades que lo componen. Tomaría demasiado tiempo trabajar con cada uno de los estudiantes que conforman el Instituto de Educación Física de la UTN. En vez de realizar esa ardua tarea se procede a extraer una muestra de ese universo, o sea un conjunto de unidades, una porción del total, que nos represente la conducta del universo en su conjunto. Una muestra, en un sentido amplio, no es más que eso, una parte del todo que se llama universo y que sirve para representarlo. Se reduce a un sector mucho más pequeño de la realidad, pero éste se puede abordar con mayor precisión y seguridad. (13)

3.4.2 Muestra

Muestras por conglomerados, esta técnica tiene utilidad cuando el universo que se requiere estudiar admite su subdivisión en universos menores como los semestres o cursos partes del Instituto de Educación Física de características similares a las del universo total. En este caso es posible emplear este tipo de selección de la muestra, se procede a subdividir el universo en un número finito de conglomerados y, entre ellos, se pasa a escoger algunos que serán los únicos que se procederá a investigar.(13) Esta elección se realizó por el método del azar simple por lo que se eligió a los semestres 5to "A" y 5to "B" del Instituto de Educación Física los que proporcionaron una muestra de 45 estudiantes.

3.5 Métodos de Investigación

El método Inductivo es un proceso analítico – sintético mediante el cual se parte del estudio de casos, hechos o fenómenos particulares, en este caso se va a trabajar directamente con los estudiantes del Instituto de Educación Física, ya que este grupo presenta todas las condiciones necesarias para la investigación, como principal, el hecho de que ellos se encuentran en constante actividad física y por lo tanto en alto riesgo de sufrir lesiones deportivas. Este método busca que a partir del estudio de casos particulares se llegue al descubrimiento de un principio general que los rige. Es decir, que a partir del estudio de cada uno de los integrantes de la muestra, se va a establecer un programa de ejercicios pliométricos que sean empleados por todos los integrantes del Instituto de Educación Física de la (Universidad Técnica del Norte) UTN.

Se va a observar a los estudiantes, aplicar la técnica que se propone para disminuir las lesiones deportivas, se aplica valoraciones físicas antes y después de aplicada la técnica propuesta y por último se va a generalizar el programa pliométrico para toda la población.

3.6 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

TÉCNICAS

Es el conjunto de reglas y procedimientos que permiten obtener la información necesaria para establecer la relación con el objeto o sujeto de la investigación en nuestro caso con los estudiantes del Instituto de Educación Física de la UTN.

- Test muscular de miembro inferior
- Obtención del peso
- Obtención de la talla
- Obtención del IMC (índice de masa corporal)
- Obtención de la RM (resistencia máxima)

INSTRUMENTOS

Son los mecanismos que se va utilizar para recolectar y registrar la información: cuestionario, formato de valoración física que consta de todos los parámetros utilizados anteriormente, enfatizando que se va a usar al test de Daniels para evaluar grados de fuerza muscular. (3)

El cuestionario es uno de los instrumentos empleados, el que consiste en obtener información de los sujetos en estudio; información proporcionada por ellos mismos, sobre opiniones, conocimientos, actitudes o sugerencias. De acuerdo a las necesidades, características y el número de la población del proceso investigativo, se eligió aplicar el cuestionario como instrumento para la recolección de datos en la investigación. La ventaja principal de tal procedimiento reside en la gran economía de tiempo y personal que implica, puesto que los cuestionarios son entregados directamente a grupos reunidos al efecto. (13)

Otra ventaja es que la calidad de los datos obtenidos se incrementa pues, al desaparecer la situación de interacción, se eliminan las posibles distorsiones que la presencia del entrevistador puede traer, ya sea por la forma de hablar, de enfatizar palabras u oraciones, de dirigir inconscientemente las respuestas, o ya sea por su misma presencia física, que puede retraer o inhibir al entrevistado.(13)

3.7 Estrategias

La primera acción a realizar es la aplicación de las encuestas a los estudiantes del 5to semestre "A" y "B" del Instituto. Obtenidos estos resultados se procede a realizar una valoración física inicial a cada uno de los estudiantes que conforman estos dos paralelos. Los datos que se toman en cuenta son: el peso, talla, el índice de masa corporal (IMC), la resistencia máxima (RM), 70% resistencia máxima (RM) y una valoración de la fuerza de los grupos musculares que comprenden el miembro inferior. Posteriormente se va a iniciar la aplicación de los ejercicios pliométricos, dando a los estudiantes una explicación breve de lo se va a realizar.

Ya en la aplicación de los ejercicios pliométricos, todos los días se va a iniciar realizando una serie de estiramientos para miembro inferior que van a duran 10 min, seguido a estos estiramientos se realizo 10 min más de calentamiento general. Luego, que los estudiantes se encuentren listos, se inicia con la técnica pliométrica. En los primero días se va a iniciar con ejercicios isométricos de cuádriceps, estos ejercicios deben tener un período de contracción mínimo para que se los considere ejercicios pliométricos.

Otro ejercicio de inicio, es presionar las puntas de los pies contra la pared, al igual que el anterior, el período de contracción debe ser el mínimo y por último en el mismo día se realizo saltos en el mismo lugar sin desplazamientos, estos saltos no deben durar más de 0, 15 seg, para considerarlos dentro de este tipo de ejercicios, de cada uno de estos ejercicios se va a realizar 4 series de 10 repeticiones con intervalos de descansos entre cada serie de 5 min. Y para terminar, se realizó estiramientos con el fin de evitar molestias. Se va a trabajar con los estudiantes de cada semestre, cinco días a la semana con entrenamientos que duran aproximadamente entre 40 – 50 min. Considerando la evolución de los estudiantes se ira aumentando progresivamente otro tipo de ejercicios más complejos, además se aumenta el número las series y disminuye los descansos.

En el momento que los jóvenes dominen estos ejercicios básicos, se añade saltos con desplazamientos, hacia adelante, atrás, hacia los lados y en zigzag. Posterior a estos ejercicios, se realiza saltos de obstáculos, como troncos de madera, llantas o los dos a la vez, vamos a intercalar saltos con skipping o correr en puntas en forma acelerada. De estos ejercicios se realizaran 5 series de 15 repeticiones, con descansos entre series de 5 min. Ya para el final vamos a realizar saltos hacia adelante hacia atrás y los lados con una sola pierna, esto ejercicios se los realiza al final ya que la carga en la pierna apoyada va a ser mayor y solo pueden realizarse cuando el cuerpo este preparado.

Es de suma relevancia el conocimiento de que todos estos ejercicios se realizaron en un terreno de césped al ras y con toda la implementación deportiva necesaria para comodidad de los estudiantes, por ejemplo cada estudiante debía usar ropa deportiva, como implementos para realizar los ejercicios usamos llantas, troncos de madera, pelotas. El tiempo de aplicación de la técnica de ejercicios pliométricos tuvo una duración de un mes.

3.8 Cronograma de Trabajo

ACTIVIDADES	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost	Sept	Oct	Nov	Dic
Recopilación de Información									
Revisión Bibliográfica									
Construcción del Marco Teórico									
Aplicación de la encuesta y valoración física									
Aplicación de los ejercicios pliométricos en la UTN									
Procesamiento y análisis de la información									
Revisión del primer borrador									
Corrección del primer borrador									
Elaboración del informe final									
Presentación de la tesis									

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

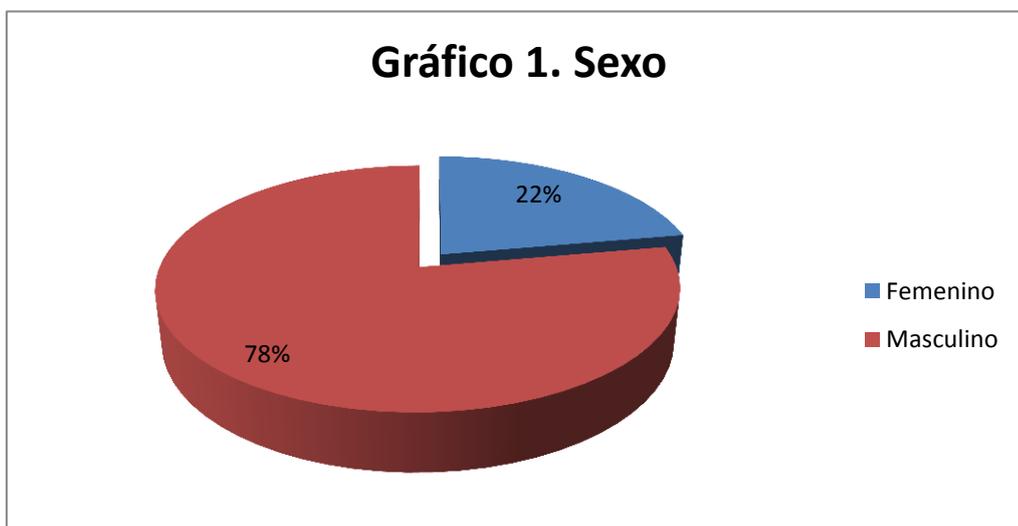
4.1. Análisis e interpretación de datos Cuestionario

SEXO

4.1.1. Sexo predominante en los estudiantes:

Tabla 1.

Datos	f	%
Femenino	10	22,22%
Masculino	35	77,78%
	45	100%



Fuente: Encuesta

Elaboración: Autoras

Análisis:

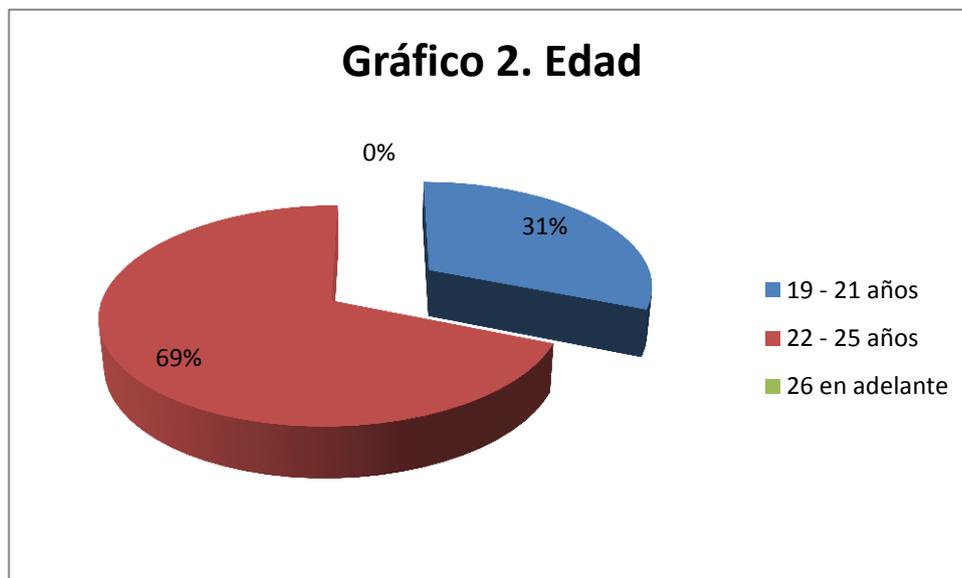
El 78% de la muestra con la que se está trabajando son estudiantes de sexo masculino mientras que tan solo el 22% corresponde al sexo femenino, es decir la mayor parte de los estudiantes dentro del estudio son hombres.

EDAD

4.1.2 Edad:

Tabla 2.

Datos	f	%
19 - 21 años	14	31,11%
22 - 25 años	31	68,89%
26 en adelante	0	0,00%
	45	100%



Fuente: Encuesta

Elaboración: Autoras

Análisis:

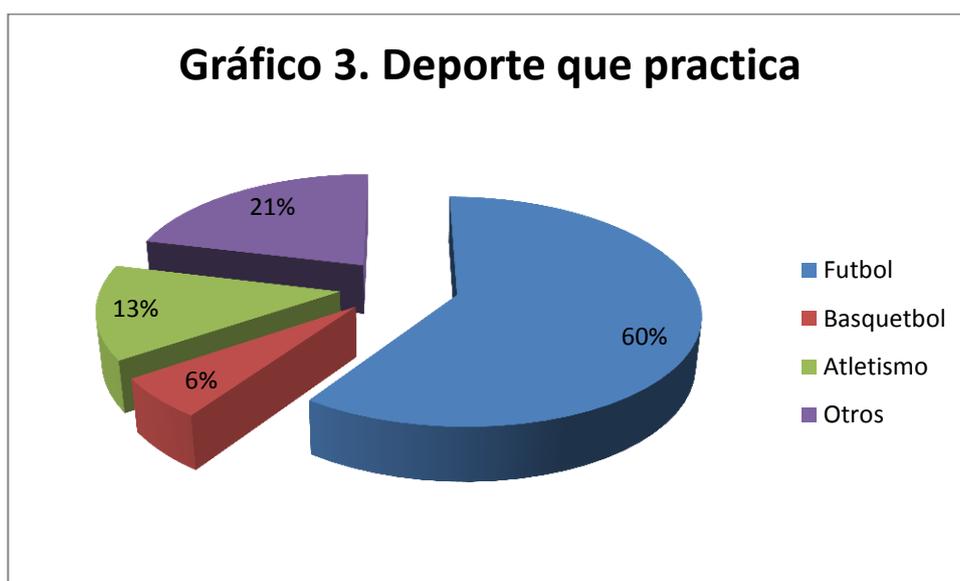
La edad es un factor sumamente importante en la aplicación de ejercicios pliométricos, en este caso los estudiantes se mantienen dentro de los parámetros necesarios. Como se observó el 69% de los estudiantes comprenden edades entre 22 – 25 años, el 31% comprende edades entre 19 – 21 años y no se encontró estudiantes mayores de 26 años.

DEPORTES

4.1.3 ¿Qué deporte practica usted?

Tabla 3.

Datos	f	%
Fútbol	31	59,62%
Basquetbol	3	5,77%
Atletismo	7	13,46%
Otros	11	21,15%
	52	100%



Fuente: Encuesta

Elaboración: Autoras

Análisis:

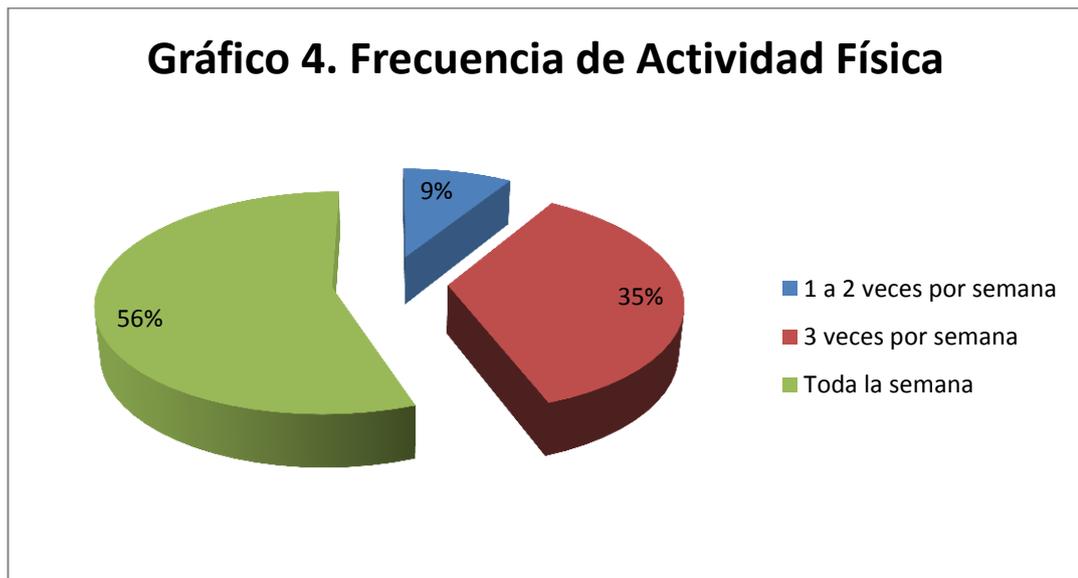
Se seleccionó los deportes más comunes entre ellos fútbol, basquetbol, atletismo y otros. El deporte que más se practica en los estudiantes es el fútbol con un 60%, le sigue otros deportes con el 21%, atletismo corresponde el 13% y como último tenemos el basquetbol con un 6%.

SESIONES POR SEMANA

4.1.4 ¿Cuántas veces a la semana realiza actividad física?

Tabla 4.

Datos	f	%
1 a 2 veces por semana	4	8,89%
3 veces por semana	16	35,56%
Toda la semana	25	55,56%
	45	100%



Fuente: Encuesta

Elaboración: Autoras

Análisis:

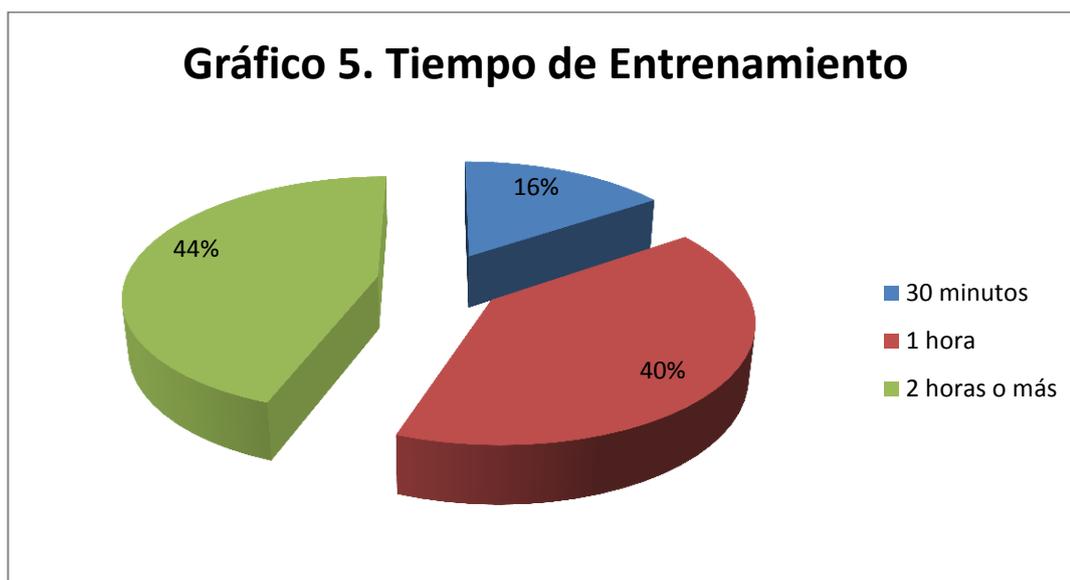
El 56% de los estudiantes realizan actividad física durante toda la semana, el 35% realizan actividad física tres veces por semana y tan solo el 9% realizan actividad entre 1 a 2 veces por semana.

TIEMPO DE ENTRENAMIENTO

4.1.5 ¿Cuánto tiempo se demora su práctica deportiva?

Tabla 5.

Datos	f	%
30 minutos	7	15,56%
1 hora	18	40,00%
2 horas o más	20	44,44%
	45	100%



Fuente: Encuesta

Elaboración: Autoras

Análisis:

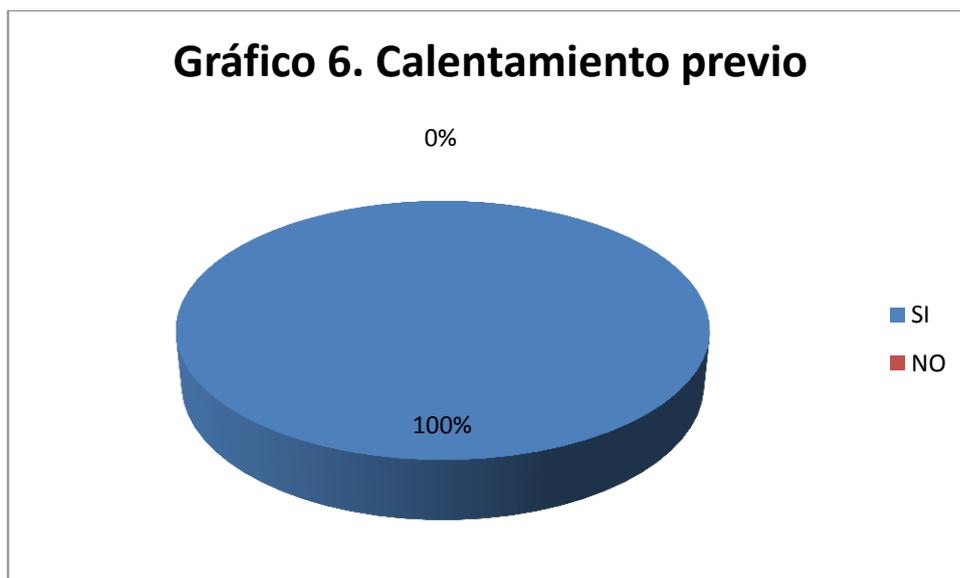
En relación a los datos, el 44% realizan actividad física por dos horas o más al día, el 40% entrenan un tiempo de una hora mientras que tan solo el 16% realizan ejercicio por treinta minutos.

PRECALENTAMIENTO

4.1.6 ¿Realiza algún tipo de calentamiento previo a su práctica deportiva?

Tabla 6.

Datos	f	%
SI	45	100,00%
NO	0	0,00%
	45	100%



Fuente: Encuesta

Elaboración: Autoras

Análisis:

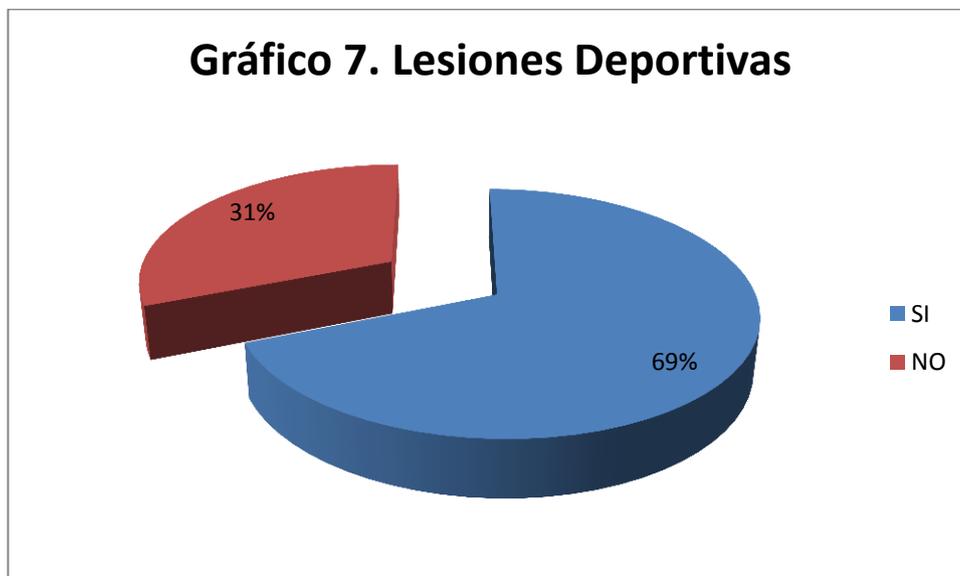
Los datos recolectados indican que el 100% de los estudiantes realizan calentamiento previo a ejecutar su entrenamiento diario.

LESIONES DEPORTIVAS

4.1.1.7 ¿Ha tenido una lesión deportiva?

Tabla 7.

Datos	f	%
SI	31	68,89%
NO	14	31,11%
	45	100%



Fuente: Encuesta

Elaboración: Autoras

Análisis:

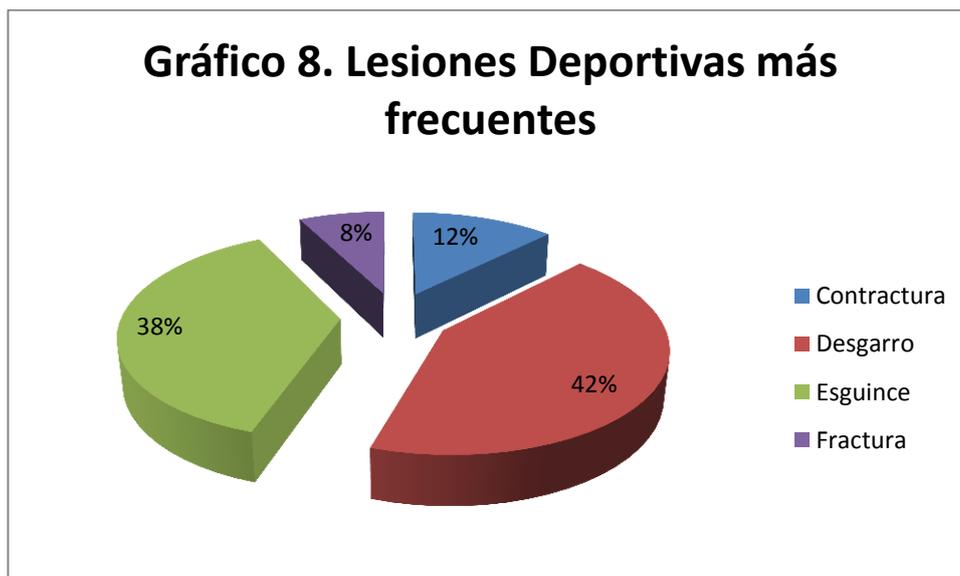
Una cifra de vital importancia es esta, que indica que el 69% de los estudiantes han sufrido una lesión deportiva mientras que el 31% no han sufrido lesión alguna.

LESIONES DEPORTIVAS FRECUENTES

4.1.1.8 ¿Qué tipo de lesión sufrió?

Tabla 8.

Datos	f	%
Contractura	5	12,50%
Desgarro	17	42,50%
Esguince	15	37,50%
Fractura	3	7,50%
	40	100%



Fuente: Encuesta

Elaboración: Autoras

Análisis:

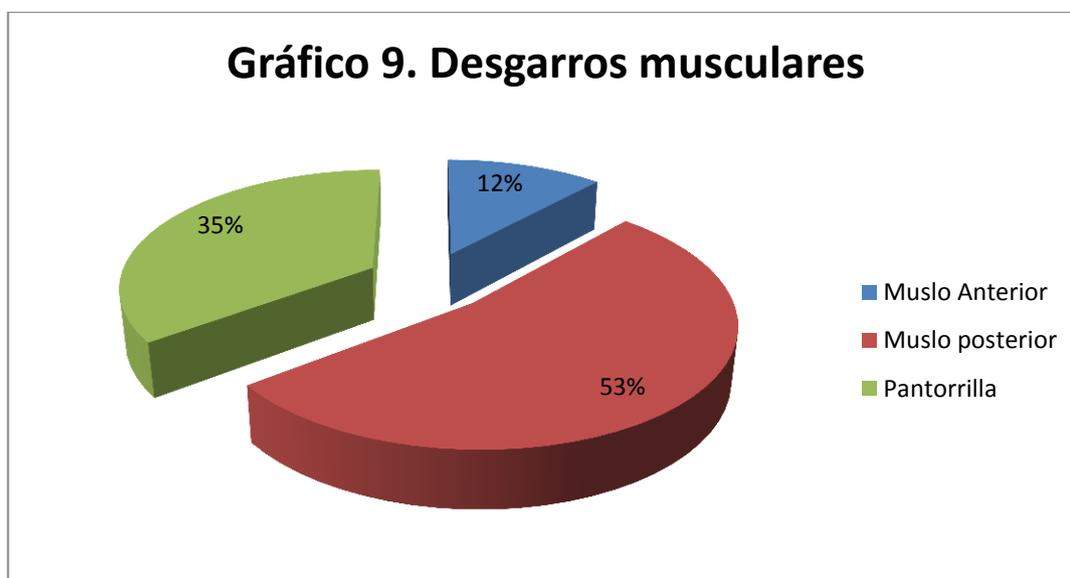
El cuestionario realizado indica que la lesión deportiva que ocurre con más frecuencia en miembro inferior son los desgarros musculares, seguido muy de cerca por los esguinces con un 38%, mientras que un 12% se encuentra representado por las contracturas y como último las fracturas con un 8%.

DESGARROS MUSCULARES

4.1.1.9 ¿Si usted sufrió un desgarro, señale la zona que se lesiono?

Tabla 9.

Datos	f	%
Muslo Anterior	2	11,76%
Muslo posterior	9	52,94%
Pantorrilla	6	35,29%
	17	100%



Fuente: Encuesta

Elaboración: Autoras

Análisis:

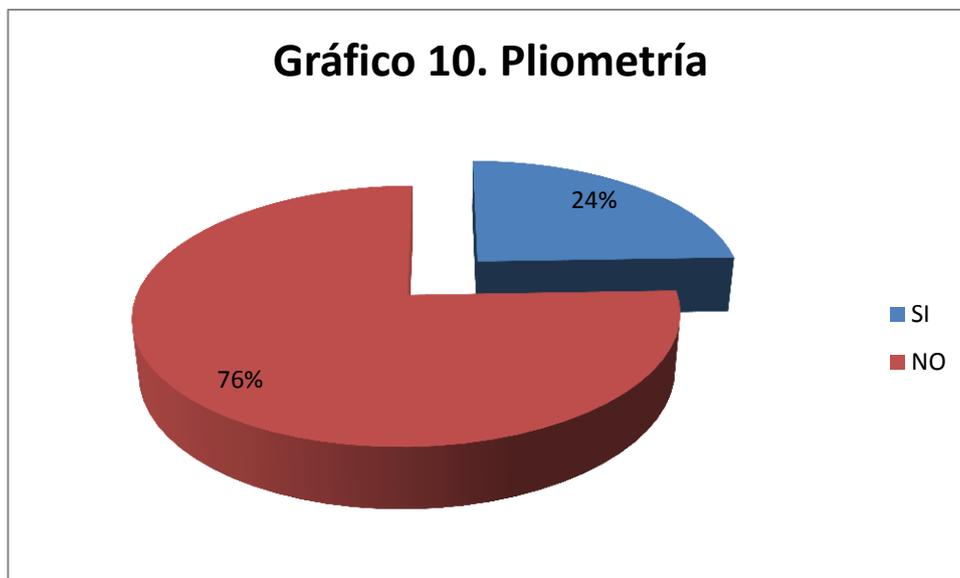
Se observó que los desgarros musculares es una lesión deportivas frecuente, además se cuestiono cual es la zona más afectada por estas lesiones, obteniendo los siguientes resultados. El 53% de los desgarros musculares en los estudiantes del Instituto de Educación Física de la UTN ocurren en muslo posterior es decir a nivel de isquiotibiales, el 35% ocurren en la pantorrilla afectando a gemelos y soleo, por último el 12% en muslo anterior es decir en cuádriceps.

PLIOMETRIA

4.1.1.10 ¿Conoce de que se trata la Pliometría?

Tabla 10.

Datos	f	%
SI	11	24,44%
NO	34	75,56%
	45	100%



Fuente: Encuesta

Elaboración: Autoras

Análisis:

El cuestionario aplicado a los estudiantes del Instituto de Educación Física de la UTN, indica que tan solo un 24% tiene conocimientos básicos de la técnica mientras que 76% no conoce los ejercicios pliométricos.

RENDIMIENTO FÍSICO

4.1.1.11 ¿En el entrenamiento que Ud. realiza, cree que su rendimiento físico sea el máximo?

Tabla 11.

Datos	F	%
SI	16	35,56%
NO	29	64,44%
	45	100%



Fuente: Encuesta

Elaboración: Autoras

Análisis:

El 64% de los estudiantes del Instituto de Educación Física de la UTN creen que su rendimiento físico en la cancha no es el máximo, y tan solo el 36% cree que su rendimiento es el máximo.

Valoración Física Inicial

Peso promedio: 68,91 kg

Talla promedio: 1.70 m

Índice de masa corporal promedio: 23,76

Promedio Resistencia Máxima total: 69 kg

Promedio 70% Resistencia Máxima: 48kg

Análisis:

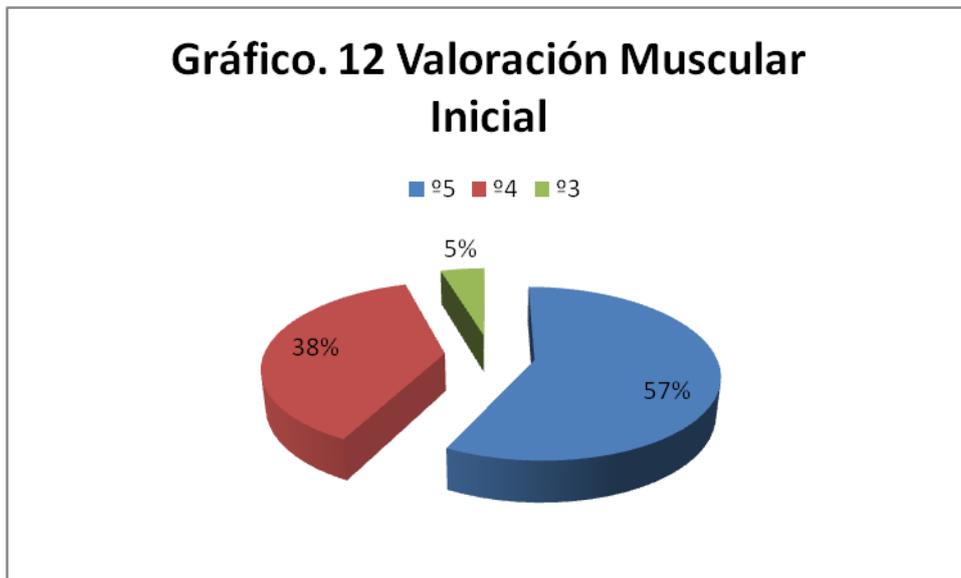
El peso promedio de todos los estudiantes que conforman el 5to "A" y "B" es de 68Kg, la talla promedio de los mismo estudiantes corresponde a 1.70m, el Índice de masa corporales de 23.7, la resistencia máxima total es de 60kg, pero para iniciar con este tipo de entrenamiento se va a trabajar tan solo el 70% de la resistencia máxima ya se va a realizar ejercicios pliométricos submáximos, este valor corresponde a 48kg.

GRADO DE FUERZA MUSCULAR

Tabla 12.

Cadera	°5	°4	°3	
Flex. Cadera	22	20	3	
Ext. Cadera	17	24	4	
Abd. Cadera	25	18	2	
Add Cadera	24	16	5	
Rot. Int. Cadera	23	20	2	
Rot. Ext. Cadera	23	20	2	
Flex. Rodilla	29	15	1	
Ext. Rodilla	31	12	2	
Flex. Tobillo	29	15	1	
Ext. Tobillo	29	15	1	
Inver. Tobillo	29	15	1	
Ever. Tobillo	29	15	1	
Total	310	205	25	540
Porcentaje	57,4%	38,0%	4,6%	100%

Gráfico. 12 Valoración Muscular Inicial



Fuente: Encuesta
Elaboración: Autoras

Análisis:

Aquí se valoró los diferentes grupos musculares que encontramos en miembro inferior, se toma en cuenta los cinco grados de fuerza muscular y sin olvidar que los estudiantes son pacientes sanos manejan un mínimo de un grado 3º de fuerza muscular. Lo anteriormente explicado, indica que un 57% de los estudiantes maneja en forma global un grado de fuerza muscular 5º en miembro inferior, un 38% en grado 4º y por último encontramos que un 5% presenta grado 3º de fuerza muscular.

Valoración Física Final

GRADO DE FUERZA MUSCULAR

Tabla 13.

Cadera	º5	º4	º3	
Flex. Cadera	29	15	1	
Ext. Cadera	20	23	2	
Abd. Cadera	28	15	2	
Add Cadera	27	16	2	
Rot. Int. Cadera	25	19	1	
Rot. Ext. Cadera	25	19	1	
Flex. Rodilla	32	13	0	
Ext. Rodilla	35	10	0	
Flex. Tobillo	32	12	1	
Ext. Tobillo	32	12	1	
Inver. Tobillo	32	12	1	
Ever. Tobillo	32	12	1	
Total	349	178	13	540
Porcentaje	64,6%	33,0%	2,4%	100%



Fuente: Encuesta

Elaboración: Autoras

Análisis:

Después de aplicada la técnica se percibe un cambio en los grados de fuerza muscular, el 65% presenta grado 5º de fuerza muscular, el 33% de los estudiantes maneja un grado 4º de fuerza, mientras que el 2% tiene grado 3º.

LESIONES DEPORTIVAS DURANTE LA APLICACIÓN DE LOS EJERCICIOS PLIOMÉTRICOS

Tabla 14.

Estudiantes	f	%
Con Lesión	0	0,00%
Sin Lesión	45	100,00%
	45	100%



Fuente: Encuesta

Elaboración: Autoras

Análisis:

Durante el tiempo de aplicación del entrenamiento pliométrico ninguno de los estudiantes sufrió lesión alguna, es decir, ningún estudiantes presento molestias con este tipo de entrenamiento. El 100% de los estudiantes no presento ninguna lesión deportiva.

4.2 Discusión de resultados

El estudio se realizó a 45 estudiantes, los que conforman los quintos semestres “A” y “B” del Instituto de Educación Física de la Universidad Técnica del Norte, se observa que la mayoría de población estudiantil del Instituto se encuentra conformada por individuos de sexo masculino en un 78% y que tan solo el 22% corresponde al sexo femenino, otro aspecto importante es la edad, el 69% comprende edades entre 22 – 25 años, siendo este uno de los aspectos considerados para la aplicación de la técnica de ejercicios pliométricos.

El deporte más practicado por los estudiantes es el fútbol que corresponde a un 60%. Al realizar actividad física frecuente otro aspecto a considerar son las lesiones, el 69% de los estudiantes ha sufrido algún tipo de lesión deportiva y tan solo el 31% no ha manifestado lesión alguna; este valor es de suma importancia porque se puede constatar la gran frecuencia de las lesiones deportivas que han sido descritas constantemente en la literatura científica.

Las lesiones deportivas ha tomar en cuenta en los alumnos son las fracturas que son una lesión poco frecuente, representando el 8% en nuestro estudio; seguido por las contracturas musculares con un 12%. Los esguinces de tobillo representado con un 38%, es un tipo de lesión que se la ve con mayor frecuencia y por último la lesión que más encontramos en los estudiantes son los desgarros musculares que en relación a los datos obtenidos representa en 42% del total de los estudiantes lesionados; con este hallazgo comprobamos que los desgarros musculares es una de las lesiones deportivas más frecuentes durante la actividad física periódica, como nos indica Gonzales en sus estudios.

Tomando en cuenta lo anterior, es decir, que los desgarros musculares se consideran una lesión deportiva frecuente en los estudiantes del Instituto de Educación Física, es relévate relacionar los desgarros musculares con la

zona donde más ocurre esta lesión, el 12% de los desgarros ocurrió en muslo anterior es decir, afectando principalmente al músculo cuádriceps; mientras que el 35% se lesiono la zona de la pantorrilla, afectando a gemelos principalmente y por último el muslo posterior con formado por los músculos isquiotibiales es la zona que más han presentado desgarros musculares con un 53% de frecuencia del total estudiantes que han sufrido desgarros.

Las frecuentes lesiones deportivas producen que el rendimiento físico de los estudiantes disminuya. Los resultados arrojados dicen que el 64% de los estudiantes consideran que su rendimiento físico en la cancha no es el máximo, en contraste con el 36% que cree que su rendimiento físico es el máximo. La técnica que se aplicó durante el entrenamiento deportivo ayuda a mejorar el rendimiento de los deportistas, porque al potenciar la fuerza se van producir una menor cantidad de lesiones.

Otro aspecto importante son los conocimientos que tienen los estudiantes acerca de los ejercicios pliométricos, dando como resultado que tan solo el 24% tenía una idea general de lo que era la pliometría, mientras que el 76% no tenía idea alguna de lo implicaba la técnica. Por lo tanto sino conocen la técnica no la están aplicando en sus entrenamientos diarios.

Se realizo dos valoraciones físicas a cada estudiante una al inicio y otra después de realizada la aplicación del entrenamiento pliométrico. Como resultados se obtuvo que en la valoración muscular inicial en miembro inferior el 57% de los estudiantes manejan un grado 5º de fuerza muscular, el 38% presentan grado 4º y el 5% presentan grado 3º de fuerza muscular. Se puede observar que a pesar de los estudiantes se encuentre en constante actividad física su musculatura no se encuentra en sus niveles máximos.

En la evaluación que se realizo al terminar la aplicación de los ejercicios pliométricos se observo un cambio favorable para los estudiantes, ahora tan solo el 2% presentaban grado 3º de fuerza muscular en miembro inferior. El

33% presentaba grado 4º de fuerza y el más importante se produjo un aumento del porcentaje de fuerza muscular en grado 5º, representado por el 65%. Este resultado permite constatar los beneficios de integrar los ejercicios pliométricos al entrenamiento diario de los estudiantes. Además, se debe tomar en cuenta que durante toda la aplicación de los ejercicios pliométricos ningún estudiante sufrió una lesión deportiva, lo que permite comprobar lo que se plantea como el objetivo principal, que es disminuir las lesiones deportivas mediante esta técnica.

4.3 Respuestas a las preguntas de investigación

¿Qué son los ejercicios pliométricos y cuáles debemos usar en este tipo de pacientes?

Los ejercicios pliométricos consisten en estimular los músculos a través de un estiramiento súbito que precede a cualquier esfuerzo voluntario. La pliometría es un método de estimulación mecánica con choques con el fin de forzar los músculos a producir tanta tensión como les sea posible. Este método se caracteriza por acciones impulsivas de duración mínima entre el final de la fase de desaceleración excéntrica y la iniciación de la fase de aceleración concéntrica, se basa en una fase isométrica explosiva breve y excéntrica-isométrica que precede a la liberación de la energía elástica almacenada en los tendones y otros componentes elásticos del complejo muscular durante la fase de desaceleración excéntrica.(4L)

Existen ejercicios pliométricos de intensidad máxima, submáxima y moderada, en el caso de los estudiantes del Instituto de Educación Física de la UTN, se va a emplear ejercicios de intensidad submáxima ya que ellos no han trabajado con este tipo de entrenamiento y son óptimos para iniciar su aprendizaje. Los ejercicios pliométricos submáximos consisten en impulsos mecánicos que no producen tensión muscular máxima, si bien se ejecutan con una fase de contacto mínimamente larga con el suelo el objeto lanzado.

Es por ello que al inicio del entrenamiento con este tipo de ejercicios solo se está trabajando con el 70% de la RM de los estudiantes.

¿Cuáles son las lesiones más frecuentes en la práctica deportiva?

La investigación comprobó que una de las lesiones deportivas que ocurre con mayor frecuencia en los estudiantes durante la práctica deportiva son los desgarros musculares que corresponden a un 42%, seguido muy de cerca por los esguinces de tobillo con un 38%, 12% se encuentra representado por las contracturas y como último las fracturas con un 8%.

Los desgarros musculares es una de las lesiones deportivas más frecuentes. Y la mayoría de los desgarros ocurren en el muslo posterior es decir a nivel de isquiotibiales con una incidencia del 53%, el 35% ocurren en la pantorrilla afectando a gemelos y soleo, por último el 12% en muslo anterior es decir en cuádriceps principalmente.

¿Qué beneficios se obtienen con la aplicación de ejercicios pliométricos?

El objetivo principal del entrenamiento pliométrico consiste en aumentar la excitabilidad del sistema nervioso para mejorar la capacidad de reacción del sistema neuromuscular. Los ejercicios pliométricos buscan disminuir la cantidad de tiempo requerido entre la producción de la contracción muscular excéntrica y el inicio de la contracción concéntrica. Es decir, El método de choques desarrolla la fuerza explosiva y la capacidad reactiva. La fase de estiramiento provoca almacenamiento de un tipo de energía elástica potencial que es transformada en energía cinética durante el proceso de contracción; además, activa el reflejo miotático. (5L)

El músculo se adapta a una contracción más rápida durante el ciclo estiramiento acortamiento, más que con cualquier otro método. El umbral de excitabilidad de las unidades motrices disminuye y más unidades motrices pueden ser reclutadas. Adapta a los músculos para alcanzar una fuerza

máxima en un periodo de tiempo lo más corto posible, a través de garantizar un desarrollo rápido del máximo impulso dinámico de la fuerza. (5L)

En definitiva el entrenamiento con ejercicios pliométricos permite un tipo de adaptación funcional cuyos resultados para el músculo serán un aumento en la fuerza y velocidad de contracción, lo que generara en definitiva un aumento en la potencia desarrollada por el músculo. Una vez que hemos considerado los aspectos inherentes a la técnica del ejercicio pliométrico y comprendimos su dinámica, llamaremos la atención sobre esta técnica como un método para activar el reflejo de estiramiento. (5L)

4.4 Validación y confiabilidad

La investigación usa el cuestionario como instrumento para recolectar toda la información necesaria, el cuestionario es un método que empleamos con el fin de obtener respuestas sobre nuestro tema. El cuestionario no brinda varias ventajas, por ejemplo, se lo puede realizar en grupos en donde cada uno de los elementos en estudio va a llenar por si solos el cuestionario, no es necesario que existan varios encuestadores. En nuestro caso para aplicar los cuestionarios acudimos las dos autoras de la investigación, para despejar cualquier duda que surgiera en alguna de las preguntas realizadas. El costo para realizar este método de recolección de datos es relativamente bajo, nos ayuda a recolectar información con muestras considerables, en forma bastante breve; además es fácil de cuantificar, analizar e interpretar los datos obtenidos.

La valoración física fue realizada a cada uno de los estudiantes, tomando un poco más de tiempo, porque se debe valorar físicamente uno por uno a los estudiantes, pero al valorarlos independientemente nos permite conocer en mayor grado la condición física de cada uno de los jóvenes, para establecer un promedio y con ello crear un diseño que pueda ser manejado por todos los estudiantes del Instituto de Educación Física de la UTN. Además para validar esta investigación también se recurrió al juicio de expertos, quien dio validez al estudio.

CAPITULO V

5.1 Conclusiones

- Los estudiantes del quinto semestre del Instituto de Educación Física de la Universidad Técnica del Norte han complementado su entrenamiento deportivo con el programa de ejercicios pliométricos, se observa una mejoría notable con un aumento de fuerza muscular y elasticidad. Durante la aplicación del entrenamiento pliométrico no existió lesión alguna, lo que ayuda a disminuir la incidencia de las lesiones deportivas que afectaban frecuentemente a los estudiantes. Los estudiantes se adaptaron sin problema a los ejercicios pliométricos los que ayudaron a mejorar su condición física para la práctica deportiva sobre todo a potenciar su musculatura y aumentar la fuerza explosiva y así evitar los desgarros musculares a nivel de miembro inferior.
- Las consideraciones previas para la prescripción de ejercicios pliométricos indican que en este tipo de pacientes que no ha realizado la técnica con anterioridad se debe aplicar ejercicios pliométricos submáximos, usando como carga máxima su propio peso.
- La recolección de datos comprobó, que durante la práctica deportiva del fútbol la lesión que ocurren con gran frecuencia son los desgarros musculares en miembro inferior. La zona más afectada por los desgarros musculares es el muslo posterior, que corresponde a los músculos isquiotibiales.

5.2 Recomendaciones

- Los ejercicios pliométricos deben ser ejecutados por deportistas que realicen práctica deportiva constante y secuencial, ya que son ejercicios de alto nivel de esfuerzo y de no estar preparada la musculatura podría causar lesiones deportivas.
- Es importante realizar estiramientos por grupos musculares y un calentamiento intenso antes de realizar la aplicación de ejercicios pliométricos, así preparamos a los músculos para la aplicación de dicha técnica y evita posibles lesiones.
- La realización de ejercicios pliométricos proporcionan un sin número de beneficios entre los más importantes el aumento de la fuerza explosiva y de la capacidad reactiva, es por ello que se recomienda la integración de la técnica a su entrenamiento deportivo.
- Es importante tomar en cuenta algunos parámetros para la aplicación de estos ejercicios como la edad, en función de la maduración biológica del sistema musculo esquelético que deben ser mayores a dieciséis años. Las personas menores pueden realizarlos pero como ejercicios de baja intensidad.
- Otra consideración a tomarse en cuenta es el peso, este aspecto determina hasta que nivel el deportista deberá realizar los ejercicios pliométricos y a que intensidad deberán ser prescritos.
- Se recomienda que cuando los deportistas han sufrido lesiones recientes no se deben realizar este tipo de ejercicios, para evitar la reincidencia de la lesión durante la práctica de pliometría.

- Para aumentar la complejidad de los ejercicios que conforman el entrenamiento pliométrico, se debe dar preferencia al aumento de la altura de cada salto realizado, como primer lugar y dejar el aumento de la carga, para instancias posteriores, porque hay más riesgo de presentar una lesión.
- Para mejorar la fase de despegue es recomendable esforzarse con las manos y la cabeza hacia arriba; además al caer en el suelo se debe flexionar ligeramente las piernas para evitar un choque excesivo
- Los periodos de descanso son cruciales para un empleo eficaz y seguro de los ejercicios pliométricos, el intervalo de descanso entre series es de cinco a siete minutos.
- Respirar correctamente es importante durante los entrenamientos pliométricos; es vital que el deportista soporte la respiración durante la fase de amortiguamiento y el comienzo de la fase de impulsión con el fin de estabilizar el cuerpo y aumentar la fuerza de rebote.
- El calzado y la superficie del suelo no deben ser muy blandos o tener gran capacidad de absorber el choque ya que ello puede empeorar la estabilidad de los tobillos, disminuir el almacenamiento de energía elástica y retrasar la reacción de los pies al tocar en el suelo.

ANEXOS:

Anexo 1. Gráficos



Gráfico 1. Aplicación de los cuestionarios a los estudiantes



Gráfico 2. Valoración física a cada uno de los estudiantes



Gráfico 3. Toma de datos de la Valoración física



Gráfico 4. Valoración muscular individual



Gráfico 5. Estiramientos previos al entrenamiento pliométrico.



Gráfico 6. Calentamiento intenso previo al entrenamiento pliométrico.



Gráfico 7. Primer ejercicio pliométrico empleado en los estudiantes.



Gráfico 8. Saltos en el mismo sitio.



Gráfico 9. Saltos hacia adelante y atrás



Gráfico 10. Saltos hacia derecha e izquierda



Gráfico 11. Saltos con llantas



Gráfico 12. Saltos múltiples con varias llantas



Gráfico 13. Saltos unilaterales



Gráfico 14. Estiramientos al final de la aplicación del entrenamiento pliométrico

Anexo 2. Formato de la Encuesta



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE TERAPIA FÍSICA

El objetivo de este cuestionario es averiguar con que frecuencia realizan actividad física, si han sufrido lesiones deportivas y conocer el nivel de conocimiento de los ejercicios pliométricos, en los estudiantes del Instituto de Educación Física de la Universidad Técnica del Norte, la información será guardada con discreción. Esperamos que responda con sinceridad.

Marque con una X el casillero que crea correspondiente:

1. Sexo:

Femenino ()

Masculino ()

2. Edad:

19 – 21 años ()

22 – 25 años ()

26 en adelante ()

3. ¿Qué deporte práctica Ud?

Futbol ()

Básquetbol ()

Atletismo ()

Otros ()

4. ¿Cuántas veces a la semana realiza actividad física?

1 a 2 veces por semana ()

3 veces por semana ()

Toda la semana ()

5. ¿Cuánto tiempo se demora su práctica deportiva?

30 minutos ()

1 hora ()

2horas o más ()

6. ¿Realiza algún tipo de calentamiento previo a su práctica deportiva?

Si () No ()

7. ¿Ha tenido una lesión deportiva?

Si () No ()

8. ¿Qué tipo de lesión sufrió?

Contractura ()

Desgarro ()

Esguince ()

Fractura ()

9. ¿Si usted sufrió un desgarro señale la zona que se lesiono?

Muslo anterior ()

Muslo posterior ()

Pantorrilla ()

10. ¿Conoce de que se trata la Pliometría?

Si () No ()

11. ¿En el entrenamiento que Ud. realiza, cree que su rendimiento físico sea el máximo?

Si () No ()

Anexo 3. Formato de la Valoración Física realizada



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD CARRERA DE TERAPIA FÍSICA

VALORACIÓN FÍSICA

El objetivo de esta valoración física es obtener los datos necesarios de cada paciente para poder dosificar los ejercicios pliométricos además que nos permitirá comparar la condición de los estudiantes antes y después de aplicar el entrenamiento pliométrico. La información será guardada con discreción.

- Peso:.....
- Talla:.....
- IMC:.....
- IRM:
- Grado de fuerza muscular

Cadera

	Pre – aplicación	Post - aplicación
Flexores de cadera		
Extensores de cadera		
Abductores de cadera		
Aductores de cadera		
Rotadores Internos		
Rotadores Externos		

Rodilla

Flexores de rodilla		
Extensores de rodilla		

Tobillo

Flexores dorsales de tobillo		
Flexores plantares de tobillo		
Inversión de tobillo		
Eversión de tobillo		

