

Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación



IPETH INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES

Revisión bibliográfica sobre el entrenamiento neuromuscular como tratamiento fisioterapéutico preventivo para la inestabilidad crónica como consecuencia de un esguince de tobillo grado II en jugadores de basquetbol amateur



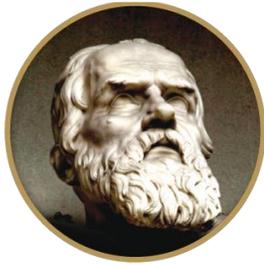
Que Presenta

Diego Estuardo Jiménez Rosales

Ponente

15012133

Guatemala



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación



IPETH INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES

Revisión bibliográfica sobre el entrenamiento neuromuscular como tratamiento fisioterapéutico preventivo para la inestabilidad crónica como consecuencia de un esguince de tobillo grado II en jugadores de basquetbol amateur

Tesis profesional para obtener el Título de
Licenciado en Fisioterapia
Que presenta



Diego Estuardo Jiménez
Rosales Ponente
Lic. Itzel Dorantes Venancio
Asesor de tesis
Dra. Francisca Trujillo Culebro
Asesor metodológico





**IPETH INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y
HUMANIDADES**

LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA

INVESTIGADORES RESPONSABLES

DIEGO ESTUARDO JIMÉNEZ ROSALES

PONENTE

LIC. ITZEL DORANTES VENANCIO

DIRECTOR DE TESIS

DRA. FRANCISCA TRUJILLO CULEBRO

ASESOR METODOLOGICO



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 19 de septiembre 2020

Estimado alumno:
Diego Estuardo Jiménez Rosales

Presente.

Respetable alumno:

La comisión designada para evaluar el proyecto **“Revisión bibliográfica sobre el entrenamiento neuromuscular como tratamiento fisioterapéutico preventivo para la inestabilidad crónica como consecuencia de un esguince de tobillo grado II en jugadores de basquetbol amateur”** correspondiente al Examen General Privado de la Carrera de Licenciatura en Fisioterapia realizado por usted, ha dictaminado dar por APROBADO el mismo.

Aprovecho la oportunidad para felicitarlo y desearle éxito en el desempeño de su profesión.

Atentamente,

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Mtra. Isabel
Díaz Sabán
Secretario

Lic. Claudia Tatiana
Zuñiga Jimenez
Presidente

Lic. Flor de María
Molina Ortiz
Examinador

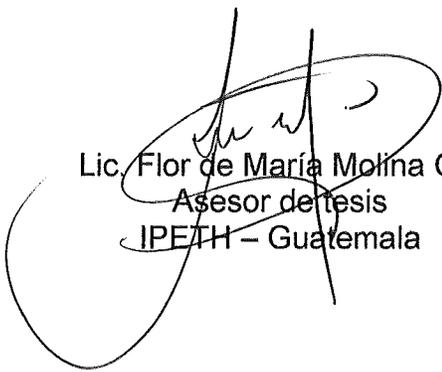
Guatemala, 8 de mayo 2019

Doctora
Vilma Chávez de Pop
Decana
Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad Galileo
Respetable Doctora Chávez:

Tengo el gusto de informarle que he realizado la revisión de trabajo de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica sobre el entrenamiento neuromuscular como tratamiento fisioterapéutico preventivo para la inestabilidad crónica como consecuencia de un esguince de tobillo grado II en jugadores de basquetbol amateur”** del alumno: **Diego Estuardo Jiménez Rosales**.

Después de realizar la revisión del trabajo he considerado que cumple con todos los requisitos técnicos solicitados, por lo tanto, el autor y el asesor se hacen responsables del contenido y conclusiones de la misma.

Atentamente



Lic. Flor de María Molina Ortiz
Asesor de tesis
IPEFH - Guatemala



Guatemala, 14 de mayo 2019

Doctora
Vilma Chávez de Pop
Decana
Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad Galileo

Respetable Doctora Chávez:

De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que el alumno **Diego Estuardo Jiménez Rosales** de la Licenciatura en Fisioterapia, culmino su informe final de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica sobre el entrenamiento neuromuscular como tratamiento fisioterapéutico preventivo para la inestabilidad crónica como consecuencia de un esguince de tobillo grado II en jugadores de basquetbol amateur”** Ha sido objeto de revisión gramatical y estilística, por lo que puede continuar con el trámite de graduación.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente



Licda. Mónica María Solares Luna
Revisor Lingüístico
IPETH- Guatemala

**IPETH, INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES
 LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA
 COORDINACIÓN DE TITULACIÓN**

**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA COTEJO DE TESIS
 DIRECTOR DE TESIS**

Nombre del Director	Lic. Itzel Dorantes Venancio
Nombre del Alumno	Diego Estuardo Jiménez Rosales
Fecha de realización:	

Instrucciones: Verifique que se encuentren los componentes señalados en la Tesina del alumno y marque con una X el registro del cumplimiento correspondiente. En caso de ser necesario hay un espacio de observaciones para correcciones o bien retroalimentación del alumno.

ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESINA

No.	Aspecto a Evaluar	Registro de Cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
1.	El tema es adecuado a sus Estudios de Licenciatura.	X		
2.	Derivó adecuadamente su tema en base a la línea de investigación correspondiente.	X		
3.	La identificación del problema es la correcta.	X		
4.	El problema tiene relevancia y pertinencia social.	X		
5.	El título es claro, preciso y evidencia claramente la problemática referida.	X		
6.	Evidencia el estudiante estar ubicado teórica y empíricamente en el problema.	X		
7.	El proceso de investigación es adecuado.	X		
8.	El resumen es pertinente al proceso de investigación.	X		
9.	La introducción contiene los elementos necesarios, mismos que hacen evidente al problema de estudio.	X		
10.	Los objetivos han sido expuestos en forma correcta y expresan el resultado de la labor investigativa.	X		
11.	Justifica consistentemente su propuesta de estudio.	X		
No.	Aspecto a evaluar	Si	No	Observaciones
12.	Planteó claramente en qué consiste su problema.	X		
13.	La justificación está determinada en base a las razones por las cuales se realiza la	X		

	investigación y sus posibles aportes desde el punto de vista teórico o práctico.			
14.	El marco teórico se fundamenta en: antecedentes, bases teóricas y definición de términos básicos.	X		
15.	La pregunta es pertinente a la investigación.	X		
16.	Agrupó y organizó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	X		
17.	Sus objetivos fueron verificados.	X		
18.	El método utilizado es el pertinente para el proceso de la investigación.	X		
19.	Los materiales utilizados fueron los correctos.	X		
20.	Los aportes han sido manifestados por el alumno en forma correcta.	X		
21.	El señalamiento a fuentes de información documentales y empíricas es el correcto	X		
22.	Los resultados evidencian el proceso de investigación realizado.	X		
23.	Las perspectivas de investigación son fácilmente verificables.	X		
24.	Las conclusiones directamente derivan del proceso de investigación realizado	X		

Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución


 Nombre y Firma del Director de Tesina



**IPETH INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA
COORDINACIÓN DE TITULACIÓN**

**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA DE COTEJO TESIS
ASESOR METODOLÓGICO**

Nombre del Asesor	Dra. Francisca Trujillo Culebro
Nombre del Alumno	Diego Estuardo Jiménez Rosales
Nombre de la Tesina	Revisión bibliográfica de la efectividad del tratamiento fisioterapéutico basado en entrenamiento neuromuscular de tobillo para evitar la inestabilidad crónica como consecuencia de un esguince de grado II en jugadores de básquetbol
Fecha de realización:	

Instrucciones: Verifique que se encuentren los componentes señalados en la Tesina del alumno y marque con una X el registro del cumplimiento correspondiente. En caso de ser necesario hay un espacio de observaciones para correcciones o bien retroalimentación del alumno.

ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESIS

<i>No.</i>	<i>Aspecto a evaluar</i>	<i>Registro de cumplimiento</i>		<i>Observaciones</i>
		<i>Si</i>	<i>No</i>	
I	Formato de Página			
b.	Hoja tamaño carta.	X		
c.	Margen superior, inferior y derecho a 2.5 cm.	X		
d.	Margen izquierdo a 3.5 cm.	X		
e.	Orientación vertical excepto gráficos.	X		
f.	Paginación correcta.	X		
g.	Números romanos en minúsculas.	X		
h.	Página de cada capítulo sin paginación.	X		
i.	Margen superior derecho mismo tipo de fuente del documento.	X		
j.	Inicio de capítulo centrado y en mayúsculas.	X		
k.	Número de capítulo estilo romano a 8 cm del borde superior de la hoja.	X		
l.	Título de capítulo a doble espacio por debajo del número de capítulo en mayúsculas.	X		
m.	Times New Roman (Tamaño 12).	X		
n.	Color fuente negro.	X		

o.	Estilo fuente normal.	X		
p.	Cursivas: Solo en extranjerismos o en locuciones.	X		
q.	Alineación de texto justificado.	X		
r.	Interlineado a 1.5	X		
s.	Espacio entre párrafo y párrafo: Igual al interlineado.	X		
t.	Espacio después de punto y seguido dos caracteres.	X		
u.	Espacio entre temas 2 (tomando en cuenta el interlineado)	X		
v.	Resumen sin sangrías.	X		
w.	Uso de viñetas estándares (círculos negros, guiones negros o flecha.	X		
x.	Títulos de primer orden con el formato adecuado.	X		
y.	Títulos de segundo orden con el formato adecuado.	X		
z.	Títulos de tercer orden con el formato adecuado.	X		
2.	Formato Redacción	Si	No	Observaciones
a.	Sin faltas ortográficas.	X		
b.	Sin uso de pronombres y adjetivos personales.	X		
c.	Extensión de oraciones y párrafos variado y medido.	X		
d.	Continuidad en los párrafos.	X		
e.	Párrafos con estructura correcta.	X		
f.	Sin uso de gerundios (ando, iendo)	X		
g.	Correcta escritura numérica.	X		
h.	Oraciones completas.	X		
i.	Adecuado uso de oraciones de enlace.	X		
j.	Uso correcto de signos de puntuación.	X		
k.	Uso correcto de tildes.	X		
	Empleo mínimo de paréntesis.	X		
l.	Uso del pasado verbal para la descripción del procedimiento y la presentación de resultados.	X		
m.	Uso del tiempo presente en la discusión de resultados y las conclusiones.	X		
n.	Continuidad de párrafos: sin embargo, por otra parte, al respecto, por lo tanto, en otro orden de ideas, en la misma línea, asimismo, en contraste, etcétera.	X		
o.	Los números menores a 10 se escriben con letras a excepción de una serie, una página, porcentajes y comparación entre dos dígitos.	X		
p.	Indicación de grupos con números romanos.	X		
q.	Sin notas a pie de página.	X		
3.	Formato de Cita	SI	No	Observaciones
a.	Empleo mínimo de citas.	X		

b.	Citas textuales o directas: menores a 40 palabras, dentro de párrafo u oración y entrecorilladas.	X		
c.	Citas textuales o directas: de 40 palabras o más, en párrafo aparte, sin comillas y con sangría de lado izquierdo de 5 golpes.	X		
d.	Uso de tres puntos suspensivos dentro de la cita para indicar que se ha omitido material de la oración original. Uso de cuatro puntos suspensivos para indicar cualquier omisión entre dos oraciones de la fuente original.	X		
e.	Uso de corchetes, para incluir agregados o explicaciones.	X		
3.	Formato referencias	<i>Si</i>	<i>No</i>	Observaciones
a.	Correcto orden de contenido con referencias.	X		
b.	Referencias ordenadas alfabéticamente en su bibliografía.	X		
c.	Correcta aplicación del formato APA 2016.	X		
4.	Marco Metodológico	<i>Si</i>	<i>No</i>	Observaciones
a.	Agrupó y organizó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	X		
b.	Reunió información a partir de una variedad de sitios Web.	X		
c.	Seleccionó solamente la información que respondiese a su pregunta de investigación.	X		
d.	Revisó su búsqueda basado en la información encontrada.	X		
e.	Puso atención a la calidad de la información y a su procedencia de fuentes de confianza.	X		
f.	Pensó acerca de la actualidad de la información.	X		
g.	Tomó en cuenta la diferencia entre hecho y opinión.	X		
h.	Tuvo cuidado con la información sesgada.	X		
i.	Comparó adecuadamente la información que recopiló de varias fuentes.	X		
j.	Utilizó organizadores gráficos para ayudar al lector a comprender información conjunta.	X		
k.	Comunicó claramente su información.	X		
l.	Examinó las fortalezas y debilidades de su proceso de investigación y producto.	X		
m.	Pensó en formas para mejorar investigación.	X		
n.	El problema a investigar ha sido adecuadamente explicado junto con sus interrogantes.	X		
o.	El planteamiento es claro y preciso.	X		
p.	Los objetivos tanto generales como específicos no dejan de lado el problema inicial y son formulados en forma precisa.	X		
q.	El marco metodológico se fundamenta en base a los elementos pertinentes.	X		
r.	El alumno conoce la metodología aplicada en su proceso de investigación.	X		

s.	El capítulo I se encuentra adecuadamente estructurado.	X		
t.	El capítulo II se desarrolla en base al tipo de enfoque, investigación y estudio referido.	X		
u.	El capítulo III se realizó en base al tipo de investigación señalado.	X		
v.	El capítulo IV proyecta los resultados pertinentes en base a la investigación realizada.	X		
w.	Las conclusiones surgen en base al tipo de investigación realizada.	X		
z.	Permite al estudiante una proyección a nivel investigativo.	X		

Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución


 Nombre y firma

DICTAMEN DE TESIS

Siendo el día _____ del mes de _____ del año _____.

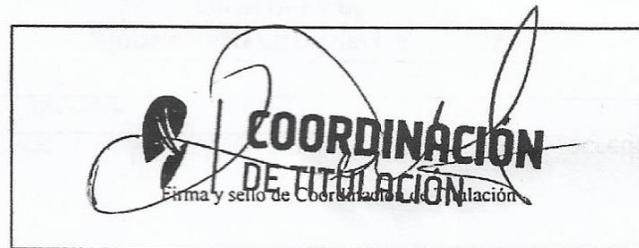
Los C.C. L.F.T. Itzel Dorantes Venancio
Director de Tesina
Dra. Francisca Trujillo Culebro
Asesor Metodológico
L.F.T Itzel Dorantes Venancio
Coordinador de Titulación



Autorizan la Tesis con el nombre: Revisión bibliográfica sobre el entrenamiento neuromuscular como tratamiento fisioterapéutico preventivo para la inestabilidad crónica como consecuencia de un esguince de tobillo grado II en jugadores de basquetbol amateur

Realizada por el Alumno: Diego Estuardo Jiménez Rosales

Para que pueda realizar la segunda fase de su Examen Privado y de esta forma poder obtener el Título como Licenciado en Fisioterapia.



Dedicatoria

Dedico este trabajo por completo a Dios, por rescatar mi vida y darle un propósito.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por permitirme llegar hasta este momento y darme las fuerzas para seguir adelante.

A mis padres que me dieron el mejor regalo que un padre le puede dar a un hijo, la educación.

A mis hermanos, que a pesar de la distancia nada nos separa.

A mi novia Lupita, por el apoyo incondicional que me ha brindado en todo este proceso.

A la Dra. Francisca Trujillo y a la Lic. Itzel por las enseñanzas y correcciones brindadas en la realización de este trabajo.

Palabras Clave

- Tobillo
- Neuromuscular
- Inestabilidad
- Crónica
- Rehabilitación.

Índice

PORTADA	
PORTADILLA	i
INVESTIGADORES RESPONSABLES	ii
HOJA DE AUTORIDADES Y TERNA EXAMINADORA	iii
CARTA DE APROVACIÓN DEL ASESOR	iv
CARTA DE APROVACIÓN DEL REVISOR	v
LISTAS DE COTEJO	vi
HOJA DE DICTAMEN DE TESIS	xii
DEDICATORIA	xiii
AGRADECIMIENTOS	xiv
PALABRAS CLAVE	xv
ÍNDICE DE CONTENIDO	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS	xix
ÍNDICE DE TABLAS	xxi
Resumen	1
Capítulo I	
Marco Teórico	2
1.1 Antecedentes Generales	2
1.1.1 Anatomía de la articulación del tobillo	2
1.1.1.1 Tibia	3
1.1.1.2 Peroné (Fíbula)	10
1.1.1.3 Huesos del Tarso	14
1.1.1.3.1 Astrágalo (Talus)	15
1.1.1.3.2 Calcáneo	19
1.1.1.3.3 Cuboides	23
1.1.1.3.4 Navicular (Escafoides)	25
1.1.1.3.5 Cuneiformes	26

1.1. 2 Superficies articulares	29
1.1.3 Medios de unión	31
1.1.3.1 Cápsula articular	31
1.1.3.2 Ligamentos	31
1.1.4 Biomecánica de la articulación del tobillo	33
1.1.5 Musculatura del tobillo	34
1.1.5.1 Músculos del compartimiento anterior de la pierna	34
1.1.5.2 Músculos del compartimiento lateral de la pierna	36
1.1.5.3 Músculos del compartimiento posterior de la pierna	37
1.1.6 Esguince de tobillo	39
1.1.6.1 Definición	39
1.1.6.2 Epidemiología	39
1.1.6.3 Patomecánica	40
1.1.6.4 Clasificación	41
1.1.6.5 Factores de riesgo	42
1.1.6.6 Sintomatología	42
1.1.6.7 Pronóstico	43
1.1.7 Tratamiento médico	44
1.1.7.1 Inmovilización	44
1.1.7.2 Tratamiento farmacológico	44
1.1.7.3 Tratamiento quirúrgico	44
1.1.7.4 Tratamiento fisioterapéutico	45
1.1.8 Inestabilidad crónica de tobillo	47
1.2 Antecedentes Específicos	48
1.2.1 Entrenamiento neuromuscular	48
1.2.2 Programas de entrenamiento	50
1.2.3 Efectividad del entrenamiento neuromuscular	51
Capítulo II	

2.1 Planteamiento del Problema	53
2.2 Justificación	56
2.3 Objetivos	58
2.3.1 Objetivo general	58
2.3.2 Objetivos particulares	58
Capítulo III	
Marco Metodológico	
3.1 Materiales y métodos	59
3.1.1 Variables	60
3.1.1.1 Variable independiente	60
3.1.1.2 Variable dependiente	61
3.1.1.3 Cuadro de variables	61
3.2 Enfoque de investigación	62
3.3 Tipo de estudio	62
3.4 Método de estudio	62
3.5 Diseño de investigación	63
3.6 Criterios de selección	63
3.6.1 Criterios de inclusión	63
3.6.2 Criterios de exclusión	64
Capítulo IV	
4.1 Resultados	65
4.2 Discusión	68
4.3 Conclusiones	69
4.4 Perspectivas	70
Referencias	

Índice de figuras

Figura 1	Tibia y peroné derechos, vista anterior	5
Figura 2	Tibia y peroné, vista lateral, lado derecho y vista posterior	6
Figura 3	Extremidad superior de la tibia derecha, vista superior	7
Figura 4	Extremidad inferior de la tibia derecha, vista inferior	8
Figura 5	Articulación tibioperoneo astragalina, vista posterior	10
Figura 6	Peroné derecho, cara lateral. Peroné derecho, cara medial	12
Figura 7	Extremidad superior del peroné, vista medial	13
Figura 8	Extremidad inferior del peroné, vista medial.	14
Figura 9	Astrágalo derecho cara superior y cara inferior	15
Figura 10	Astrágalo derecho, vista lateral y vista medial	17
Figura 11	Astrágalo derecho, vista posterior	18
Figura 12	Astrágalo, Ángulo de declinación, inclinación y rotación	19
Figura 13	Calcáneo derecho, vista superior y vista inferior	20
Figura 14	Calcáneo derecho, vista lateral	21
Figura 15	Calcáneo derecho, vista medial	22
Figura 16	Calcáneo derecho, vista posterior	22
Figura 17	Huesos de la segunda hilera del tarso y los metatarsianos	23
Figura 18	Cuboides derecho cara inferior	24
Figura 19	Cuboides derecho, vista anterior y vista posterior	25
Figura 20	Navicular derecho visto por su cara posterior	25
Figura 21	Navicular derecho visto por su cara anterior	26

Figura 22 Cuneiformes vistos por su cara posterior	27
Figura 23 Cuneiformes vistos por su cara anterior	28

Índice de Tablas

Tabla 1. Programa de entrenamiento realizado durante el calentamiento, estructurado en 5 fases.	50
Tabla 2. Programa de entrenamiento neuromuscular de 6 semanas	51

Resumen

Los esguinces de tobillo son una de las lesiones más frecuentes entre los jugadores de basquetbol. El 20% de estas lesiones evolucionan a una inestabilidad crónica de tobillo (ICT). Se define a la ICT como una patología asociada a una lesión residual, que se caracteriza por la referencia del paciente de una inseguridad, y una percepción subjetiva de que el tobillo cede en su estabilidad.

El entrenamiento neuromuscular (ENM) es un programa de formación que incorpora movimientos generales y específicos, las actividades de fuerza y acondicionamiento. El ENM busca la mayor coordinación entre las funciones nerviosas y musculares. Los efectos del ENM incluyen un aumento de mayor fuerza y la mejora de la estabilidad postural.

Esta investigación emplea un enfoque cualitativo ya que se recolectaron y analizaron los datos acerca de la ICT y el ENM. El tipo de estudio es descriptivo, el método utilizado en este estudio es analítico-deductivo y el diseño de esta investigación es no experimental de corte transversal.

Como resultados de este estudio los pacientes sometidos a un ENM reportaron un aumento en las puntuaciones del Star Excursion Balance Test (SEBT), mejora en la percepción de la inestabilidad, disminución del déficit de control postural dinámico asociado con los pacientes con ICT, una recuperación significativa del equilibrio y se demostró que ENM puede contribuir a una reducción en la severidad de la lesión en el tobillo.

Capítulo I

Marco Teórico

Este capítulo es la fundamentación teórica de la investigación. Está conformado por dos apartados principales: antecedentes generales y antecedentes específicos. En los primeros se destacan elementos fundamentales de la inestabilidad crónica de tobillo como secuela de un esguince grado II en jugadores de basquetbol; en los segundos, es decir en los antecedentes específicos se detallan una posible intervención fisioterapéutica al describir el entrenamiento neuromuscular.

1.1 Antecedentes Generales

1.1.1 Anatomía de la articulación del tobillo La articulación del tobillo o tibioperoneo-astragalina es sinovial de tipo gínglimo (tróclea) móvil y sólida a la vez, reforzada por ligamentos y es la encargada de proporcionar estabilidad y propiocepción. Se localiza entre los extremos distales de la tibia y el peroné y la parte superior del astrágalo. (Rincón, Camacho, Rincón, Sauza. 2015).

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

Por consiguiente la articulación de tobillo está formada por tres huesos, los cuales son: la tibia, el peroné y la superficie superior del astrágalo. Los principales movimientos que permite esta articulación son hacia adelante y hacia atrás conocidos como flexión plantar y flexión dorsal. También realiza movimientos laterales pero estos son muy limitados por las terminaciones óseas de la tibia y el peroné. (Carrasco, 2014)

Existe también una articulación llamada subastragalina, la cual está formada por la superficie inferior del astrágalo y la superficie superior del calcáneo. Dicha articulación, carece de gran movimiento y soporta la transmisión de fuerzas del peso corporal. Esta articulación permite que sean realizados los movimientos laterales de tobillo que son la inversión y la eversión. (Carrasco 2014)

La tibia y el peroné son los huesos de la pierna. La tibia se articula con los cóndilos femorales superiormente y con el astrágalo inferiormente, y al hacerlo transmite el peso corporal. El peroné actúa principalmente como lugar de inserción muscular, aunque también es importante para la estabilidad de la articulación tibioperoneo-astragalina. Los cuerpos de la tibia y el peroné están conectados por una densa membrana interósea compuesta por potentes fibras oblicuas que descienden de la tibia al peroné. (Kapandji, 2012)

Se trata de una articulación muy “cerrada”, muy encajada, que sufre limitaciones importantes, ya que en apoyo monopodal soporta la totalidad del peso del cuerpo, incluso aumentado por la energía cinética cuando el pie contacta con el suelo a cierta velocidad durante la marcha, la carrera o la recepción del salto. (Kapandji, 2012)

1.1.1.1 *Tibia* Es un hueso largo, voluminoso, sólido, situado en sentido medial al peroné, por debajo del fémur, que se apoya sobre ella. Con la rodilla extendida, en la estación de pie,

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

el fémur transmite el peso del cuerpo al conglomerado óseo vertical de la pierna, del cual la tibia forma parte. (Latarjet, Ruiz, Pró. 2019)

El cuerpo es prismático triangular visto en un corte. En su conjunto no es del todo rectilíneo, dibuja una S muy alargada, cóncava lateralmente, luego en sentido medial. Se describen tres caras y tres bordes (figura. 1-2). (Latarjet, et al., 2019)

La **cara medial** es subcutánea, muy superficial y expuesta a los traumatismos; en su parte superior da inserción a los músculos que constituyen la pata de ganso: semitendinoso, sartorio y grácil. (Latarjet, et al., 2019)

La **cara lateral** es cóncava arriba, en sus dos tercios superiores, para la inserción del músculo tibial anterior. Se vuelve convexa abajo y rodea el hueso de lateral a medial y hacia adelante, para hacerse anterior. Sobre esta parte se deslizan los tendones extensores de los dedos. (Latarjet, et al., 2019)

La **cara posterior** está atravesada arriba por una cresta oblicua de arriba hacia abajo y de lateral a medial: la línea del sóleo. En ella se inserta el músculo sóleo. La línea del sóleo divide a esta cara en una parte superior en relación con el músculo poplíteo y una parte inferior que presenta una cresta vertical, medial a la cual se inserta el músculo flexor largo de los dedos y, lateralmente, el músculo tibial posterior el foramen nutricio de la tibia se encuentra por debajo de la línea del sóleo, dirigido en forma oblicua hacia abajo. (Latarjet, et al., 2019)

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

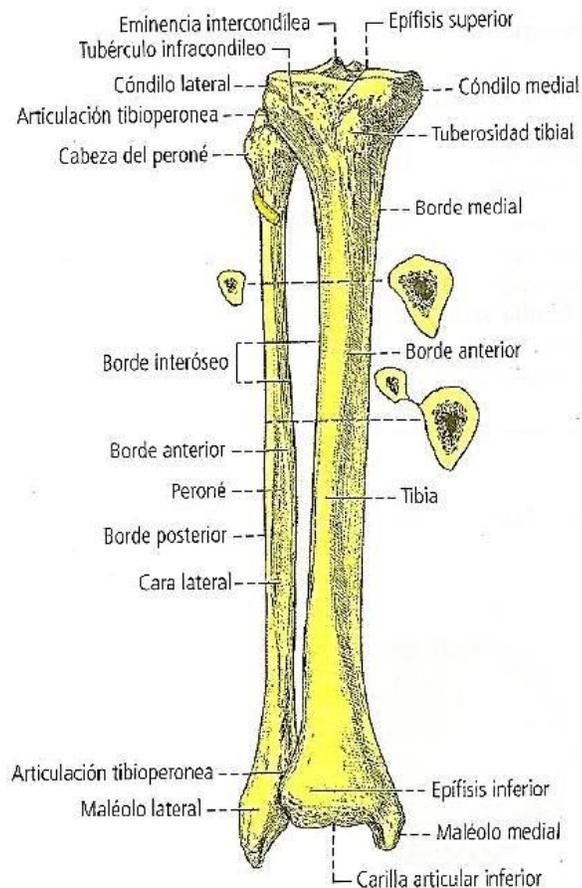


Figura 1 Tibia y peroné derechos, vista anterior.
(2019, Latarjet, Ruiz y Pró. p.682)

En su **borde anterior** sigue las sinuosidades de la diáfisis en forma de S itálica. Obtuso y redondeado en sus extremos, es neto y cortante en su parte media: es la cresta de la tibia. En su parte superior se sitúa lateral a una saliente, la tuberosidad tibial. Abajo, por el cambio de dirección de la cara lateral, se dirige en sentido medial para terminar en el maléolo medial. (Latarjet, et al., 2019)

El **borde medial** poco marcado arriba, es más saliente abajo. Da inserción a la fascia profunda de la pierna y a fascículos del flexor largo de los dedos. (Latarjet, et al., 2019)

El **borde interóseo** es lateral; en él se inserta la membrana interósea. Se divide abajo en dos ramas que van a circunscribir, en la extremidad inferior del hueso. La cara articular para el peroné (fig. 2). (Latarjet, et al., 2019)

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

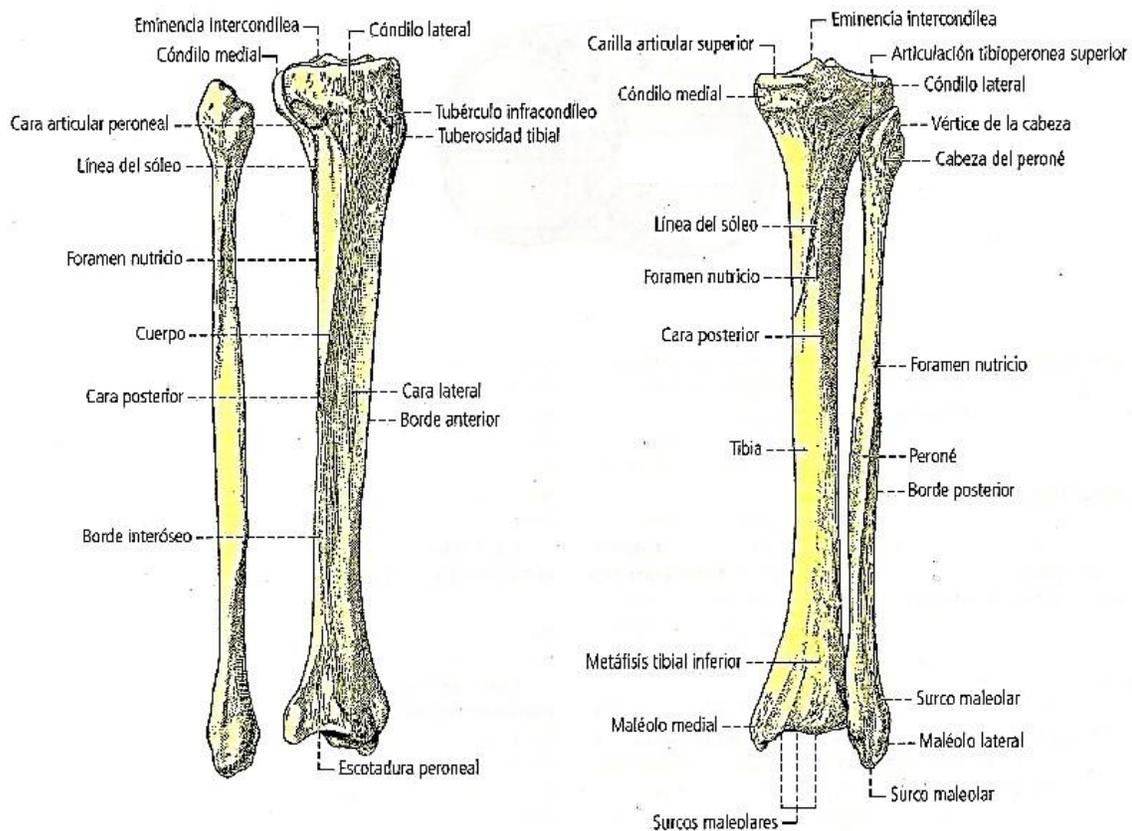


Figura 2 Tibia y peroné, vista lateral, lado derecho y vista posterior. (2019, Latarjet, Ruiz y Pró. p.683)

La **extremidad superior** participa en la articulación tibioperonea proximal y en la articulación de la rodilla (figs. 1-2). Es muy voluminosa, ensanchada. Algo proyectada hacia atrás, prolongada en sentido transversal. Se denomina también macizo tibial. (Latarjet, et al., 2019)

La **carilla articular superior** (fig. 3): presenta dos superficies articulares horizontales y ligeramente excavadas para recibir a los cóndilos femorales; son las partes de la carilla articular [cavidades glenoideas) correspondientes a los dos cóndilos, medial y lateral, de la tibia. La parte de la carilla articular correspondiente al cóndilo medial es más larga y excavada, la parte correspondiente al cóndilo lateral es más extendida en sentido transversal. (Latarjet, et al., 2019)

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

Cada una de ellas presenta un borde periférico semicircular y un borde medial en relación con el eje del hueso. Este último es convexo en la parte lateral y rectilíneo en la medial. La carilla articular superior, en su parte mediana, se eleva en forma de salientes óseos que forman el tubérculo intercondíleo medial, casi vertical, y el tubérculo intercondíleo lateral, más oblicuo. (Latarjet, et al., 2019)

Se encuentran separados por una escotadura. En conjunto, ambos tubérculos, la escotadura y su base común, constituyen la eminencia intercondílea (espina de la tibia). Por delante y por detrás de la eminencia intercondílea, entre las partes de la carilla articular se extienden dos superficies irregulares, las áreas intercondíleas anterior y posterior [preespinal y retroespinal). En ellas se insertan los ligamentos cruzados de la articulación de la rodilla. (Latarjet, et al., 2019)

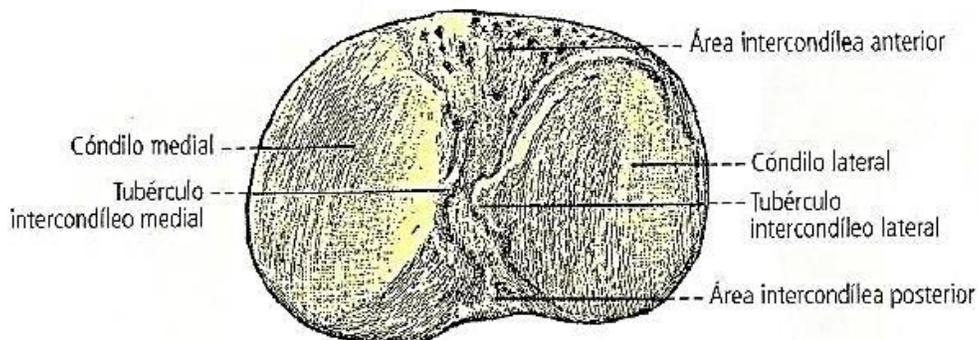


Figura 3 Extremidad superior de la tibia derecha, vista superior (2019, Latarjet, Ruiz y Pró. p.684)

Los **cóndilos tibiales** la carilla articular superior está soportada por los cóndilos tibiales medial y lateral. El cóndilo lateral presenta en su parte posterolateral una carilla articular peroneal, de forma redondeada u oval, orientada hacia abajo, hacia atrás y algo lateralmente, para articularse con el peroné. El cóndilo medial, más desarrollado que el lateral, presenta en su parte posterior una impresión rugosa para la inserción del tendón directo del músculo semimembranoso. (Latarjet, et al., 2019)

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

Por delante de la rugosidad precedente hay un surco horizontal paralelo al borde superior, en el que se aloja el tendón horizontal de este mismo músculo. Ambos cóndilos están separados por atrás mediante una escotadura que corresponde a la parte más posterior del área intercondílea posterior. (Latarjet, et al., 2019)

Adelante, el hueso está reforzado por una saliente levantada por la inserción del ligamento rotuliano, la tuberosidad tibial. Lateral a ella se observa al tubérculo del músculo tibial anterior (de Gerdy). En él vienen a insertarse el tracto iliotibial y la inserción más alta del tibial anterior. (Latarjet, et al., 2019)

La **extremidad inferior** es menos desarrollada que la superior, participa en la articulación tibioperoneo astragalina y en la sindesmosis tibioperonea (fig. 4). En esta extremidad se distinguen las siguientes caras. (Latarjet, et al., 2019)

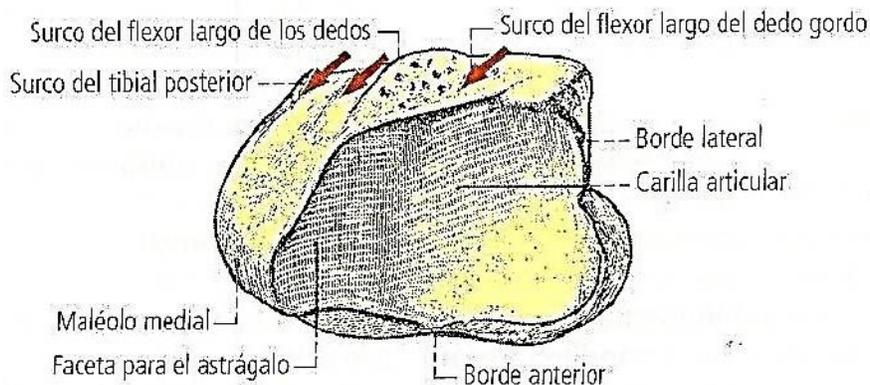


Figura 4 Extremidad inferior de la tibia derecha, vista inferior. (2019, Latarjet, Ruiz y Pró. p.684)

Referente a la **carilla articular inferior** esta se articula con la tróclea astragalina por una superficie cuadrilátera lisa y uniforme, cóncava de adelante hacia atrás y algo más ancha en sentido lateral que medial. Una cresta anteroposterior roma la divide en dos porciones laterales que se apoyan en la tróclea astragalina. La cresta corresponde a la garganta de la tróclea. (Latarjet, et al., 2019)

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

La **cara anterior** es de forma convexa y lisa, sin relieves óseos, continúa la cara lateral del cuerpo. Abajo y medialmente, el maléolo medial es uno de los puntos de referencia esenciales de la articulación tibioperoneo astragalina. (Latarjet, et al., 2019)

La **cara posterior** está marcada por surcos oblicuos orientados en sentido medial para el paso de los tendones flexores del pie. El surco medial corresponde al tibial posterior. El surco lateral, al flexor largo del dedo gordo, y es el más marcado. El surco medio corresponde al flexor largo de los dedos. La cara posterior desciende más que la cara anterior y su borde inferior, saliente atrás de la superficie articular, constituye el "maléolo posterior" (Destot) (fig. 5). (Latarjet, et al., 2019)

Su **cara lateral** se orienta algo hacia atrás, presenta la escotadura peroneal, que es la superficie articular para la extremidad inferior del peroné, marcada adelante y atrás por salientes para la inserción de los ligamentos de la articulación tibioperonea inferior. (Latarjet, et al., 2019)

La **cara medial** está prolongada abajo por la saliente del maléolo medial, cuya cara medial, convexa y lisa, está en relación directa con la piel. Su cara lateral, continúa la superficie de la carilla articular inferior y se articula con la cara medial del astrágalo. (Latarjet, et al., 2019)

Su **borde posterior** presenta al surco maleolar, oblicuo hacia abajo y medialmente, para el paso del tendón del tibial posterior. La base del maléolo medial se continúa con el cuerpo del hueso. Su vértice está dividido en dos eminencias desiguales por la escotadura en la que se inserta el ligamento colateral medial de la articulación tibioperoneo astragalina. (Latarjet, et al., 2019)

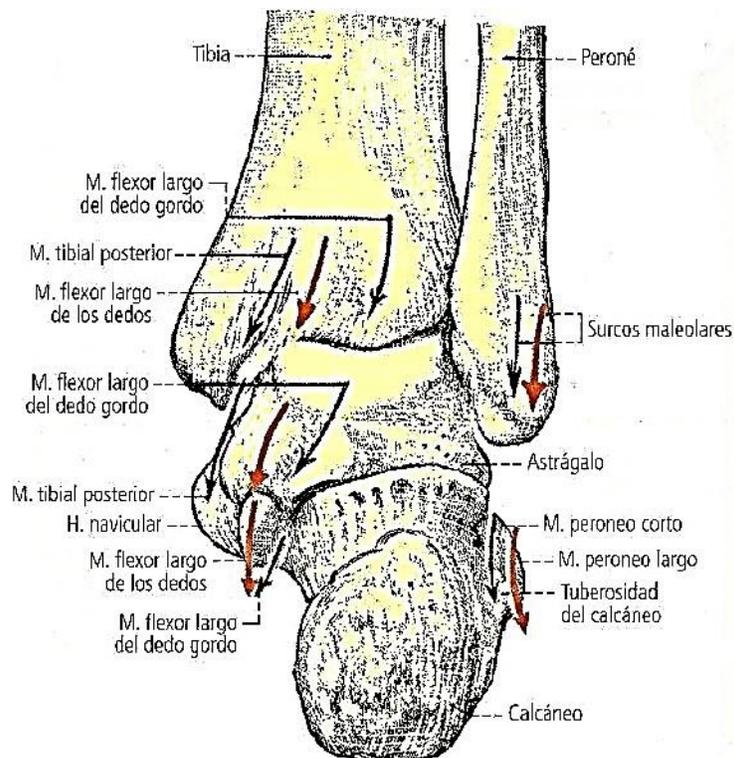


Figura 5 Articulación tibioperoneo astragalina, vista posterior.
(2019, Latarjet, Ruiz y Pró. p.685)

1.1.1.2 *Peroné (fibula)* Es el hueso lateral de la pierna, situado en sentido lateral a la tibia; desciende más que ésta en la articulación tibioperoneo astragalina. Es un hueso largo y delgado, que se articula con la tibia por sus dos extremidades y su diáfisis. Además, participa en la articulación tibioperoneo astragalina. El cuerpo de este hueso posee tres caras y tres bordes. (Latarjet, et al., 2019)

La **cara lateral** (fig. 6) de este hueso es redondeada en su parte superior. Presenta en su parte media o en sus dos tercios superiores un canal longitudinal para los músculos peroneos corto y largo. En la parte inferior de esta cara, una cresta que parte del borde anterior del hueso se dirige oblicuamente hacia abajo y atrás, hacia la epífisis inferior. (Latarjet, et al., 2019)

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

Divide la cara lateral en una porción posterior en forma de canal, donde se alojan los tendones de los músculos peroneos corto y largo y una porción anterior con vértice superior, en relación con el tejido subcutáneo y la piel. (Latarjet, et al., 2019)

Su **cara medial** (fig. 6), es estrecha en sus partes superior e inferior, es más ancha en su parte media. Una cresta longitudinal se desprende de la parte alta del borde anterior, y abajo, por encima del maléolo, se une al borde medial; es el borde interóseo. Delimita dos superficies: (Latarjet, et al., 2019)

- Una anterior, que da inserción en sus dos tercios superiores al extensor largo de los dedos y al tercer peroneo. En su tercio inferior, al extensor largo del dedo gordo. (Latarjet, et al., 2019)
- La otra superficie posterior, es excavada en sus dos tercios superiores. para la inserción del tibial posterior. En el borde interóseo se inserta la membrana interósea. (Latarjet, et al., 2019)

La **cara posterior** (fig. 2), orientada hacia atrás en sus tres cuartos superiores, en su cuarto inferior tiende a hacerse medial cuando la cara y el borde lateral se dirigen hacia atrás para formar el surco maleolar lateral. En la parte superior se inserta el músculo sóleo, y en su parte media, el flexor largo del dedo gordo. La cresta medial se ubica en el tercio superior y medial, da inserción al tibial posterior y al tabique fibroso que lo separa del flexor largo del dedo gordo. En el tercio medio de la cara posterior se encuentra el foramen nutricio del hueso, dirigido hacia abajo. (Latarjet, et al., 2019)

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

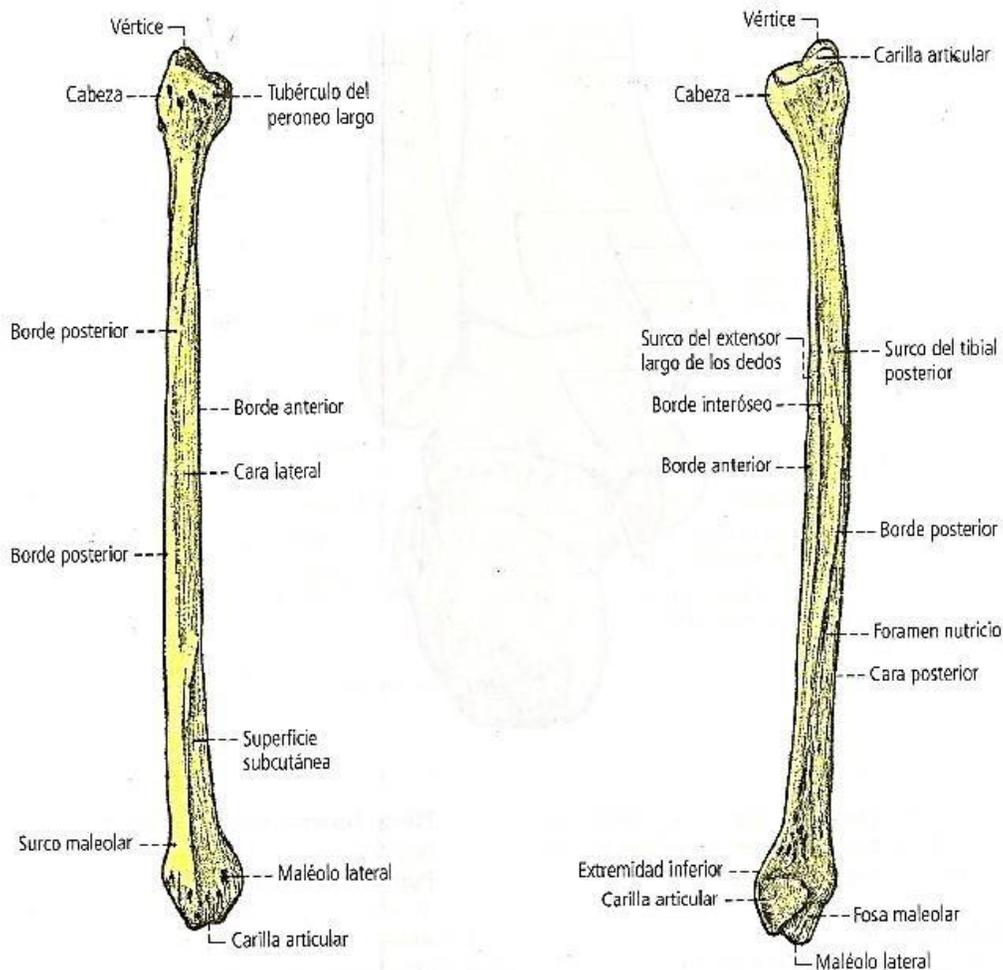


Figura 6 Peroné derecho, cara lateral. Peroné derecho, cara medial. (2019, Latarjet, Ruiz y Pró. p.686)

Los bordes son difíciles de distinguir, se describen de la siguiente manera.

- **Anterior:** vertical, ligeramente cóncavo hacia adelante se encuentra bien marcado.
- **Interóseo:** aquí se inserta la membrana interósea. Esta membrana no llega hasta la cabeza del peroné, dejando un espacio para el pasaje de los vasos tibiales anteriores
- **Posterior:** más marcado en la parte inferior, forma abajo el borde posterior del surco maleolar. En él se inserta el tabique que separa a los músculos de la región lateral de la posterior. (Latarjet, et al., 2019)

La **extremidad superior** o cabeza del peroné esta presenta en su parte medial una carilla articular plana, redonda u oval, que enfrenta a una carilla similar del cóndilo lateral de la tibia

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

(fig. 7). Atrás se levanta el vértice de la cabeza [apófisis estiloides]. Su borde anterior, más ancho que el posterior, oblicuo abajo, se prolonga hasta la parte más anterior de la epífisis; es la cara anterior. (Latarjet, et al., 2019)

En el vértice de la cabeza y delante de él se inserta el tendón inferior del bíceps femoral, y medial a él, la parte inferior del ligamento colateral peroneo de la rodilla. En la cara lateral, delante del vértice de la cabeza, se inserta el músculo peroneo largo. Por detrás, fibras del músculo sóleo. La cabeza está unida al cuerpo del hueso por el cuello; en contacto inmediato con éste, lateralmente y rodeándolo, pasa el nervio peroneo común. (Latarjet, et al., 2019)

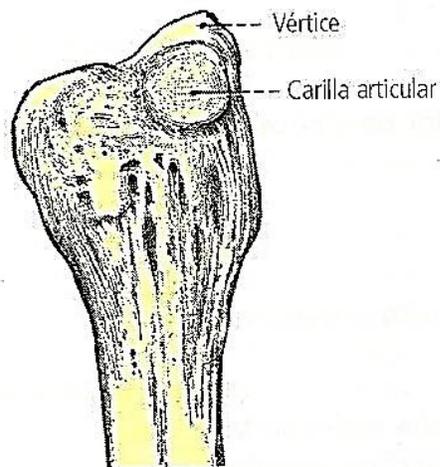


Figura 7 Extremidad superior del peroné, vista medial. (2019, Latarjet, Ruiz y Pró. p.687)

La **extremidad inferior** situada en sentido lateral a la articulación talocrural, forma el maléolo lateral, colocado en un plano más posterior que el medial, y que desciende más que éste (fig. 8). Presenta medialmente, de arriba hacia abajo:

- Una superficie rugosa donde se insertan ligamentos que unen el peroné a la tibia.
- Una cara lisa y articular relacionada con la cara lateral de la epífisis inferior de la tibia y con la cara lateral del astrágalo.

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

- Debajo y detrás de esta cara, una depresión o fosita donde se inserta el ligamento peroneo astragalino posterior.
- Adelante y lateralmente es convexa y lisa, se la palpa debajo de la piel.
- Atrás y lateralmente, presenta un surco, continuación del surco de los tendones peroneos de la cara lateral del hueso.
- Abajo y atrás se adelgaza en punta, formando el vértice, dividido en su extremidad en dos eminencias, entre las cuales pasa el ligamento calcaneoperoneo.
- En los bordes anterior y posterior del maléolo se insertan ligamentos que lo unen a la tibia y al astrágalo. (Latarjet, et al., 2019)

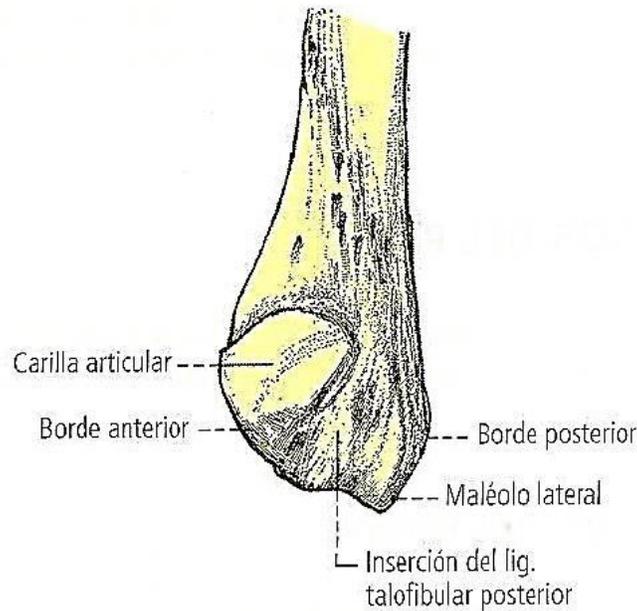


Figura 8 Extremidad inferior del peroné, vista medial.
(2019, Latarjet, Ruiz y Pró. p.687)

1.1.1.3 *Huesos del tarso* los huesos del tarso son siete, y estos se disponen en dos filas

- a) Una fila posterior, con el **astrágalo** y el **calcáneo**, forman el **tarso posterior**.
- b) Una fila anterior, con el **cuooides**, el **navicular** y los **cuneiformes medial, intermedio y lateral**, constituyen el **tarso anterior**. (Latarjet, et al., 2019)

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

1.1.1.3.1 *Astrágalo (talus)* Está interpuesto entre los huesos de la pierna por arriba, el calcáneo por abajo y atrás, y el navicular por delante. Es el hueso del pie que está situado más arriba. Es el único hueso del tarso que no presenta inserciones musculares. Se distingue un cuerpo, voluminoso, interpuesto entre la tibia, el peroné y el calcáneo, un cuello estrechado y una cabeza dirigida hacia adelante, hacia el navicular. (Latarjet, et al., 2019)

La **cara superior** (fig. 9) está ocupada por una superficie articular más ancha en su parte anterior. Es convexa de adelante hacia atrás y cóncava en sentido transversal, es la tróclea astragalina. Está limitada lateralmente por dos bordes semicirculares, de los cuales el lateral es algo más elevado que el medial. Ambos se prolongan por dos vertientes que confluyen en una garganta obtusa de dirección anteroposterior. Este surco es más próximo al borde medial que al lateral, ligeramente oblicuo hacia adelante y en sentido lateral. (Latarjet, et al., 2019)

Por delante de la tróclea astragalina se observa la parte superior del cuello, cribado por orificios vasculares. Delante de la tróclea astragalina, en la cara superior del cuello, hay una depresión, donde se aloja la parte anterior de la tibia en la flexión de la pierna sobre el pie. (Latarjet, et al., 2019)

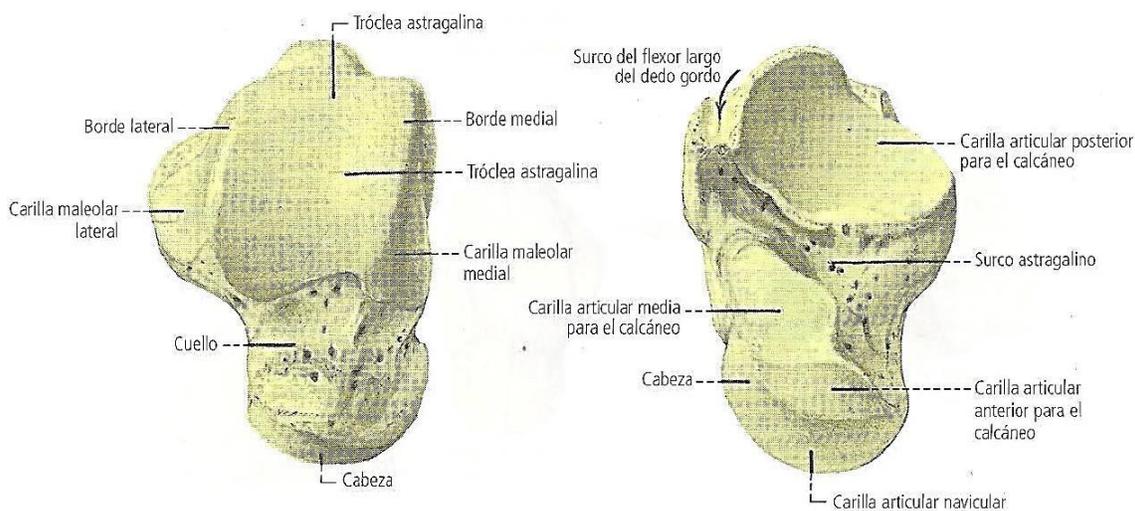


Figura 9 Astrágalo derecho visto por su cara superior y derecho visto por su cara inferior. (2019, Latarjet, Ruiz y Pró. p.689)

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

La **cara inferior** (fig. 9) del astrágalo se articula con el calcáneo. Para ello, presenta: una carilla articular anterior para el calcáneo, en la región inferior de la cabeza del astrágalo, de forma ovalada y prácticamente plana. Por detrás y en sentido medial, en la cara inferior del cuello del astrágalo, de forma alargada anteroposteriormente y levemente convexa en el mismo sentido, se ubica la carilla articular media para el calcáneo. (Latarjet, et al., 2019)

Por último, presenta otra superficie articular: la **carilla articular posterior** para el calcáneo, ubicada por debajo del cuerpo del astrágalo. Esta última carilla es más extensa, orientada hacia abajo y hacia atrás, cóncava en sentido anteroposterior y plana transversalmente. (Latarjet, et al., 2019)

La carilla media y la posterior están separadas por un surco profundo, muy oblicuo adelante y lateral, el surco astragalino. Estrechado en la parte posterior, el surco astragalino se ensancha en la anterior, donde forma un conducto junto con el calcáneo: el seno del tarso. (Latarjet, et al., 2019)

La **carilla maleolar lateral** (fig.10) está ocupada por una superficie articular para el maléolo lateral. Es triangular con base superior curvilínea, que corresponde al borde lateral de la tróclea astragalina. Su vértice se inclina en sentido lateral y sobresale casi horizontalmente, es la apófisis lateral del astrágalo. (Latarjet, et al., 2019)

La cara articular está circunscripta, adelante, por una superficie rugosa en la que se inserta el ligamento peroneo astragalino anterior. Atrás, otra rugosidad para el ligamento peroneo astragalino posterior. Delante de la cara maleolar lateral: la cara lateral del cuello del hueso es redondeada y la vertiente lateral de la cabeza muestra una parte de su superficie articular. (Latarjet, et al., 2019)

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

La **carilla maleolar medial** (fig. 10) es menos elevada que la lateral, presenta arriba y atrás una superficie articular en forma de coma, con cabeza anterior, para el maléolo medial. Se continúa por arriba con la tróclea astragalina. (Latarjet, et al., 2019)

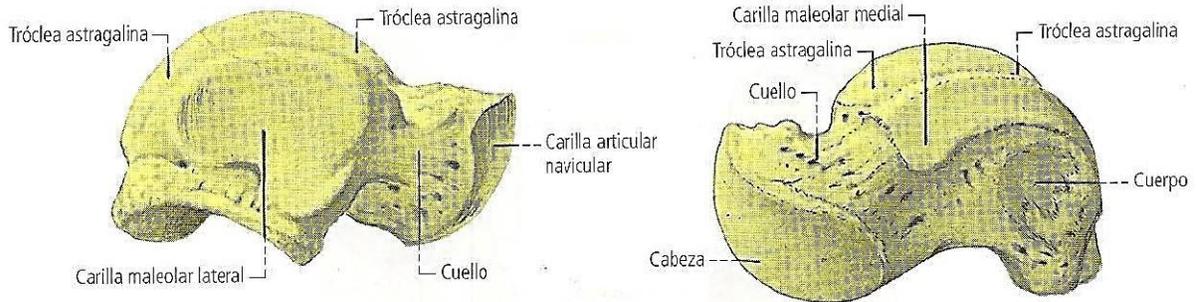


Figura 10 Astrágalo derecho, vista lateral Astrágalo derecho. Vista medial. (2019, Latarjet, Ruiz y Pró. p.690)

Por delante de carilla maleolar medial, una superficie rugosa corresponde a la cara medial del cuello. Por debajo, a lo largo del borde cóncavo de la superficie articular, la cara medial del cuerpo. En ella se ven rugosidades para inserciones de la porción tibio astragalina anterior del ligamento colateral medial (deltoideo). Esta cara es casi vertical. Se inclina medialmente y abajo en su parte anterior, allí donde aparece la vertiente medial de la cabeza. (Latarjet, et al., 2019)

La **cara posterior** (fig. 11): se halla casi reducida a un simple borde interpuesto entre las caras superior e inferior. Está marcada, sin embargo, por el surco para el tendón del músculo flexor largo del dedo gordo. Este surco está bordeado lateralmente por la saliente del hueso trígono, que en algunos casos puede ser independiente. (Latarjet, et al., 2019)

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

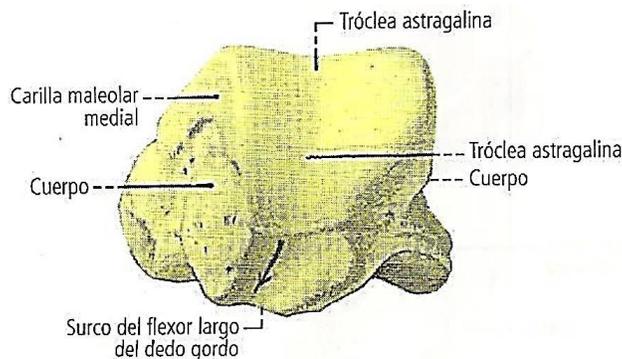


Figura 11 Astrágalo derecho, vista posterior. (2019, Latarjet, Ruiz y Pró. p.690)

La **cara anterior** (figs. 9-10) está ocupada por la cabeza del astrágalo, que se articula con el calcáneo abajo y con el navicular adelante. Para este fin, el navicular presenta una carilla excavada como cavidad glenoidea. (Latarjet, et al., 2019)

Esta superficie es menor que la superficie de la cabeza astragalina. En efecto, la superficie articular navicular se continúa hacia abajo y atrás con la carilla articular anterior para el calcáneo. De ello surge que la porción inferior de la cabeza carece de contacto con el navicular. Esta se relaciona con el ligamento calcaneonavicular plantar. (Latarjet, et al., 2019)

La superficie articular de la cabeza, más ancha que alta, está en el resto separada del cuello por un límite neto. La cabeza experimenta, a nivel del cuello, una triple desviación en relación con el eje del cuerpo del hueso (fig. 12): (Latarjet, et al., 2019)

- a) En el plano sagital vertical, los ejes del cuerpo y del cuello forman el ángulo de inclinación abierto abajo y adelante, que lleva la cabeza hacia abajo: mide 115° término medio. Es tanto más cerrado cuanto más arqueado es el pie.
- b) En un plano horizontal, los ejes del cuerpo y del cuello forman el ángulo de declinación abierto medialmente (160° término medio) que dirige la cabeza hacia el borde medial del pie hacia el navicular, en dirección del 1er metatarsiano.

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

- c) En un plano transversal, el eje de la cabeza forma con la horizontal, el ángulo de torsión y de rotación, este oscila alrededor de los 45°. Casi inexistente en el recién nacido, se acentúa con la adaptación a la marcha plantígrada del hombre. (Latarjet, et al., 2019)

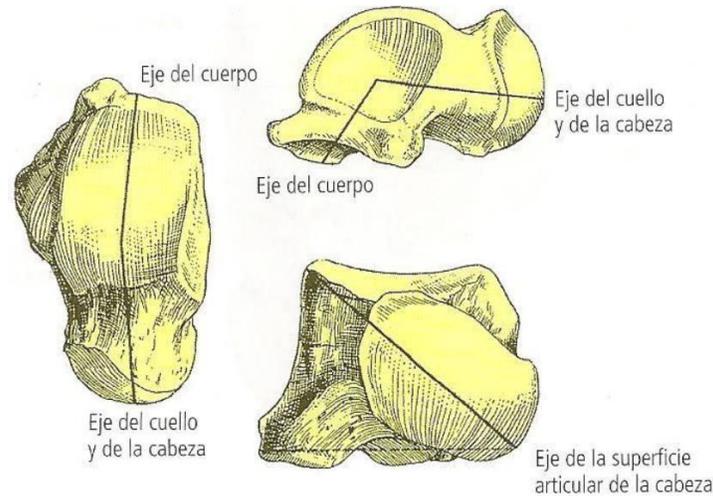


Figura 12 Astrágalo. A la izquierda: Ángulo de declinación, vista superior. Arriba, a la derecha: Ángulo de inclinación, vista lateral. Abajo y a la derecha: Ángulo de rotación. Vista de frente. (2019, Latarjet, Ruiz y Pró. p.690)

1.1.1.3.2 *Calcáneo* Es el más voluminoso de los huesos del tarso, se aplica al suelo por su parte posteroinferior. Se articula arriba con el astrágalo y adelante con el cuboides. Descripción Es un hueso alargado de adelante hacia atrás, con una importante y fuerte saliente medial. En él se describen las siguientes caras. (Latarjet, et al., 2019)

La **cara superior** (fig. 13): presenta hacia adelante tres carillas articulares que se corresponden con las del astrágalo. Adelante y medialmente, se encuentran la carilla articular anterior del astrágalo y la carilla articular media del astrágalo. Ésta última es medial, alargada, oblicua de atrás hacia adelante y de medial a lateral. La otra es la carilla articular posterior del astrágalo, está ubicada posterolateral, es más ancha, muy inclinada hacia abajo y adelante. Se encuentra apoyada sobre un macizo óseo importante, por lo cual se comprenderá la importante función que tiene en la estática del pie. (Latarjet, et al., 2019)

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

Entre las carillas media y posterior se encuentra el surco del calcáneo, oblicuo hacia adelante y lateralmente. Por detrás de la porción articular con el astrágalo, la cara superior del hueso es cóncava hacia arriba, convexa en sentido transversal, irregular y cribada por orificios vasculares. (Latarjet, et al., 2019)

La **cara inferior** (fig.13): es muy irregular. Atrás se encuentran dos salientes, las apófisis lateral y medial de la tuberosidad calcánea. Por delante de estas apófisis se extiende una superficie rugosa longitudinal que presenta rugosidades para la inserción del ligamento calcaneocuboideo plantar. (Latarjet, et al., 2019)

Esta superficie termina por delante en una eminencia más o menos bien circunscrita, denominada tubérculo del calcáneo, en el cual se insertan los fascículos profundos del ligamento calcaneocuboideo plantar. Estas salientes traducen, pues, la presencia, en el sujeto revestido de sus partes blandas, de músculos y ligamentos voluminosos que pertenecen a la planta del pie. (Latarjet, et al., 2019)

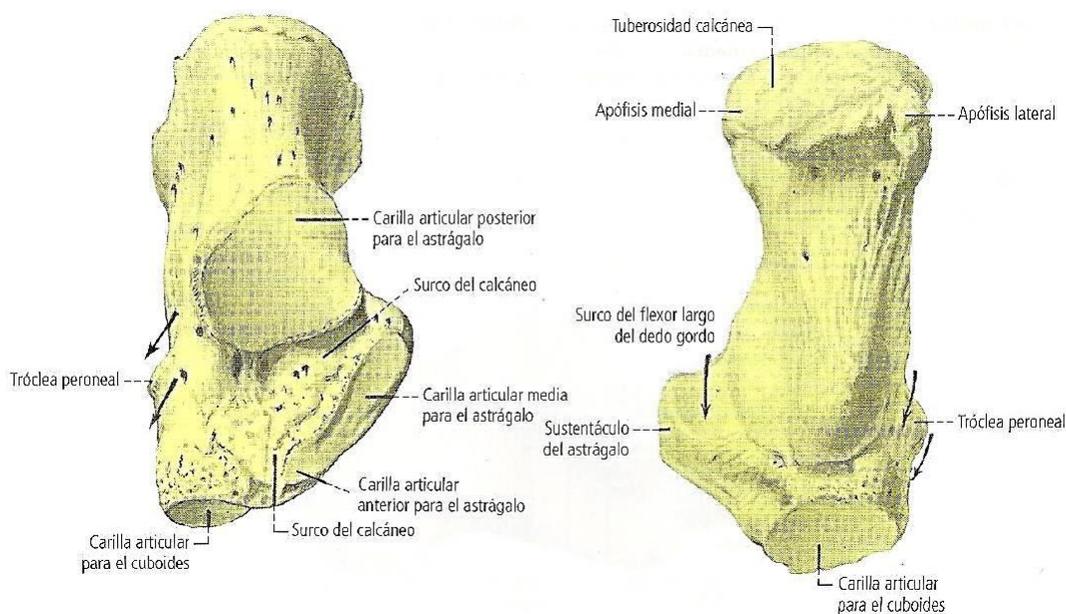


Figura 13 Calcáneo derecho, vista superior Calcáneo derecho, vista inferior. (2019, Latarjet, Ruiz y Pró. p.691)

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

La **cara lateral** (fig. 14) es superficial. El punto de unión del tercio anterior con los dos tercios posteriores está marcado por la tróclea peroneal del calcáneo. Ésta separa a los surcos de los tendones de los músculos peroneos: el peroneo corto por arriba, el peroneo largo por abajo de la tróclea peroneal, en la cual se insertan las vainas fibrosas de estos tendones. Por encima y detrás de la tróclea peroneal se inserta el ligamento calcaneoperoneo. (Latarjet, et al., 2019)

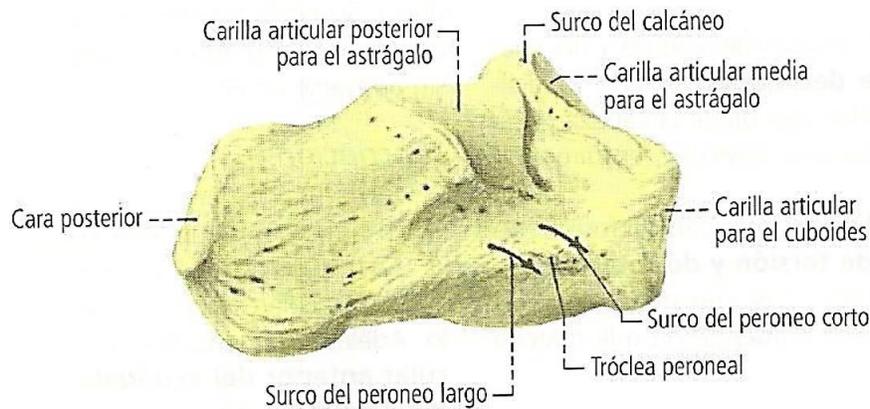


Figura 14 Calcáneo derecho, vista lateral. (2019, Latarjet, Ruiz y Pró. p.692)

La **cara medial** (fig. 15) está excavada por un surco profundo y ancho: el canal calcáneo medial. Está limitado por atrás por la apófisis medial de la tuberosidad calcánea y por delante, por el sustentáculo del astrágalo. El sustentáculo del astrágalo es una saliente medial muy pronunciada, que sostiene por arriba a la carilla articular media del astrágalo. Por debajo del sustentáculo del astrágalo se encuentra el surco para el tendón del músculo flexor largo del dedo gordo. Por el canal calcáneo medial pasan los tendones, los vasos y los nervios de la cara posterior de la pierna que llegan a la planta del pie. (Latarjet, et al., 2019)

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

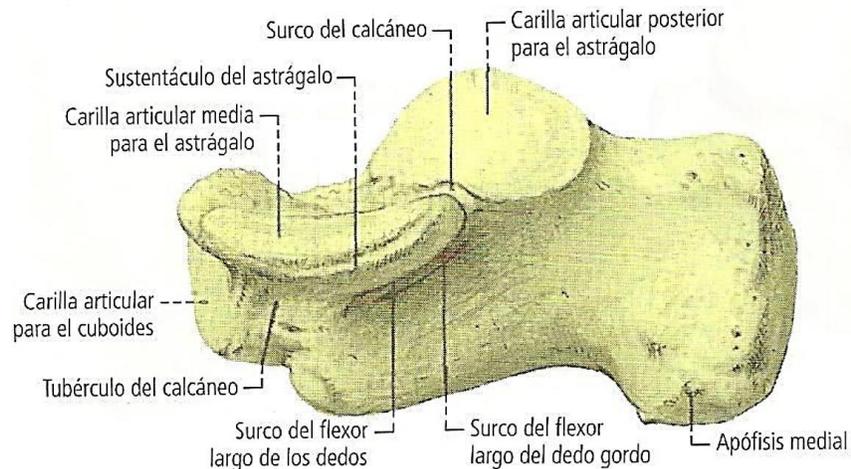


Figura 15 Calcáneo derecho, vista medial. (2019, Latarjet, Ruiz y Pró. p.692)

La **cara posterior** (fig. 16) inclinada abajo y atrás, es ancha y lisa en su parte superior, donde una bolsa serosa la separa del tendón calcáneo. Abajo es rugosa, levantada por las inserciones sólidas del tendón calcáneo. (Latarjet, et al., 2019)

La **cara anterior** está excavada por una superficie articular cóncava de arriba hacia abajo y convexa en sentido transversal, es la carilla articular para el cuboides. Esta carilla se adapta a la cara posterior del cuboides y está limitada arriba por una eminencia delgada que la sobrepasa. (Latarjet, et al., 2019)

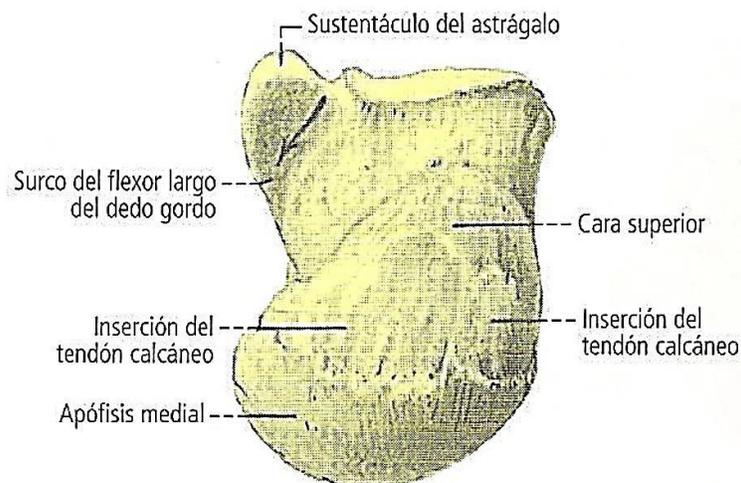


Figura 16 Calcáneo derecho, vista posterior. (2019, Latarjet, Ruiz y Pró. p.693)

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

1.1.1.3.3 *Cuboides* Se articula atrás con el calcáneo, medialmente con el navicular y el cuneiforme lateral, adelante con el 4º y 5º metatarsiano. (fig. 17)

La **cara dorsal o superior** esta cara se halla orientada arriba y lateralmente, forma parte del dorso del pie. Irregular, está cubierta por ligamentos y los músculos extensor corto de los dedos y extensor corto del dedo gordo. (Latarjet, et al., 2019).

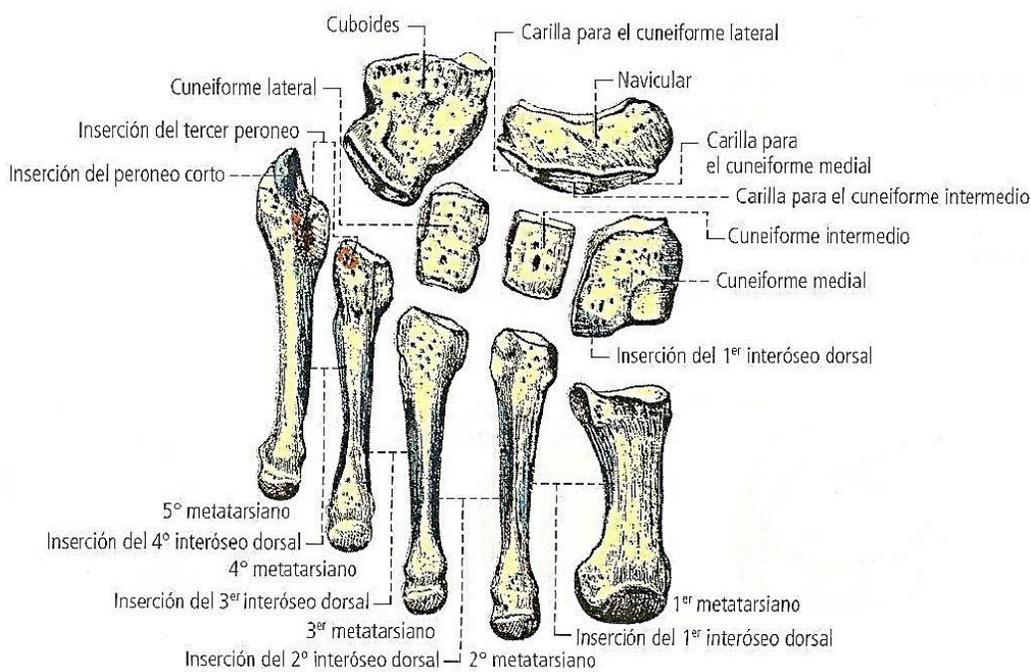


Figura 17 Huesos de la segunda hilera del tarso y los metatarsianos vistos por su cara dorsal con inserciones musculares. (2019, Latarjet, Ruiz y Pró. p.693)

La **cara plantar o inferior** (fig. 18): en su parte media o algo atrás la cruza de lateral a medial y de atrás hacia adelante una saliente: la tuberosidad del cuboides, por delante de la cual se encuentra el surco para el tendón del músculo peroneo largo, transformado en conducto por una expansión del ligamento calcaneocuboides plantar. Por el surco pasa el tendón del peroneo largo. Cerca del borde lateral puede existir una impresión oval que se corresponde con el sesamoideo del tendón de este músculo. (Latarjet, et al., 2019)

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

La **cara posterior** (fig. 19) se articula con el calcáneo; convexa en sentido transversal, es cóncava en sentido vertical. De forma triangular con base superior curvilínea dorsal, el vértice se prolonga hacia abajo y medialmente formando la apófisis calcánea del cuboides. (Latarjet, et al., 2019)

La **cara anterior** (fig.19) articular, está subdividida por una cresta vertical oblicua: la carilla que queda lateralmente corresponde al 5° metatarsiano y la que queda medialmente, al 4°.

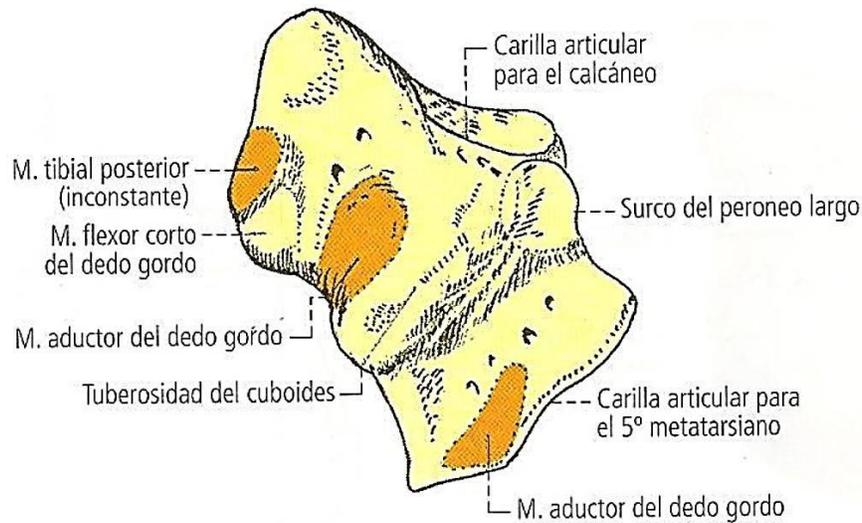


Figura 18 Cuboides derecho con sus inserciones musculares, visto por su cara inferior. (2019, Latarjet, Ruiz y Pró. p.694)

Cara medial presenta en su parte media una carilla articular para el cuneiforme lateral. Por detrás de ella puede existir una más pequeña para el navicular; el resto es rugoso, para inserciones ligamentosas. (Latarjet, et al., 2019)

Cara lateral (fig.18) corresponde al borde lateral del pie; se observa una escotadura que es el comienzo del surco para el tendón del músculo peroneo largo. (Latarjet, et al., 2019)

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

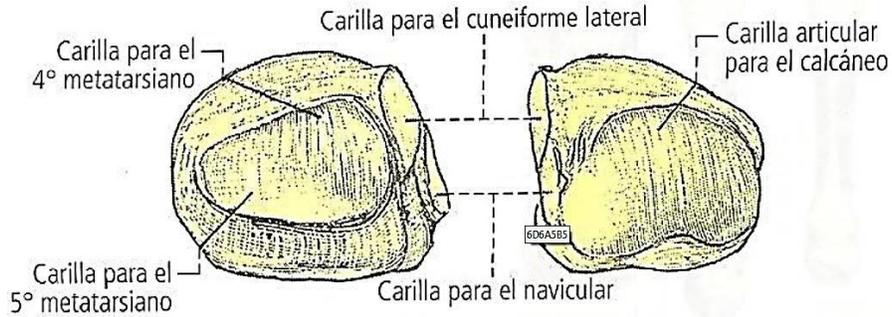


Figura 19 Cuboides derecho. A la izquierda, vista anterior.
A la derecha vista posterior. (2019, Latarjet, Ruiz y Pró. p.694)

1.1.1.3.4 *Navicular (escafoides)* Se articula con la cabeza del astrágalo y, por delante, con los tres cuneiformes. Aplastado en sentido anteroposterior, no llega tan adelante como el cuboides. (Latarjet, et al., 2019)

La **Cara posterior** (fig.20) presenta una cavidad profunda, regular, más ancha que alta, destinada a recibir la cabeza del astrágalo. (Latarjet, et al., 2019)

La **Cara anterior** (fig.21) presenta dos crestas oblicuas descendentes, que la dividen en tres superficies articulares para cada uno de los cuneiformes. (Latarjet, et al., 2019)

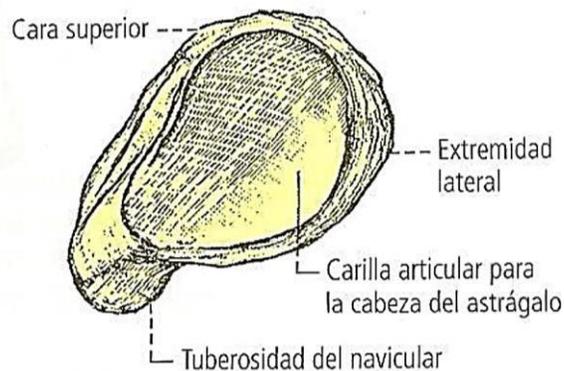


Figura 20 Navicular derecho visto por su cara posterior. (2019, Latarjet, Ruiz y Pró. p.694)

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

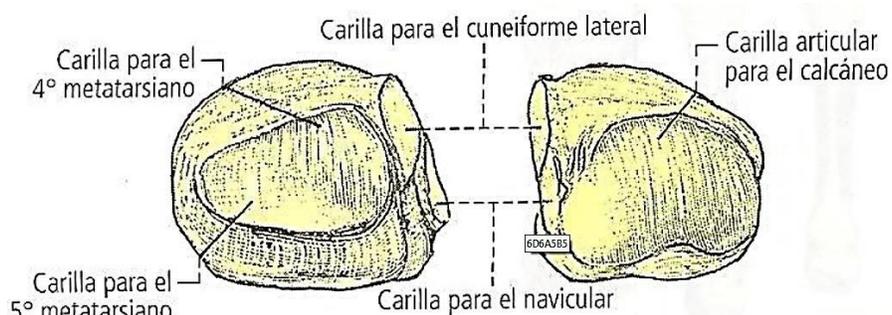


Figura 21 Navicular derecho visto por su cara anterior (2019, Latarjet, Ruiz y Pró. p.695)

La **Cara lateral** es estrecha, presenta una pequeña carilla que se articula con el cuboides. (Latarjet, et al., 2019)

Borde superior, inclinado abajo y medialmente, forma parte de la cara dorsal del tarso.

Borde inferior, opuesto al precedente, sobresale en la cara plantar. Ambos son rugosos, para inserciones ligamentosas. (Latarjet, et al., 2019)

Extremo medial, este une la parte superior e inferior del hueso. En su parte posteromedial forma una importante saliente, la tuberosidad del navicular, para la inserción terminal del tendón principal del músculo tibial posterior. La tuberosidad del navicular es un importante punto de referencia, palpable en el borde medial del pie. (Latarjet, et al., 2019)

1.1.1.3.5 *Cuneiformes* A estos huesos se les designa así por tener forma de cuñas con base dorsal y vértice plantar, situados entre el escafoides, el cuboides y los cuatro primeros metatarsianos (figs.22 y 23). De esta manera contribuyen a dar a los esqueletos tarsiano y metatarsiano su aspecto cóncavo abajo y medialmente. (Latarjet, et al., 2019)

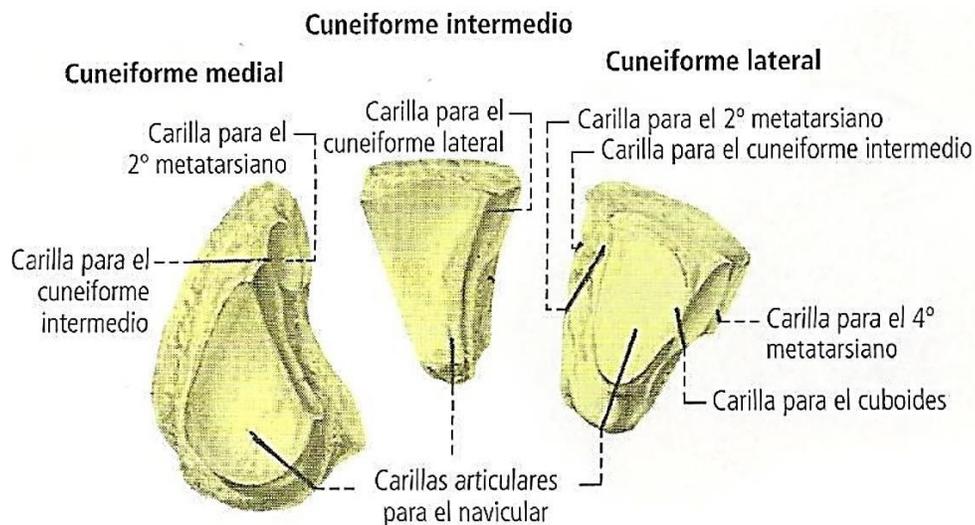


Figura 22 Cuneiformes vistos por su cara posterior. (2019, Latarjet, Ruiz y Pró. p.695)

Cuneiforme medial (1ª cuña) Forma parte del borde medial del pie. Atrás se articula con el navicular. Adelante se relaciona con la carilla posterior de la base del 1er metatarsiano; es una ancha superficie articular convexa medialmente (véase fig. 63-61). En su parte anterior e inferior se encuentra una impresión circular para la inserción del tendón del tibial anterior. (Latarjet, et al., 2019)

Lateralmente presenta dos carillas articulares: la anterior, pequeña, para el 2º metatarsiano, y la posterior, más grande, para el cuneiforme intermedio. Por debajo de ambas existen rugosidades para las inserciones de los ligamentos interóseos. (Latarjet, et al., 2019)

El vértice, inferior, sobresale en la planta del pie: es desigual y ancho, y da inserción a ligamentos y a una expansión del tendón del tibial posterior. La base, superior, está en la región dorsal del pie, es más gruesa adelante, donde se articula con el 2º metatarsiano, y más delgada atrás, donde se articula con el cuneiforme intermedio. (Latarjet, et al., 2019)

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

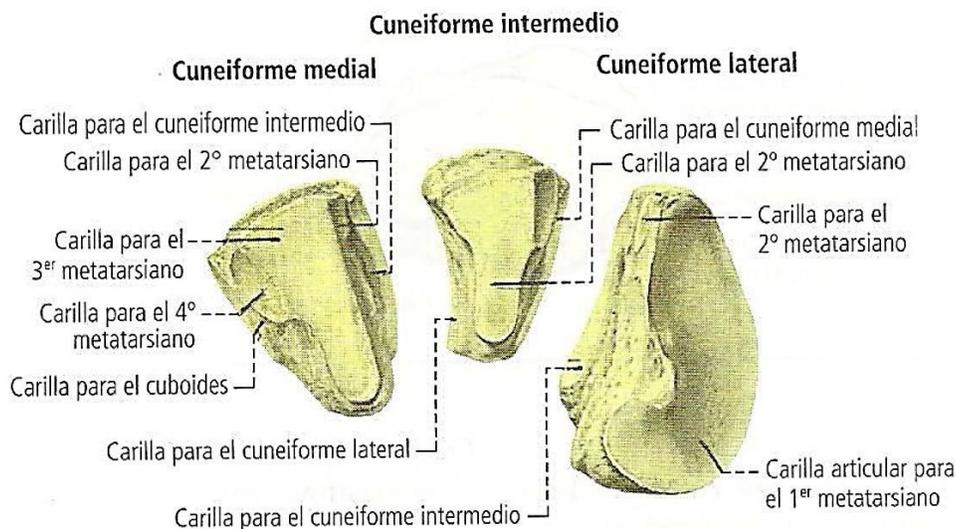


Figura 23 Cuneiformes vistos por su cara anterior. (2019, Latarjet, Ruiz y Pró. p.696)

Cuneiforme intermedio (2ª cuña) Hacia atrás, con forma triangular y ligeramente cóncavo, se articula con la cara media del navicular. Hacia adelante, con la base del 2º metatarsiano. Medialmente, se articula en sentido anteroinferior con el cuneiforme medial. Presenta una carilla en escuadra, entre cuyas ramas se insertan ligamentos interóseos. (Latarjet, et al., 2019)

Lateralmente presenta hacia atrás una carilla articular. La base, superior, forma parte del dorso del pie, es cuadrilátera y rugosa para inserciones ligamentosas. El vértice, inferior, rectilíneo y delgado, corresponde a la planta del pie. (Latarjet, et al., 2019)

Cuneiforme lateral (3ª cuña) Hacia atrás se articula con la carilla del navicular. Hacia adelante, con el 3er metatarsiano. Medialmente presenta dos carillas articulares, la posterior para el cuneiforme intermedio, la anterior, más estrecha, para el 2º, metatarsiano. (Latarjet, et al., 2019)

Lateralmente, dos carillas articulares: una posterior para el cuboide, otra anterior, inconstante, para el 4º metatarsiano, y entre ambas, rugosidades para la inserción de

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

ligamentos interóseos. La base forma parte del dorso. El vértice es un borde dirigido en sentido anteroposterior, se exterioriza en la planta del pie. (Latarjet, et al., 2019)

1.1.2 Superficies articulares La tuberosidad de la tibia, tiene una elevación oval en la cara anterior de la tibia, que se palpa fácilmente a unos 5 cm distales con respecto al vértice de la rótula. La cara anteromedial de la tibia, subcutánea, también se palpa con facilidad. La piel que cubre esta superficie se mueve libremente. (Latarjet, et al., 2019)

Los cóndilos de la tibia pueden palpase anteriormente a los lados del ligamento rotuliano, en especial cuando la rodilla está flexionada. La cabeza del peroné sobresale a nivel de la parte superior de la tuberosidad de la tibia, ya que, semejante a una protuberancia redondeada, es subcutánea en la cara posterolateral de la rodilla. (Latarjet, et al., 2019)

El cuello del peroné puede palpase inmediatamente distal a la parte lateral de la cabeza del peroné. Al hacerlo, puede provocarse una sensación algo desagradable a causa de la presencia de un nervio que pasa por ese punto. El maléolo medial, el relieve del lado medial del tobillo, también es subcutáneo y prominente. Obsérvese que su extremo inferior es romo, y no se extiende tan distalmente como lo hace el maléolo lateral. (Latarjet, et al., 2019)

El maléolo medial se encuentra a unos 1,25 cm proximales al nivel del vértice del maléolo lateral. Sólo puede palpase la cuarta parte distal del cuerpo de la fibula. Al palpar el maléolo lateral se apreciará que es subcutáneo y que su extremo inferior es agudo. Obsérvese que el vértice del maléolo lateral se extiende más distalmente y más posteriormente que el vértice del maléolo medial. (Latarjet, et al., 2019)

Del lado de la pierna la superficie articular presenta un techo tibial y dos caras laterales constituidas por los maléolos tibial y peroneo. El techo lo constituye la superficie distal de la

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

tibia, cuadrilátera, algo más ancha en su parte anterior que en la posterior, cóncava de adelante hacia atrás y ligeramente convexa en sentido transversal. En su parte mediana presenta una cresta obtusa, que corresponde con la tróclea astragalina, y a cada lado de ella dos superficies que se amoldan sobre las vertientes de estas poleas. Está limitada hacia atrás por la saliente de la tibia, que desciende en sentido posterior. (Latarjet, et al., 2019)

Las superficies laterales son verticales y están constituidas: lateralmente por la cara medial del maléolo lateral, triangular con vértice inferior, extensa en sentido vertical y convexa; medialmente, por la cara lateral del maléolo tibial, casi plana y prolongada de adelante hacia atrás, con forma triangular de la base anterior. Los dos maléolos, solidarizados por la sindesmosis tibioperonea, forman una pinza (mortaja, muesca) que enmarca al astrágalo. El eje transversal de esta pinza es oblicuo atrás y lateralmente. El astrágalo y el pie están dirigidos hacia adelante y en sentido lateral. (Latarjet, et al., 2019)

Del lado del pie el astrágalo presenta una superficie superior, la tróclea, con una garganta anteroposterior, orientada de lateral a medial, y dos vertientes, de las cuales la lateral es la más ancha, ambas inclinadas hacia la garganta. Un borde medial semicircular, redondeado y obtuso, y un borde lateral más alto que el precedente, más marcado que en su parte posterior se ensancha. La tróclea astragalina es más larga que ancha y su amplitud disminuye hacia atrás. (Latarjet, et al., 2019)

Dos superficies a los lados, que corresponden a los maléolos lateral y medial

- La superficie lateral, cóncava de arriba hacia abajo, es triangular con base superior.
- La superficie medial, más elevada que la lateral, semeja una coma con una extremidad gruesa anterior. (Latarjet, et al., 2019)

1.1.3 Medios de unión Los movimientos de la articulación son, sobre todo, anteroposteriores. El aparato capsuloligamentoso es laxo adelante y atrás y sólido lateralmente. (Latarjet, et al., 2019)

1.1.3.1 *Cápsula articular*: en la articulación del tobillo, esta es delgada en la parte anterior y posteriormente, pero se encuentra reforzada por ligamentos. Su membrana fibrosa se inserta en la parte superior en los bordes de las superficies articulares de la tibia y en los maléolos e inferiormente en el astrágalo. La membrana sinovial, cubre la membrana fibrosa y es laxa. (Moore, Dalley, Agur, 2018)

1.1.3.2 *Ligamentos*: son fibras densas de tejido conectivo especializado que unen dos huesos entre sí, varían en tamaño, forma, orientación y localización. Las fibras están compuestas de colágeno tipo I en 85%, dispuestas en forma paralela y el resto está compuesto por otros tipos (III, VI, V, XI y XIV). La orientación de los haces en cada ligamento representa una función precisa y específica. Los ligamentos del tobillo están divididos en cuatro grupos: ligamentos colaterales mediales (tibiales), laterales (peroneos), los del seno del tarso y los tibioperoneos. (Zaragoza y Fernández, 2013)

Los ligamentos peroneos están constituidos por el ligamento peroneoastragalino anterior, peroneoastragalino posterior y el peroneo calcáneo.

- El ligamento peroneoastragalino anterior es el más débil, se identifica como una banda delgada de 20 mm de largo y de 2 a 3 mm de grosor. Tiene origen en el margen anterior del maléolo lateral y se inserta en la región anterior del astrágalo a nivel del cuello.

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

- El peroneoastragalino posterior es el más fuerte del compartimento lateral, tiene forma de abanico y patrón estriado, se origina en el extremo más distal del peroné, a nivel de la fosa retromaleolar, y se inserta en el tubérculo lateral del astrágalo.
- El ligamento peroneo calcáneo es extraarticular, se extiende del ápex del maléolo lateral y desciende verticalmente hacia un pequeño tubérculo en el calcáneo, en los cortes coronales se ve como una banda hipointensa, profunda y anterior a los tendones peroneos (Zaragoza y Fernández, 2013)

Los ligamentos colaterales mediales (tibiales) integran el ligamento deltoideo. Es un complejo ligamentario fuerte, compuesto por tres ligamentos superficiales, que dé anterior a posterior son: el tibioescafoideo, tibiospring, tibiocalcáneo y uno profundo: el tibioastragalino. En conjunto tienen morfología triangular o de abanico, todos se originan en el maléolo tibial, ya sea en su tubérculo anterior o posterior, y sus inserciones son en cuatro sitios diferentes, todas son óseas como su nombre lo indica a excepción del tibiospring. Todos son profundos al tendón tibial posterior y al retináculo flexor, son marcadores anatómicos confiables para ubicarlos tanto en las imágenes axiales como en las coronales. (Zaragoza y Fernández, 2013)

- El ligamento tibioastragalino es el ligamento más fuerte, su inserción proximal se inicia en la punta del tubérculo anterior del maléolo tibial y se extiende hasta el tubérculo posterior, se inserta en el tubérculo medial del astrágalo.
- El tibioescafoideo se origina del borde anterior del tubérculo anterior del maléolo tibial y se inserta en la superficie medial del escafoides.
- El ligamento tibiocalcáneo se origina en el tubérculo anterior del maléolo tibial, desciende verticalmente y se inserta en el borde medial del sustentaculum tali.

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

- El ligamento tibiospring se origina en la parte anterior del tubérculo anterior del maléolo tibial y sus fibras se insertan en el fascículo superomedial del ligamento Spring o planto calcaneoescafoideo. (Zaragoza y Fernández, 2013)

Los ligamentos del seno del tarsiano son los astragalocalcáneos, corresponden con el ligamento astragalocalcáneo y el ligamento cervical, que son extracapsulares.

- El ligamento cervical se origina en el cuello del astrágalo a nivel del tubérculo inferolateral y se inserta en la superficie ventral y medial del calcáneo, es un ligamento aplanado cuya función es limitar la inversión.
- El ligamento astragalocalcáneo es más pequeño e interno que el cervical, se localiza entre los surcos del astrágalo y el calcáneo como un tabique fino y oblicuo. Tiene un papel importante en la estabilidad de la articulación subastragalina. (Zaragoza y Fernández, 2013)

Los ligamentos tibioperoneos anterior y posterior se ven como bandas cortas, una anterior y dos posteriores. Estos, junto con los ligamentos intermaleolar y transversos, contribuyen a mantener la sindesmosis y las relaciones de la mortaja. Al conjunto se le llama complejo ligamentario sindesmótico tibioperoneo distal. (Zaragoza y Fernández, 2013)

1.1.4 Biomecánica de la articulación del tobillo

Las articulaciones del tobillo, sub-astragalina y mediotarsiana, trabajan de forma conjunta. Se puede comparar la articulación sub-astragalina con una bisagra que conecta un elemento vertical (la pierna) con uno horizontal (el pie). La rotación interna de la pierna se acompaña de una eversión del pie, y la rotación externa, de una inversión. (Martínez, 2015)

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

Durante la marcha, en el momento de contacto del talón con el suelo, la tibia realiza un movimiento de rotación interna, el tobillo efectúa una flexión plantar y el retropié se coloca en valgo. El tobillo presenta un movimiento principal, que tiene lugar en el plano longitudinal y que es el de flexión plantar y dorsal del pie. (Martínez, 2015)

Comúnmente se acepta que hay 15-20° de dorsiflexión y unos 40-50° de flexión plantar. El centro de giro de este movimiento de flexo-extensión se encuentra en el astrágalo. En flexión dorsal máxima existe el máximo contacto entre las superficies articulares y la articulación está bloqueada. (Martínez, 2015)

Al iniciarse la flexión plantar existe una descompresión de la articulación y se produce el deslizamiento. Es de resaltar la perfecta congruencia que existe entre la tróclea y la mortaja tibioperonea; esta última cubre un ángulo de unos 65°, más de la mitad de la superficie de la tróclea. (Martínez, 2015)

Durante la marcha, en el período de apoyo de la extremidad, el arco de movimiento es sólo de unos 25°. Este movimiento de flexo-extensión viene guiado por los maléolos y por los ligamentos laterales, externos e internos. Los maléolos, se encuentran perfectamente articulados con el astrágalo en todo el recorrido articular, lo cual impide la existencia de movimientos de lateralidad del astrágalo dentro de la mortaja. (Martínez, 2015)

1.1.5 Musculatura del tobillo

1.1.5.1 *Músculos del compartimento anterior de la pierna:* Los cuatro músculos del compartimento anterior de la pierna son el tibial anterior, el extensor largo de los dedos, el extensor largo del dedo gordo y el peroneo anterior. Estos músculos cruzan y se insertan anteriormente al eje de la articulación del tobillo, que está orientado transversalmente, por lo

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

que son flexores dorsales de la articulación (elevan el antepié y deprimen el talón). Los extensores largos también se dirigen más allá para insertarse en la cara dorsal de los dedos, de modo que también actúan como extensores (elevadores) de éstos. (Moore et al., 2018)

El **tibial anterior**, un músculo delgado que descansa sobre la cara lateral de la tibia, es el flexor dorsal más medial y superficial. El largo tendón del tibial anterior se origina a mitad de camino en la pierna y desciende por la cara anterior de la tibia. Pasa por debajo de los retináculos superior e inferior de los músculos extensores, revestido por su propia vaina sinovial, hasta llegar a su inserción en el lado medial del pie. (Moore et al., 2018)

El tendón se localiza a la mayor distancia posible del eje de la articulación talocrural, y ello le da una ventaja mecánica máxima y lo convierte en el flexor dorsal más potente. Aunque son antagonistas en la articulación talocrural, tanto el tibial anterior como el tibial posterior (del compartimento posterior) cruzan las articulaciones subtalar y transversa del tarso para insertarse en el borde medial del pie y actuar sinérgicamente en la inversión de éste. (Moore et al., 2018)

El **extensor largo de los dedos** es el más lateral de los músculos anteriores de la pierna. Una pequeña porción de su inserción proximal se establece con el cóndilo lateral de la tibia; no obstante, la mayor parte del músculo se inserta en la cara medial del peroné y la parte superior de la cara anterior de la membrana interósea. (Moore et al., 2018)

El músculo se vuelve tendinoso superior al tobillo, donde se forman cuatro tendones que se insertan en las falanges de los cuatro dedos laterales del pie. Una vaina sinovial común rodea los cuatro tendones del extensor largo de los dedos cuando éstos se separan en el dorso del pie para dirigirse hacia sus inserciones distales. (Moore et al., 2018)

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

El **peroneo anterior** es una parte separada del extensor largo de los dedos que comparte su misma vaina sinovial. Proximalmente, las inserciones y las partes musculares del extensor largo de los dedos y del peroneo anterior son continuas, pero distalmente el tendón de este último discurre separadamente para insertarse en el 5to metatarsiano, y no en una falange. (Moore et al., 2018)

Aunque el peroné anterior participa (débilmente) en la flexión dorsal, también actúa en las articulaciones subtalar y transversa del tarso para ayudar en la eversión (pronación) del pie. Puede desempeñar una función propioceptiva especial: detecta una inversión súbita y se contrae de forma refleja para proteger al ligamento tibioperoneo anterior (el ligamento que más distensiones sufre de todo el cuerpo). El peroneo anterior no siempre está presente. (Moore et al., 2018)

El **extensor largo del dedo gordo** es un músculo delgado que se sitúa en profundidad entre el tibial anterior y el extensor largo de los dedos, en su inserción superior en la mitad media del peroné y la membrana interósea. El extensor largo del dedo gordo se hace superficial en el tercio distal de la pierna, y pasa profundo al retináculo de los músculos extensores. Se dirige distalmente a lo largo de la cresta del dorso del pie hasta alcanzar el dedo gordo. (Moore et al., 2018)

1.1.5.2 *Músculos del compartimento lateral de la pierna:* El compartimento lateral contiene los músculos peroneo largo y corto. Estos músculos tienen sus vientres musculares en el compartimento lateral, pero se vuelven tendinosos cuando lo dejan para entrar en la vaina sinovial común y pasar en profundidad respecto al retináculo superior de los músculos peroneos. Ambos músculos son eversores del pie, de modo que elevan el borde lateral del pie. (Moore et al., 2018)

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

El **peroneo lateral largo** es el más largo y superficial de los dos músculos peroneos, y se origina en una porción mucho más superior del cuerpo del peroné. Se extiende desde la cabeza del peroné hasta la planta del pie. Su tendón se puede palpar y observar proximal y posteriormente al maléolo lateral. Distalmente al retináculo superior de los músculos fibulares, la vaina común se divide para pasar a través de compartimentos separados en profundidad respecto al retináculo inferior de los músculos peroneos. (Moore et al., 2018)

El músculo pasa a través del compartimento inferior y entra en un surco de la cara anteroinferior del hueso cuboides, cruza la planta del pie en dirección oblicua y distal para alcanzar su inserción en el 1er metatarsiano y los huesos cuneiformes mediales. Cuando una persona se sostiene sobre un solo pie, el peroneo lateral largo ayuda a estabilizar la pierna en relación con el pie. (Moore et al., 2018)

El **peroneo lateral corto** es un músculo fusiforme que se sitúa profundo al peroneo lateral largo. Su amplio tendón forma un surco en la cara posterior del maléolo lateral y puede palparse inferiormente a éste. El tendón peroneo lateral corto atraviesa el compartimento superior del retináculo inferior de los músculos peroneos pasando superiormente a la tróclea peronea del calcáneo; puede seguirse fácilmente hasta su inserción distal en la base del 5to metatarsiano. (Moore et al., 2018)

1.1.5.3 *Músculos del compartimento posterior de la pierna:* El **gastrocnemio** es el músculo más superficial del compartimento posterior, y forma la parte proximal y más prominente de la pantorrilla. Es un músculo fusiforme y de dos cabezas que actúa sobre dos articulaciones; su cabeza medial es ligeramente mayor y se extiende más distalmente que la lateral. (Moore et al., 2018)

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

Las cabezas se juntan en el margen inferior de la fosa poplítea, donde forman los límites inferolateral e inferomedial de la fosa. Está dotado en su mayor parte de fibras blancas de contracción rápida (de tipo 2), por lo que sus contracciones generan movimientos rápidos durante la carrera y el salto. Durante la bipedestación estática simétrica sólo actúa de forma intermitente. (Moore et al., 2018)

El **sóleo** se localiza en profundidad respecto al gastrocnemio, es un músculo grande, más plano que el gastrocnemio. Tiene una inserción proximal continua en forma de U invertida en las caras posteriores del peroné y la tibia, y un arco tendinoso que se extiende entre ellas, denominado arco tendinoso del músculo sóleo. (Moore et al., 2018)

Cuando el pie está apoyado, el sóleo tira de los huesos de la pierna hacia atrás. Esta acción es importante para mantenerse de pie, ya que el eje de la gravedad pasa por delante del eje óseo de la pierna. El sóleo es, por ello, un músculo antigraavitatorio que para mantener el equilibrio se contrae de forma antagónica pero cooperativa (alternativamente) con los flexores dorsales del pie situados en la pierna. (Moore et al., 2018)

El **plantar** es un pequeño músculo con un corto vientre y un largo tendón. Este músculo vestigial está ausente en un 5 % a un 10 % de las personas, y es muy variable en tamaño y forma. Actúa junto con el gastrocnemio, pero es insignificante tanto en la flexión de la rodilla como en la flexión plantar del tobillo. . (Moore et al., 2018)

Se ha sugerido que el plantar actúa como órgano propioceptivo para los flexores plantares de mayor tamaño, ya que está dotado de una gran densidad de husos neuromusculares (receptores propioceptivos). Su largo y delgado tendón es fácil de confundir con un nervio.. (Moore et al., 2018)

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

El **flexor largo del dedo gordo** mediante la flexión del dedo gordo, este músculo ejerce un impulso final en la fase de pre-oscilación (despegue del dedo gordo) del ciclo de la marcha, justo después de que el tríceps sural haya transmitido el impulso de la flexión plantar a la bola del pie (la prominencia de la planta situada entre las cabezas de los metatarsianos primero y segundo). (Moore et al., 2018)

El tendón del flexor largo del dedo gordo pasa posteriormente al extremo distal de la tibia y ocupa un surco poco profundo de la superficie posterior del astragalo, que se continúa con el surco de la superficie plantar del sustentáculo tali a continuación, cruza en profundidad al tendón del flexor largo de los dedos en la planta del pie. En su trayecto hacia la falange distal del dedo gordo, el tendón del flexor largo del dedo gordo discurre entre dos huesos sesamoideos situados en los tendones del flexor corto del dedo gordo, que lo protegen de la presión ejercida por la cabeza del 1er metatarsiano. (Moore et al., 2018)

1.1.6 Esguince de tobillo

1.1.6.1 *Definición* Se define como la distensión, elongación o rotura ligamentosa que se da cuando una tensión se produce de repente y logra extender un ligamento más allá de su límite. Durante un esguince de tobillo, los ligamentos medial o lateral alrededor del tobillo están lesionados. (Granado, Matlick, 2019)

1.1.6.2 *Epidemiología* La incidencia de los esguinces de tobillo en el mundo es de 1 por cada 10.000 personas por día. En Estados Unidos, corresponde a 2,15 por cada 1.000 personas al año, resultando en un costo anual de atención de salud de 2 billones de dólares. En deportistas, la prevalencia de las lesiones del complejo tobillo-pie varían entre un 33 y un

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

80%, e inclusive cercano al 91% en deportes como el básquetbol, que incluyen el salto como la habilidad motora principal. (Guzmán, Gatica, Méndez, 2014)

Dentro del total de lesiones, el esguince de tobillo constituye una de las más frecuentes, con una prevalencia del 16%³. El esguince lateral de tobillo (ELT) presenta una prevalencia del 77 al 85%. Además, el ELT se caracteriza por poseer un alto porcentaje de recidiva (80%), progresión a inestabilidad funcional de tobillo (IFT) (38 al 40%) y presentar síntomas residuales entre un 55 y un 72% de los pacientes. (Guzmán, et al. 2014)

Los esguinces laterales de tobillo son la lesión más común sufrida por los atletas de nivel escolar, así como la lesión más común sufrida durante el baloncesto colegial masculino. Desafortunadamente, los esguinces de tobillo laterales no son una lesión de una sola vez, ya que 40% de las personas que sufren un esguince de tobillo lateral desarrollara ICT. (Minoonejad, Karimizadeh, Rajabi, Wikstrom, Sharifnezhad, 2018).

1.1.6.3 *Patomecánica* La mayoría de los esguinces de tobillo, específicamente el 85% de ellos, involucran a los ligamentos que se encuentran en la zona lateral del tobillo. El ligamento talofibular anterior (ATFL) es el ligamento lateral del tobillo que comúnmente se lesiona, seguido por el ligamento calcaneofibular (CFL) y con poca frecuencia el ligamento peroneo astragalino posterior (PTFL) se ve afectado. (Granado, Matlick, 2019)

Los esguinces laterales surgen como el resultado de una supinación excesiva y/o forzada no controlada más la aducción del pie en flexión plantar de tobillo. El mecanismo por el cual esto ocurre puede ser de forma directa (colisión) o indirecta (por ejemplo, dando un paso fuera de bordillo o salto aterrizajes) trauma. (Granado, Matlick, 2019)

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

Aunque la distensión de ligamento deltoideo pueden ocurrir durante un evento de eversión, rara vez se da debido a su alta resistencia a la tracción. Lo que es más probable que ocurra durante una lesión del ligamento deltoideo en eversión es la avulsión del mismo o fractura del maléolo medial. (Granado, Matlick, 2019)

En los esguinces de tobillo no sólo se dañan los ligamentos, sino que también se ven afectados los mecanorreceptores ubicados dentro de los ligamentos, la cápsula de la articulación, y los retináculos que se encuentran alrededor de la articulación, dichos mecanorreceptores se encarga de proporcionar información sobre el movimiento y la posición de la articulación. (Granado, Matlick, 2019)

1.1.6.4 *Clasificación* La gravedad de un esguince de tobillo se clasifica en el examen físico como:

- Grado 1: leve estiramiento ligamentoso, sin laxitud, el ligamento cuenta con la capacidad de recuperar su longitud de reposo pero hay micro-roturas en algunas fibras. Se da en un 71,3% de todas las lesiones. (Granado, Matlick, 2019)
- Grado 2: se da una rotura ligamentosa parcial que resulta en la inestabilidad leve de la articulación, el ligamento tiene la capacidad de volver a la longitud de reposo. Representa un 9.5% de todas las lesiones. (Granado, Matlick, 2019)
- Grado 3: se da una rotura completa del ligamento con acompañamiento de inestabilidad de la articulación y completo fracaso de las fibras. Representa el 2,9% de todas las lesiones. (Granado, Matlick, 2019)

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

Los pacientes con esguince de segundo o tercer grado que se encuentren en la etapa aguda y subaguda, cursan con alteración de la carga de peso y alteraciones de la movilidad, secundaria al dolor y la sensación de inestabilidad de tobillo. (Granado, Matlick, 2019)

1.1.6.5 Factores de riesgo

- Personas que ya han sufrido un esguince de tobillo previo se consideran dos veces más propensas a sufrir un esguince en el tobillo que nunca se han lesionado.
- Padecer un esguince de tobillo previo es un factor de riesgo para sufrir un esguince de tobillo contralateral de la misma articulación.
- Moderado o fuerte retraso en el tiempo de reacción de los músculos peroneos en individuos con esguinces de tobillo anteriores y es más evidente en pacientes con inestabilidad crónica de tobillo.
- Laxitud ligamentosa general.
- Mal control sensoriomotor.
- Disminución de la fuerza para abducción de la cadera, flexión y extensión de la rodilla ipsilateral.
- Obesidad.
- Genética. (Granado, Matlick, 2019)

1.1.6.6 Sintomatología En fase aguda, la sintomatología que presenta el paciente es la siguiente:

- Dolor.
- Puntos de sensibilidad.
- Equimosis/ hemorragia: presentes en el esguince de segundo y tercer grado.

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

- Limitación funcional para realizar actividades de la vida diaria y en la participación deportiva.
- Inflamación: en el esguince grado 1 es mínimo, en el grado dos se da de forma localizada, en el grado 3 la inflamación es difusa. (Granado, Matlick, 2019)

Las fases de la inflamación se dividen de la siguiente forma:

- Fase inflamatoria: los pacientes experimentan hinchazón, eritema y dolor; esta fase típicamente dura de 2 a 7 días.
- Fase proliferativa: los macrófagos se encargan de eliminar los hematomas, los fibroblastos comienzan a producir colágeno y las redes capilares comienzan a acumularse, esta fase suele durar días o semanas.
- Fase de maduración: la organización de las fibras de colágeno mejora y las redes capilares vuelven a los niveles normales; suele durar varias semanas hasta un año después de la lesión. (Granado, Matlick, 2019)

En la fase crónica, los pacientes suelen quejarse de debilidad y rigidez.

1.1.6.7 *Pronóstico* Después de un esguince, 60% de los casos es probable que puedan presentarse con síntomas hasta 18 meses después de la lesión, sin embargo la mayoría de los pacientes con esguinces de tobillo no complicados regresan a efectuar la marcha normal en un promedio de 2 a 4 semanas. Se sabe que puede persistir la hipermovilidad de la articulación de tobillo después de 8 semanas de padecer un esguince lateral de tobillo de un grado 1 o 2. (Granado, Matlick, 2019)

1.1.7 Tratamiento médico

1.1.7.1 *Inmovilización* Actualmente, se considera un dilema la inmovilización en el manejo temprano del esguince. La inmovilización se logra a partir del uso de férulas, moldes de yeso o fibra de vidrio o botas rígidas para caminar. El objetivo de esta, es reducir el riesgo de sangrado y la interrupción de la formación de colágeno nuevo y controlar la inflamación. (Keene, Williams, Segar, Byner, 2016)

La inmovilización, luego de una rotura del ligamento tiene el objetivo de limitar la tensión y el daño al ligamento, controlando el movimiento de la articulación. Según estudios, se ha establecido que inmovilizar la articulación del tobillo tiene efectos perjudiciales en la función muscular, incluyendo la atrofia y la debilidad muscular. (Keene, et al. 2016).

1.1.7.2 *Tratamiento farmacológico* Existen una gran variedad de AINES que pueden ser utilizados como tratamiento de primera elección para el control del dolor. Administrar paracetamol a dosis de 500 mg tabletas por vía oral cada 6 horas en los primeros 2 días y posteriormente, 500 mg cada 8 horas en los 3 días siguientes. (IMSS, 2013)

En pacientes con edema bimalleolar y dolor importante se recomienda usar un antiinflamatorio combinado con un analgésico (piroxicam más paracetamol o diclofenaco más paracetamol. En pacientes con riesgo de sangrado de tubo digestivo o con condiciones particulares, que limiten el uso de los AINES, se sugiere individualizar el caso y considerar para el control del dolor con otras alternativas con menores efectos adversos, incluyendo los inhibidores específicos COX-2. (IMSS, 2013)

1.1.7.3 *Tratamiento quirúrgico* Existen diversos tipos de cirugías que se realizan para la reconstrucción de los ligamentos del tobillo, logrando así ser útiles para evitar la inestabilidad

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

crónica de este. Entre las intervenciones más utilizadas son la de Brostrom modificado. Consiste en reparar el ligamento peroneo astragalino anterior y el ligamento calcáneo peroneo con una sutura del borde superior del retináculo peroneo inferior hasta alcanzar el borde anterior del peroné. Este procedimiento tiene la ventaja que permite un rango de movimiento muy amplio por lo que es recomendado en pacientes en los que se les realiza la reconstrucción por primera vez o bien que son deportistas y está contraindicado en pacientes con laxitud ligamentosa generalizada. Existen otros tipos de procedimientos como Watson-Jones y Evans que también muestran buenos resultados, pero generan poca movilidad subastragalina y de tobillo. (Sánchez, Rendón, 2017)

1.1.7.4 *Tratamiento fisioterapéutico* El foco inicial del tratamiento es típicamente la aplicación de hielo inmediata para el dolor, modulación de edema, la elevación, y la protección, seguida de terapia manual para minimizar la rigidez articular talocrural, flexibilización de musculatura acortada y pérdida de control neuromuscular. (Granado, Matlick, 2019)

Existe mucha discusión sobre cuál es el tratamiento indicado que debe tener cada paciente, pero si se sabe que debe tenerse en cuenta la clasificación de severidad en especial en el esguince grado III, tanto para esguinces laterales como mediales, estudios recomiendan tratamiento funcional que consta de 3 etapas: la primera es la aplicación del protocolo RICE, por sus siglas en ingles. (Granado, Matlick, 2019)

R (Rest) de descanso el cual tiene una duración de 24-48 horas en la cual se le indica al paciente no apoyar y hacer uso de muletas, hielo (I-Ice) se debe colocar 15-20 minutos en el sitio afectado al menos de 3 a 4 veces al día, esto con el fin de atenuar el dolor y provoca una vasoconstricción para disminuir el dolor. (Granado, Matlick, 2019)

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

Compresión (C- Compression) en esta se pueden aplicar vendaje elástico con férula, el vendaje elástico bueno pero la recuperación es lenta y produce inestabilidad. La mejor opción es el brace acordonado de tobillo (lace-up ankle support), ya que ofrece mayor estabilidad y disminuye el tiempo de recuperación de los pacientes, permitiendo el regreso a actividades con una mayor rapidez. Por último la E (Elevation) que implica elevar la pierna afectada por encima del nivel del corazón, esto para buscar el mismo mecanismo de la compresión. (Granado, Matlick, 2019)

La siguiente etapa inicia 48 horas después del esguince de tobillo, el tratamiento se dirige a la restauración de ROM activo y de soporte de peso completo tan pronto como sea tolerado por el paciente, después de lo cual se introducen resistencia en la cual se realizan ejercicios isométricos que pueden ser en inversión, eversión, flexión dorsal y flexión plantar, que se realizan con el paciente sentado descalzo, con los pies apoyados, el cual debe realizar flexión dorsal ligera del tobillo y aplicar una fuerza con la parte externa del pie contra un objeto estático que puede ser la base de una mesa, mantener 5 segundos y volver a la posición inicial. (Granado, Matlick, 2019)

Este tipo de ejercicios isométricos permite que las fibras de colágeno se reparen de manera más organizada y fuerte, posteriormente se realizan ejercicios de equilibrio y de propiocepción, que pueden ser: ejercicio de propiocepción con plato en movilidad de tobillo, movimientos propioceptivos en cadena cinética abierta, movimientos propioceptivos en cadena cinética semiabierta con pelota, marcha con apoyo en talones, marcha con apoyo en los dedos y en el antepié (de puntillas), logrando disminuir en un 85% la recurrencia del esguince de tobillo. (Granado, Matlick, 2019)

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

La fase final es la de entrenamiento con el objetivo de aumentar fuerza, resistencia y la agilidad para restaurar la función de las extremidades inferiores y los criterios a seguir son que el paciente tenga un rango de movimiento completo, nulo dolor y 80% de fuerza comparada con la extremidad contra lateral. (Rincón, et al., 2015)

Un programa de fortalecimiento excéntrico puede restaurar la fuerza de la musculatura eversora del tobillo a niveles aún mejores en comparación con el lado sano y con el entrenamiento de forma concéntrica. (Granado, Matlick, 2019)

1.1.8 Inestabilidad crónica de tobillo

Cuando los pacientes suelen quejarse de debilidad y rigidez, durante más de 6 meses, se denomina inestabilidad crónica del tobillo (ICT). Actualmente se sabe que aquellos pacientes que cursan con ICT tienen un mayor riesgo de desarrollar osteoartritis y, a menudo son incapaces de volver al nivel previo de la función. (Minoonejad, et al., 2018)

Hay dos componentes principales de ICT:

- Inestabilidad mecánica: se da como resultado de la laxitud patológica, deterioro de la artrocinemática y degeneración de la articulación.
- Inestabilidad funcional: se conoce como la percepción subjetiva de la inestabilidad que refiere el paciente, como resultado del control neuromuscular alterado, déficits de fuerza, y la alteración de control postural. (Minoonejad, et al., 2018)

Dentro de los síntomas de ICT están los esguinces recurrentes y / o repetitivos, dando paso a multitud de síntomas residuales, tales como dolor, alteraciones estructurales, y adaptaciones en sistema sensitivo motor, los cuales pueden durar indefinidamente, estos síntomas residuales conducen a cambios biomecánicos que son la hipótesis de los mecanismos de la

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

relación que se establece entre ICT y post-artrosis de tobillo traumática. (Minoonejad, et al., 2018).

Desafortunadamente, los esguinces de tobillo laterales e ICT generan comandos alterados para la generación de movimiento y alteraciones neuromusculares del control de la retroalimentación de avance, provocando niveles de actividad muscular alterados y los tiempos de retraso en la aparición durante tareas funcionales tanto en el tobillo y más notables en aquellos con ICT (Minoonejad, et al., 2018).

Los impedimentos en la estabilidad postural con frecuencia se han asociado con ICT, y han predicho lesión esguince de tobillo en los individuos físicamente activos. Por lo tanto, la evaluación de la estabilidad postural estática en una sola posición de la pierna (SLS) es un método de determinación, de la vía eferente, o la respuesta muscular para aferente estimulación. (O'Driscoll, et al., 2011)

1.2 Antecedentes específicos

1.2.1 Entrenamiento neuromuscular

El ENM se define como un programa de formación que incorpora movimientos generales y específicos, las actividades de fuerza y acondicionamiento, tales como la resistencia, la estabilidad dinámica, el equilibrio, la fuerza de la base, pliométricos, y la agilidad ejercicios con el objetivo de mejorar la salud y los componentes de idoneidad física relacionadas con la habilidad y la prevención de lesiones. De acuerdo con esta definición, la agilidad, el equilibrio, pliométricos, potencia, estabilidad, y la formación de la fuerza son subconjuntos del ENM. (Granacher, Puta, Gabriel, Behm, Arampatzis, 2018)

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

La propiocepción es la capacidad que posee el organismo para situarse en el espacio y percibir movimientos. Es un proceso neuromuscular complejo. Se ocupa de la conciencia cinestésica interna de la posición del cuerpo y el movimiento. Es de vital importancia tener en cuenta la velocidad y la fuerza con el que se realiza el movimiento ya que esta juega un papel fundamental en la estabilidad articular. Por lo tanto, la reeducación propioceptiva consiste en que el organismo sea capaz de ejecutar una respuesta precisa y coordinada ante movimientos imprevistos, a través de la estimulación de los receptores nerviosos ya existentes. (Schiftan, Ross, Hahne. 2014)

El estudio del equilibrio postural después del esguince ayuda a conocer una parte de las secuelas de esta lesión y nos ofrece información para mejorar la recuperación, disminuir las recidivas e incluso poder prevenir los esguinces en personas que no los hayan padecido nunca. (Martín, Aguado, 2011)

Los efectos observados del ENM incluyen mayor resistencia, mayor sentido de la posición articular y mejora la estabilidad postura. Además, la función de la articulación del tobillo, medido por el índice funcional de tobillo discapacitado también mejoró después de la finalización del entrenamiento, que es indicativo de la función mejorada y la disminución de la discapacidad. (O'Driscoll, Kerin, Delahunt, 2011)

El Star Excursion Balance Test (SEBT) es una herramienta funcional que se utiliza para evaluar la estabilidad dinámica, monitorear el progreso de la rehabilitación, evaluar déficits después de una lesión, e identificar a los atletas que tienen un alto riesgo de lesiones en las extremidades inferiores. El SEBT requiere coordinación de extremidades inferiores, equilibrio, flexibilidad y fuerza. (Borao, Planas, Beltran, Corbi. 2015)

1.2.2 Programas de entrenamiento

En las siguientes tablas se presentaran programas de ENM para la ICT: la primera esta descrita en la investigación “Efectividad un programa de entrenamiento neuromuscular de 6 semanas de duración aplicado en el tobillo en la realización del SEBT en jugadores de baloncesto”, el entrenamiento consistió en realizar un programa que se componía de ejercicios conjuntos de coordinación, fuerza, equilibrio y habilidades específicas del baloncesto (tabla 1). (Borao, et al. 2015)

Durante el curso del programa de entrenamiento, los ejercicios fueron más complejos porque se incrementó su duración en 15 segundos cada 2 semanas. Por ello, el tiempo se incrementó de los 30 segundos iniciales a los 45 segundos tras 2 semanas y finalizó con 1 min después de 4 semanas. El número de series también se incrementó, y se añadieron 2 series adicionales cada 2 semanas. (Borao, et al. 2015)

Tabla 1. Programa de entrenamiento realizado durante el calentamiento, estructurado en 5 fases. (2015, Borao, et al. p.98)

Ejercicios de marcha (línea de 15 m)	Ejercicios de pie (sostenimiento)	Ejercicios en pie unipodales (sostenimiento con cada miembro)	Pliométricos (5 repeticiones con cada uno)	Movimientos de rendimiento del baloncesto (línea de 15 m)
De puntillas	Sobre una almohadilla	Sin ningún elemento	Salto con recepción hacia atrás	Movimientos como la acción de defensa
Sobre los talones	Sobre una pelota de baloncesto	Con una pelota de tenis bajo el calcáneo	Salto con recepción hacia atrás	Movimientos como la acción de defenderse de otro jugador
Sobre la parte lateral del pie Punta-talón	Sobre un BOSU	Con una pelota de tenis bajo los metatarsos	Salto con recepción desde la banda Salto con recepción sobre una almohadilla	Carrera hacia atrás Carrera hacia atrás contra otro jugador
Hacia atrás	En parejas: mejorar el nivel lanzando el balón	En parejas: mejorar el nivel lanzando el balón (con una pelota de tenis bajo el talón/ metatarsos)	Salto con recepción sobre una colchoneta en posición unipodal Mejorar el nivel lanzando el balón a la recepción	En parejas: carrera lateral/hacia atrás lanzando el balón.

La segunda tabla es descrita en la investigación “Neuromuscular Training for Chronic Ankle Instability” que se usó con un paciente con episodios recurrentes de ICT en los últimos

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

4 años, con 2 a 3 recidivas por año. Se inicia el tratamiento de ENM para mejorar su equilibrio, la movilidad y fuerza del tobillo. (Lin, Delahunt, King., 2012)

Después de las 6 semanas del entrenamiento el paciente regreso a sus entrenamientos por completo, refiriendo completo control de la articulación y fuerza total en sus músculos peroneos y tríceps sural. La estabilidad del paciente con apoyo monopodal con los ojos cerrados mejoró a 10 segundos apoyando en el lado afecto. (Lin, et al., 2012)

Tabla 2. Programa de entrenamiento neuromuscular de 6 semanas. (Traducida de, Lin, et al. 2012, p.989)

Semana	Ejercicio	Progreso	Frecuencia
Semana 1	Estabilidad postural: ● mantenerse en una pierna	● Superficies irregulares ● Los ojos cerrados ● Perturbaciones	5 min, dos veces al día.
	Fortalecimiento de los músculos peroneos: ● Ejercicios Thera-Band ● Becerro eleva	● Fortalecimiento con Thera-Band ● Apoyo bipodal a una monopodal tan pronto como los síntomas permitidos (día 5). A continuación, el peso añadido (a través de una pesa) a partir de 5 kg y aumentado por 2,5 kg por semana hasta el retorno completo al juego.	3 series de 10 repeticiones, una vez por día.
Semana 3 Después de recuperar el pleno rango de movimiento, estando libre de dolor.	Aterrizaje con un pie en múltiples direcciones, el objetivo es el cambio de dirección.		3 series de 1 min.
Semana 4	Correr en pista.		Alternar los días durante 30 min.
Semanas 5 y 6	Correr a mayor velocidad y en múltiples direcciones.		Alternar los días durante 30 min.

1.2.3 Efectividad del entrenamiento neuromuscular

Los autores informaron una reducción global del riesgo del 42% con ENM. Con una frecuencia de formación de 2-3 sesiones por semana revelaron la mayor reducción del riesgo, y una duración de entrenamiento semanal de más de 30 minutos tendía a ser más eficaz y

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

siguientes en comparación con la duración de formación inferior. Por último, las intervenciones que duran más de 6 meses no fueron superiores en comparación con los programas más cortos. (Granacher, et al., 2018).

El ENM busca la mayor coordinación entre las funciones nerviosas y musculares. Estos han demostrado ser efectivos sobre el balance postural y la activación muscular en sujetos con inestabilidad funcional de tobillo. Los tratamientos de la ICT se han centrado en el ENM. Se ha reportado que la aplicación de este tipo de entrenamientos, después de lesiones de tobillo y rodilla, puede ser eficaz para la prevención de lesiones recurrentes y la mejora de la funcionalidad de las articulaciones. (Caparros, Morales, Dabanch, Díaz, Molina, Salazar, Viscay, 2015)

Los ENM evaluados a través del control postural han observado una mejoría significativamente mayor después del entrenamiento. Estos resultados sugieren que estas intervenciones pueden tener mayor impacto en el balance dinámico en comparación con las condiciones de balance estático. (Caparros, et al. 2015)

Capítulo II

Este capítulo se denomina el planteamiento del problema. En él se encuentran los índices de incidencia y prevalencia del esguince de tobillo grado II en jugadores de basquetbol. Así también se presentan la técnica de entrenamiento neuromuscular como posible tratamiento de la mencionada patología. Se justifica esta investigación al indicar aspectos como magnitud impacto, vulnerabilidad, alcance y factibilidad. Finalmente están los objetivos de esta investigación: objetivo general y objetivos específicos.

2.1 Planteamiento del Problema

El esguince de tobillo es la lesión más frecuente del aparato locomotor, siendo el principal motivo de consulta de los servicios de urgencias (aproximadamente el 10%), aunque se sospecha que su verdadera incidencia es muy superior, porque muchos esguinces (sobre todo los recidivantes) se los trata el propio paciente. La mayoría de los esguinces del tobillo afectan a los ligamentos externos, motivo por el que genéricamente se asimila el término esguince de tobillo con la lesión de estos ligamentos. (Santoja 2017).

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

Actualmente, alrededor del mundo ocurren aproximadamente 10,000 esguinces al día, representando una de las lesiones más comunes y representan un gasto económico considerable. La mayoría de estas lesiones se producen en la realización de la actividad deportiva por lo general, en deportes de contacto. (Waterman, Owens, Shaunette, Zacchilli, Belmont Jr. 2010).

Cabe destacar que en México, según el Instituto Mexicano del Seguro Social, hay alrededor 275,639 personas con esguinces de tobillo que son tratados en sus centros de atención familiar y estos necesitan de incapacidad laboral, trayendo consecuencias tanto sociales como económicas al país. (IMSS, 2013)

Es por ello, que la secuela más frecuente del esguince de tobillo es la inestabilidad del complejo ligamentario lateral. Destacando que el tratamiento conservador del esguince de tobillo evoluciona satisfactoriamente hasta en 80% de los casos; sin embargo, 20% continuará con manifestaciones de inestabilidad lateral de tobillo que requiere manejo quirúrgico. (Gómez, Ramírez, Torres, Contreras, Ortega. 2018).

Sin embargo la inestabilidad lateral en la articulación del tobillo se asocia con déficits en el control postural. Así, después de un esguince, ya sea como secuela o como una carencia previa, se suele detectar una disminución en la capacidad de controlar la estabilidad y la orientación del cuerpo en el espacio. (Martín, Aguado, 2011)

Cabe destacar que, el cuerpo humano es un sistema sometido a constantes desequilibrios, incluso cuando está en apoyo bipodal y aparentemente quieto, requiriendo de un sistema de control para estabilizarlo. Los movimientos de corrección para mantener este equilibrio

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

postural y evitar una caída resultan de la coordinación del sistema musculoesquelético y del sistema neuronal. (Martín, Aguado, 2011)

Es por esto que, se define la propiocepción como la capacidad que posee el organismo para situarse en el espacio y percibir movimientos. Es un proceso neuromuscular complejo. Se ocupa de la conciencia cinestésica interna de la posición del cuerpo y el movimiento. Es de vital importancia tener en cuenta la velocidad y la fuerza con el que se realiza el movimiento ya que esta juega un papel fundamental en la estabilidad articular. (Schiftan, et al., 2014).

Por lo tanto los ENM buscan la mayor coordinación entre las funciones nerviosas y musculares. Estos han demostrado ser efectivos sobre el balance postural y la activación muscular en sujetos con ICT. Los tratamientos para la ICT se han centrado en los ENM. Se ha reportado que la aplicación de este tipo de entrenamientos, después de lesiones de tobillo y rodilla, puede ser eficaz para la prevención de lesiones recurrentes y la mejora de la funcionalidad de las articulaciones. (Caparros, et al., 2015)

Debido a esto los ENM evaluados a través del control postural han observado una mejoría significativamente mayor después del entrenamiento. Estos resultados sugieren que estas intervenciones pueden tener mayor impacto en el balance dinámico en comparación con las condiciones de balance estático. (Caparros, et al. 2015)

Además los efectos observados del ENM incluyen una mayor fuerza y la mejora de la estabilidad postural. Asimismo, la función de la articulación del tobillo, medido por el índice funcional de tobillo discapacitado también mejoró después de la finalización del

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

entrenamiento, que es indicativo de la función mejorada y la disminución de la discapacidad. (Caparros, et al. 2015)

El estudio del equilibrio postural después del esguince ayuda a conocer una parte de las secuelas de esta lesión y ofrece información para mejorar la recuperación, disminuir las recidivas e incluso poder prevenir los esguinces en personas que no los hayan padecido nunca. (Martín, Aguado, 2011)

Con base en lo presentado se considera la siguiente pregunta de investigación:

¿El entrenamiento neuromuscular como parte del tratamiento fisioterapéutico ayuda a prevenir la inestabilidad crónica articular en tobillo como consecuencia de un esguince grado 11 en jugadores de basquetbol amateur?

2.2 Justificación

El Instituto Mexicano del Seguro Social, estima que hay alrededor de 275,639 personas con un esguince de tobillo, las cuales son tratadas en centros de atención familiar y estos posteriormente necesitan de una incapacidad laboral, teniendo consecuencias sociales de forma individual y económica a nivel nacional. (IMSS, 2013)

El esguince de tobillo es considerado como una de las lesiones más frecuentes del aparato locomotor, tomando el principal motivo de consulta en los servicios de urgencias, este se aproxima a un 10%, aunque se cree que su incidencia es aún mayor. Esto se debe a que muchos de estos esguinces son tratados por el propio paciente lo que lo lleva a ser un esguince mal tratado y por lo tanto recidivante o con consecuencias como la inestabilidad crónica de tobillo. Santoja (2017).

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

El daño que generan los esguinces de tobillo en los pacientes, impactan en las actividades de la vida diaria de forma negativa y generando una discapacidad a largo plazo en mayor o menor medida, dependiendo de la clasificación del grado del esguince. Limitándolos en actividades básicas como lo son la marcha, bipedestación, ya que en ocasiones el dolor persiste generando una hipomovilidad por kinesiofobia (miedo al movimiento, generalmente es una secuela a la lesión). (Rincón, et al., 2015)

El esguince de tobillo es una de las lesiones musculoesquelética más comunes en deportistas jóvenes y adultos. Éstas representan el 25% de todos los casos de traumatismos del aparato locomotor. Dentro de ello, el esguince lateral de tobillo es la más frecuente y su mecanismo de lesión se produce generalmente por un aterrizaje en flexión plantar con inversión del pie, producto de movimientos bruscos, cambios de dirección repentina y/o pivotes. (Caparros, et al. 2015).

Los esguinces de tobillo generalmente suelen ser lesiones infravaloradas tanto por el médico tratante como por el propio paciente. Por lo tanto, se trata de forma ineficiente, generando lesiones residuales como pueden ser tumefacciones crónicas e inestabilidad articular.

Se conocen diferentes modalidades de protocolo de tratamiento para el esguince de la articulación del tobillo. Estas han ido evolucionando de acuerdo a las necesidades individuales del paciente y el objetivo que tenga el rehabilitador. (Gómez, et al. 2018)

Este trabajo busca evidenciar de acuerdo a la literatura los efectos del entrenamiento neuromuscular en el tratamiento fisioterapéutico en jugadores de basquetbol afectados con inestabilidad crónica de tobillo como consecuencia de esguince grado II.

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

Este trabajo de investigación es factible porque existe información suficiente acerca de la inestabilidad crónica de tobillo. Así también hay evidencia científica de los efectos del tratamiento fisioterapéutico en la patología mencionada.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo General

Analizar mediante una revisión bibliográfica el entrenamiento neuromuscular como tratamiento fisioterapéutico para prevenir la inestabilidad crónica articular a causa de un esguince grado II en jugadores de basquetbol amateur.

2.3.2 Objetivos Particulares

1. Explicar en base a la consulta bibliográfica la biomecánica de lesión de un esguince de II grado en tobillo, para identificar los daños que se generan a nivel osteomuscular ante esta lesión.
2. Examinar los fundamentos y la dinámica de aplicación del entrenamiento neuromuscular en tratamientos fisioterapéuticos para prevenir la inestabilidad articular crónica de tobillo, en base a una revisión bibliográfica.
3. Seleccionar con base en fuentes bibliográficas, evidencia de los efectos terapéuticos y resultados obtenidos por el entrenamiento muscular en jugadores de basquetbol amateur para prevenir una inestabilidad de tobillo posterior a un esguince de II grado

Capítulo III

Marco Metodológico

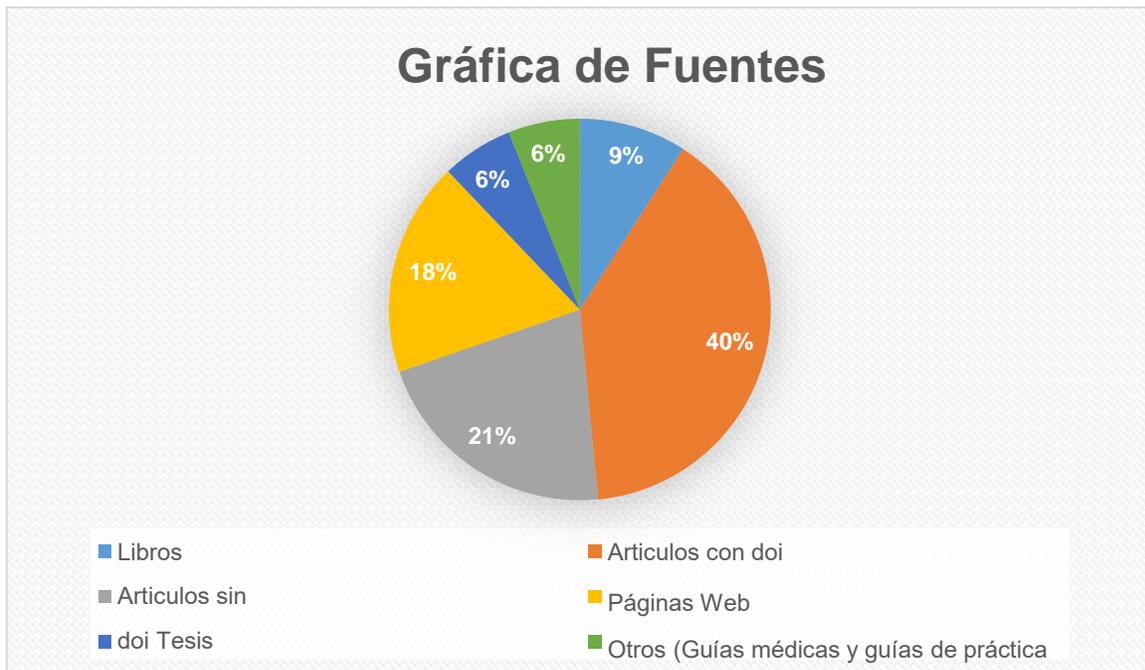
El marco metodológico de esta investigación se explicita a partir de la descripción de los materiales y métodos utilizados. Se justifica el enfoque adoptado así como el tipo y el método de estudio elegido. El diseño de indagación es no experimental de corte transversal. Finalmente se indican los criterios de selección dividiendo la información bajo criterios de inclusión y de exclusión.

3.1 Materiales y Métodos

Buscador	Definición	Palabras clave
Google Académico	Es un buscador que te permite localizar documentos académicos como artículos, tesis, libros y resúmenes de fuentes diversas como editoriales universitarias, asociaciones profesionales, repositorios de preprints, universidades y otras organizaciones académicas. (ULPGC, 2012)	Esguince de tobillo grado II, inestabilidad crónica, tobillo, esguince en jugadores de basquetbol, entrenamiento neuromuscular, tratamiento de un esguince de tobillo.
Ebscohost	Es una base de datos que ofrece textos completos, índices y publicaciones periódicas académicas que cubren diferentes áreas de las ciencias y humanidades. (EcuRed, s.f.)	

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

Pubmed	Es una base de datos, de acceso libre y especializado en ciencias de la salud, con más de 19 millones de referencias bibliográficas, permite ejecutar búsquedas sencillas sino también consultas más complejas mediante las funciones de búsqueda por campos. (Trueba & Estrada, 2010)	
SciELO	Es un modelo para la publicación electrónica cooperativa de revistas científicas en Internet, definido para responder a las necesidades de comunicación científica en los países en desarrollo, particularmente de América Latina y el Caribe. (infoMED, 2015)	



3.1.1 Variables las variables son las características o propiedades cuantitativas o cualitativas del fenómeno estudiado, que adquieren distintos valores, magnitudes o intensidades, variando respecto a las unidades de observación. (Hernández et al., 2016)

3.1.1.1 *Variable independiente* es la supuesta causa de la variable dependiente, o sea, la que determina o influye en esta, su antecedente.

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

3.1.1.2 *Variable dependiente* es el supuesto efecto que está causando, determinado o influenciado por la variable independiente, es decir, el consecuente. (Hernández et al., 2016)

3.1.1.3 Cuadro de variables

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional
Entrenamiento Neuromuscular	El entrenamiento neuromuscular se define como un programa de formación que incorpora movimientos generales y específicos, las actividades de fuerza y acondicionamiento, tales como la resistencia, la estabilidad dinámica, el equilibrio, la fuerza de la base, pliométricos, y la agilidad ejercicios con el objetivo de mejorar la salud y los componentes de idoneidad física relacionadas con la habilidad y la prevención de lesiones. (Granacher, et al., 2018)	El entrenamiento neuromuscular es una técnica que puede evitar la inestabilidad crónica de tobillo y debido a esta inestabilidad futuros esguinces. Con este método de tratamiento se busca mejorar el trabajo mutuo entre el musculo y el cerebro.
Variable Dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional
Inestabilidad de Tobillo Crónica.	Es una patología, frecuentemente ocasionada por una lesión residual, caracterizada por la referencia del paciente a una sintomatología variada pero protagonizada por una sensación de falta de seguridad, y una percepción subjetiva de que el tobillo cede en su estabilidad articular, dando lugar frecuentemente a lesiones del tobillo por inversión forzada. (Sánchez et al., 2015)	Prevenir la inestabilidad crónica de tobillo resulta viable con la técnica de entrenamiento neuromuscular, ya que en esta se tratan los puntos más fuertes que deja el esguince. Abarcando puntos como la coordinación, propiocepción y el equilibrio

3.2 Enfoque de la investigación

La investigación cualitativa utiliza como base de datos las representaciones y los discursos obtenidos en condiciones rigurosamente diseñadas, para llegar mediante el análisis y la interpretación de las unidades del sentido, frases, metáforas, las formas de explicitud de las creencias, actitudes y practicas ante la salud y las representaciones y símbolos respecto a las enfermedades, conductas y formas de curación. (Hernández et al., 2016).

Lo que se busca es recolectar y analizar los datos que existen acerca de la inestabilidad crónica de tobillo y el entrenamiento neuromuscular, y así responder a la pregunta acerca de que beneficios existen con el abordaje del entrenamiento neuromuscular para jugadores de basquetbol con esta patología.

3.3 Tipo de estudio

Descriptivo este tipo de estudio busca caracterizar las variables de un fenómeno, está diseñado para distribuir las variables de un fenómeno, no considera hipótesis causales o de otro tipo (Hernández et al., 2016).

El propósito es describir sistemáticamente, las características que posee la población con una inestabilidad crónica de tobillo, describir desde el acontecimiento del esguince, el momento en el cual se vuelve una inestabilidad crónica y el inicio del tratamiento neuromuscular, sus etapas y sus resultados al aplicarlo al paciente.

3.4 Método de estudio

Analítico o deductivo consiste en desmembrar un todo en sus partes para estudiar las causas, naturaleza y efectos del fenómeno estudiado. Consiste en descomponer o separar de

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

un todo en diversas partes o elementos que la constituyen, para estudiarlas en forma individual. (Hernández et al., 2016).

En esta investigación se analiza minuciosamente, la anatomía de la articulación de tobillo, sus huesos, la biomecánica, los factores de riesgo, la clasificación del esguince, el tratamiento con sus fases de recuperación y el abordaje fisioterapéutico con la técnica del entrenamiento neuromuscular.

3.5 Diseño de la investigación

Diseños transversales investigaciones que recopilan datos en un momento único. Recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. (Hernández et al., 2016).

Estudian simultáneamente la exposición y la enfermedad de una población bien definida en un momento determinado, en este caso la inestabilidad crónica de tobillo y como población jugadores de basquetbol. Lo que se busca fundamentalmente es conocer la prevalencia de esta enfermedad o de un factor de riesgo. La investigación es de corte trasversal porque se llevó a cabo una investigación de enero a mayo 2019.

3.6 Criterios de selección

3.6.1 Criterios de inclusión

1. Artículos científicos del año 2009 a la actualidad.
2. Artículos que fueran encontradas en las bases de datos como EBSCO, PubMed, SciELO, y Google académico.

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

3. Artículos que mencionen a pacientes con inestabilidad crónica de tobillo como secuela de un esguince grado II.
4. Artículos referentes al tratamiento fisioterapéutico con entrenamiento neuromuscular.
5. Artículos referentes al entrenamiento neuromuscular que sean tanto experimentales como no experimentales.

3.6.2 Criterios de exclusión

1. Artículos y libros con fecha de publicación posteriores al 2009.
2. Estudios de páginas web que no hayan sido realizados por profesionales en el ámbito de la rehabilitación fisioterapéutica.
3. Artículos que hablan de otro tipo de alteraciones o lesiones en el tobillo, artículos que hablan acerca de la inestabilidad de tobillo por otra razón que no fuera causa de un esguince.
4. Información que hable de otras técnicas de tratamiento para la inestabilidad crónica de tobillo.
5. Artículos referentes a tratamientos quirúrgicos para el esguince de tobillo.

Capítulo IV

Este capítulo constituye el cierre de la investigación, se detallan los resultados acerca de los hallazgos de la patología estudiada y la técnica con la cual se aborda, así también se presenta una discusión que desemboca en una conclusión respecto a la revisión bibliográfica del tratamiento fisioterapéutico basado en el entrenamiento neuromuscular de tobillo para evitar la inestabilidad articular crónica como consecuencia de un esguince de grado II en jugadores de basquetbol. Las perspectivas del trabajo también son indicadas.

4.1 Resultados

En la presente, se responderá a cada uno de los objetivos particulares, siendo el primero; Explicar en base a la consulta bibliográfica la biomecánica de lesión de un esguince de II grado en tobillo, para identificar los daños que se generan a nivel osteomuscular ante esta lesión, por lo tanto, los hallazgos bibliográficos son los siguientes:

Autor/año	Tipo o descripción del estudio	Resultados
Granado, M., Matlick, D. (2018)	Tipo de estudio descriptivo.	

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

Como segundo objetivo: examinar los fundamentos y la dinámica de aplicación del entrenamiento neuromuscular en tratamientos fisioterapéuticos para prevenir la inestabilidad articular crónica de tobillo, en base a una revisión bibliográfica, obteniendo como hallazgos los siguientes:

Autor/año	Tipo o descripción del estudio	Resultados
Filipa, Byrnes, Paterno, Myer, Hewett. (2010).	Veinte jugadoras de fútbol femenino sin lesiones participaron (13 experimental, 7 de control). Las jugadoras entrenaron juntas, por lo que la asignación de grupo no fue aleatorizada. El SEBT fue realizado antes y después de las 8 semanas del ENM en el grupo experimental y no se aplicó en el grupo de control.	Después de participar en un ENM, las participantes demostraron una mejoría significativa en la puntuación compuesta de SEBT en la extremidad derecha y la izquierda. El grupo de control no había cambios en la puntuación compuesta de SEBT. Otro análisis identificó una mejora significativa para el SEBT en la dirección posterolateral a la derecha y la extremidad izquierda y la dirección cara posteromedial de la extremidad izquierda en el grupo experimental. Los jugadores de fútbol femenino demostraron un rendimiento mejorado en el SEBT después del ENM que se centró en la estabilidad del núcleo y fuerza de la extremidad inferior.
O'Driscoll, et al., (2011)	En este informe de caso un atleta participó en un programa de entrenamiento neuromuscular progresivo de 6 semanas que incorporó estabilidad postural, fortalecimiento, pliométrico y velocidad/agilidad. Las medidas elegidas para la evaluación de la eficacia de los resultados fueron: la herramienta de inestabilidad del tobillo de Cumberland (CAIT), Star Excursion Balance Test (SEBT) y flexión plantar de la articulación del tobillo durante el aterrizaje de un salto vertical.	Las puntuaciones CAIT y SEBT mejoraron tras la participación en el programa. El ángulo de la articulación del tobillo en flexión disminuyó en el punto de contacto inicial durante las tareas de salto, indicando que la articulación del tobillo estaba en una posición menos vulnerable al aterrizar después de la participación en el programa. El programa de entrenamiento neuromuscular dinámico de 6 semanas mejoró los parámetros de la articulación del tobillo, control sensitivomotor en un atleta con ICT.

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

<p>Caparrós, et al., (2015)</p>	<p>El Diseño de este estudio es cuasi experimental. Se intervinieron a 5 sujetos con ICT durante 3 semanas con un ENM. El objetivo del estudio se centra en analizar el efecto a corto plazo del ENM sobre el balance dinámico y la activación muscular de tobillo en sujetos con ICT. Se evaluó el Star Excursion Balance Test (SEBT) y la activación muscular durante el aterrizaje en un salto vertical.</p>	<p>Todos los sujetos completaron 10 sesiones de ENM, luego de finalizado este plan de intervención se realizó la evaluación del SEBT. El ENM en sujetos con ICT mejora la percepción de inestabilidad, permitiendo un mejor balance dinámico en el alcance y en la excursión mediolateral durante el SEBT, pero sin cambios en el patrón de activación muscular de tobillo durante un aterrizaje.</p>
<p>Cruz, D., Lomas, R., Osuna, M., Contreras, F., Martínez, A. (2015).</p>	<p>El objetivo del presente estudio fue determinar la efectividad de un programa de ENM de 6 semanas en pacientes con ICT, en relación con los resultados obtenidos en balance dinámico, sensación subjetiva de inestabilidad y dolor. 70 atletas fueron aleatoriamente asignados al grupo de control o de intervención. El grupo de control realizó su entrenamiento habitual, y el grupo de intervención se administró la misma actividad habitual además del programa.</p>	<p>El programa de entrenamiento de 6 semanas mejora la sensación subjetiva de la inestabilidad en los pacientes con ICT según la evaluación de CAIT y es eficaz en el tratamiento de déficit de control postural dinámico asociado con los pacientes con ICT que reportaron mejores puntuaciones en SETB al alcanzar mayores distancias después de formación.</p>
<p>Saha, S., Kalirathina m, D., Singh, T., Saha, S., Ismail, M., Hashim, H. (2016).</p>	<p>Este estudio se llevó a cabo para investigar la efectividad de los ejercicios de ENM, que comprenden el entrenamiento de equilibrio BOSU-Ball y los protocolos de entrenamiento de ejercicios de fisioterapia convencionales, en términos de estabilidad, equilibrio y propiocepción en atletas diagnosticados con lesión de ligamento lateral de la articulación del tobillo. Los participantes fueron introducidos a 12 sesiones de un programa de ENM (30min/día; 2 días/semana; durante 6 semanas). La prueba de equilibrio "Y" se utilizó como una herramienta fiable y válida para la evaluación cuantitativa del balance</p>	<p>Los hallazgos del estudio revelaron que seis semanas de ENM mejoraron significativamente el equilibrio, la propiocepción observada entre los jóvenes atletas diagnosticados con lesión de ligamento lateral del tobillo.</p>

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

Dando respuesta al tercer objetivo: Seleccionar con base en fuentes bibliográficas, evidencia de los efectos terapéuticos y resultados obtenidos por el entrenamiento muscular en jugadores de basquetbol amateur para prevenir una inestabilidad de tobillo posterior a un esguince de II grado, los hallazgos bibliográficos son los siguientes:

Autor/año	Tipo o descripción del estudio	Resultados
McLeod, Armstrong, Miller, Sauers. (2009).	El estudio demuestra que un programa de ENM puede aumentar el equilibrio y las capacidades propioceptivas de las jugadoras de basquetbol de la escuela secundaria y que las medidas de equilibrio clínico son sensibles a detectar estas diferencias. Para el estudio se reclutaron a 62 jugadoras de basquetbol de la escuela secundaria y se asignaron 37 al grupo de entrenamiento y 25 al grupo control.	Los autores encontraron una disminución significativa en el total de errores conforme al Balance Error Scoring System (BESS) en comparación prueba posterior con su prueba previa y el grupo de control ($P = .003$). Los autores encontraron mejoras en el alcance en las direcciones lateral, anteromedial, medial y posterior en el grupo entrenado en la prueba posterior en comparación con el grupo de control ($P < .05$) utilizando el SEBT.
Borao, et al., (2015)	En este estudio seleccionaron a 17 jugadores de baloncesto (8 grupo experimental (GE) Y 9 grupo control (GC). El GE realizo un programa de entrenamiento específico durante el calentamiento mientras que el GC completo su rutina habitual. El Star Excursion Balance Test (SEBT). Se realizó antes y después de 6 semanas de desarrollo del programa. El objetivo de este estudio fue analizar el efecto de realizar un programa de ejercicio preventivo para mejorar la capacidad de equilibrio entre un grupo de jugadores de baloncesto sanos utilizando el SEBT.	Solo las mediciones para la dirección posterolateral del SEBT fueron significativos en los 2 grupos. No existieron diferencias significativas entre los grupos para las demás direcciones. Una repetición del test fue suficiente. La realización de un programa específico de propiocepción para jugadores sanos de baloncesto no tuvo mejoras en el equilibrio.
(Minooneja, et al., 2018).	El estudio se realizó para investigar el efecto de la estabilización del ENM y función en basquetbolistas colégiales con ICT. Es un ensayo controlado aleatorio. 28 jugadores universitarios de baloncesto con ICT fueron asignados aleatoriamente al grupo experimental hop stabilization. Los participantes en el	Se observaron mejoras significativas en la activación preparatoria del musculo, y el tiempo de inicio del músculo se observaron en la parte inferior extremidad en el grupo experimental en relación con el grupo de control ($p < 0,05$).

	grupo experimental realizaron ejercicios de hop stabilization supervisado 3 veces por semana durante 6 semanas. El grupo de control no recibió ninguna intervención. Los niveles de activación muscular preparatoria y reactiva muscular fueron evaluados desde ocho músculos de las extremidades inferiores durante una tarea de aterrizaje de salto antes y después el programa de entrenamiento de 6 semanas.	También mejoró en el grupo experimental en relación con el grupo de control ($p < 0,05$). Estos hallazgos demuestran que 6 semanas de entrenamiento de ENM es eficaz en la mejora del control neuromuscular en los jugadores de baloncesto con ICT.
Ono, Akasaka, Otsudo, Mizoguchi, Suzuki, Tamura, Hattori, Hasebe, Takei, Yamamoto, Hall. (2018).	Se seleccionaron en este estudio a 106 jugadores de baloncesto de la escuela secundaria sin lesiones concurrentes. Todos los jugadores fueron asignados aleatoriamente, 40 asignados a un grupo control y 66 a un grupo de ENM. Los sujetos del ENM completaron un programa de prevención de las lesiones de tobillo que incluye trabajar con peso, piernas en cuclillas, regate con una sola pierna pases con un solo pie en el suelo, durante 2 semanas y la tabla de equilibrio para las siguientes 6 semanas.	La tasa de lesión en el tobillo se calculó y compararon por la recurrencia de lesiones por cada 1000 horas de práctica en los grupos de control y ENM. El número de lesión por inversión de tobillo fue de 17 en el grupo control y de 13 en el grupo ENM. La tasa de lesiones en el tobillo por cada 1000 horas reveló 4,43 en el grupo control y 1,99 en el grupo ENM, respectivamente. Además, el ENM puede haber contribuido a una reducción en la severidad de la lesión en el tobillo.

4.2 Discusión

El objetivo de este estudio es analizar mediante una revisión bibliográfica el entrenamiento neuromuscular como tratamiento fisioterapéutico para prevenir la inestabilidad crónica articular a causa de un esguince grado II en jugadores de basquetbol amateur.

En el estudio realizado por McLeod et al. en el 2009, demuestran que en 6 semanas el ENM puede aumentar el equilibrio y las capacidades propioceptivas, siendo medido por el BESS. De igual manera en el 2016 Saha et al. a las 6 semanas encontraron los mismo efectos

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

de equilibrio y propiocepción pero implementando la utilización de un Bosu-Ball y usando otra herramienta de evaluación, la Prueba de Equilibrio "Y".

Según Caparrós et al. en el 2015, en 3 semanas los pacientes con ICT refieren una mejora de la percepción de inestabilidad. Por lo tanto teniendo un mejor balance dinámico en el alcance del SEBT. En el mismo año Boaro et al., con 6 semanas de entrenamiento no encuentran mejoras significativas, solo en la dirección posterolateral del SEBT. Filipa et al. en el 2010, demostraron que el ENM mejora el rendimiento en el SEBT dando fuerza y estabilidad a la extremidad inferior

El SEBT y CAIT fueron las herramientas que utilizaron O'Driscoll et al. en el 2011, y Cruz et al. en el 2015. Para ambas investigaciones las mejoras en las evaluaciones mejoraron tras la participación del programa, también mejorando control postural dinámico en pacientes con ICT.

Para Ono et al. en el 2018, se complementaría el ENM con un programa de prevención de lesiones por 6 semanas. Esto dio como resultado una disminución de lesiones de tobillo con respecto al grupo control y atribuye que el ENM contribuyo a la reducción de la severidad de las lesiones. Minooneja et al. en el 2018, en 6 semanas se observaron mejoras significativas de la activación muscular y la eficacia del ENM para mejorar el control neuromuscular en jugadores de basquetbol con ICT.

4.3 Conclusión

Con base en los objetivos y a los resultados encontrados y discutidos se concluye que: Se logró el propósito de la investigación, el cual es, basado en una revisión bibliográfica,

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

identificar los efectos terapéuticos del tratamiento neuromuscular de tobillo en jugadores de basquetbol con inestabilidad articular crónica como consecuencia de un esguince grado II.

En esta investigación, se da explicación al esguince de tobillo, los 3 grados en los cuales se puede clasificar. Se describe el mecanismo de lesión y los daños que se pueden generar en los tejidos colindantes que a futuro pueden generar ICT, disminuyendo el rendimiento deportivo de los jugadores de basquetbol.

Se logró definir que la implementación de un protocolo con ENM en el tratamiento de basquetbolistas, es de las medidas más efectivas para disminuir la incidencia y prevalencia del esguince de tobillo, así como de la ICT en el ámbito deportivo.

De igual manera se logró mostrar por medio de fuentes bibliográficas los beneficios obtenidos debido a la aplicación del ENM, mejorando el balance postural, la activación muscular y como método de prevención para lesiones recurrentes, logrando una mejora significativa de la funcionalidad de la articulación.

4.4 Perspectivas

A partir de los resultados y discusiones presentados en esta tesis de pregrado, las perspectivas de los trabajos futuros se orientan en tres sentidos.

En un primer plano, esta investigación puede ser de utilidad como una fuente de consulta para futuras generaciones del área de ciencias de la salud, que decidan investigar acerca de la inestabilidad crónica de tobillo y los efectos de usar como tratamiento el entrenamiento neuromuscular en jugadores de basquetbol.

Entrenamiento neuromuscular para inestabilidad

En un segundo plano, se complementaría esta investigación al ser utilizada la información aquí descrita en un estudio experimental. De esta manera se pone a prueba todo lo investigado.

Finalmente, sería de interés la realización de un estudio con la información de esta investigación y que el resultado de ésta, finalice en un artículo publicado en una revista médica.

Referencias

- Borao, O., Planas, A., Beltran, V., Corbi, F. (2015). Efectividad de un programa de entrenamiento neuromuscular de 6 semanas de duración aplicado en el tobillo en la realización del Star Excursion Balance Test en jugadores de baloncesto. *Apunts: Medicina de l'esport*, 50(187), 95-102. Recuperado de www.apunts.org
- Caparrós, C., Morales, J., Dabanch, A., Díaz, F., Molina, D., Salazar, J., Viscay, N. (2015) Efectos del entrenamiento neuromuscular sobre el balance dinámico y actividad muscular en deportistas con inestabilidad funcional de tobillo: un estudio preliminar. *CES Movimiento y Salud*. 3(1): 7-15. Recuperado de www.revistas.ces.edu.
- Carrasco, F. (2014) Anatomía y Biomecánica del tobillo. (Tesis de pregrado). *Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*. Lambayeque, Perú. Recuperado de www.catarina.udlap.mx
- Cruz, D., Lomas, R., Osuna, M., Contreras, F., Martínez, A. (2015). Effects of 6 Weeks of Balance Training on Chronic Ankle Instability in Athletes: A Randomized Controlled Trial. *International Journal of Sports Medicine*. 36: 754-760 Doi: 10.1055/s-0034-1398645
- EcuRed. (s.f.). *EcuRed*. Recuperado de www.ecured.cu
- Filipa, A., Byrnes, R., Paterno, M., Myer, G., Hewett, T. (2010). Neuromuscular training improves performance on the star excursion balance test in young female athletes. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 40(9), 551-558. Doi: 10.2519/jospt.2010.3325
- Gómez, L., Ramírez, J., Torres, A., Contreras, A., Ortega, R. (2018). Resultados clínicos y funcionales de la plastía Broström-Gould para inestabilidad lateral de tobillo:

- evaluación con tres escalas. *Acta Ortopédica Mexicana*. 32: 93-97. Recuperado de www.ncbi.nlm.nih.gov
- Granacher, U., Puta, C., Gabriel, H, Behm, D., Arampatzis, A. (2018). Neuromuscular Training and Adaptations in Youth Athletes. *Frontiers in physiology*, 9, 1264. Doi: 10.3389/fphys.2018.01264
- Granado, M., Matlick, D. (2018) Clinical rehabilitation ankle Sprain. *Cinahl Information Systems*. Recuperado de web.a.ebscohost.com
- Guzmán, E., Gatica, V., Méndez, G. (2014) Correlación entre el control postural y neuromuscular con cuestionarios de percepción funcional en deportistas con inestabilidad de tobillo. *Fisioterapia*, 37(2), 60-66. Doi: 10.1016/j.ft.2014.05.004
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación* (Vol. 3). México: McGraw-Hill.
- IMSS. (2013). *Diagnóstico y Manejo del Esguince de Tobillo en la Fase Aguda en el Primer Nivel de Atención*. México. Recuperado de www.imss.gob.mx
- nfoMED. (2015). *infoMED*. Recuperado de www.sld.cu
- Kapandji A. (2012) *Fisiología Articular 6ta edición, Miembro Inferior*. Paris. Editorial Medica Panamerica.
- Keene, D., Williams, M. A., Segar, A. H., Byrne, C., & Lamb, S. (2016). Immobilisation versus early ankle movement for treating acute lateral ankle ligament injuries in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Recuperado de ora.ox.ac.uk
- Latarjet, M., Ruiz, A., Pró, E. (2019). *Anatomía Humana 5ta edición*. Editorial Panamericana.
- Lin, C., Delahunt, E., King, E. (2012). Neuromuscular Training for Chronic Ankle Instability. *Physical Therapy*, 92(8), 987–991. Doi:10.2522/ptj.20110345
- Martín, L., Aguado, X. (2011). Revisión de las repercusiones de los esguinces de tobillo sobre el equilibrio postural. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 46(170), 97-105. Doi 10.1016/j.apunts.2011.04.002

- Martínez, P. (2015) Prevención lesional de esguince de tobillo en jugadores de baloncesto pre-adolescentes. (Tesis de Pregrado). *Universidad de León*. México. Recuperado de www.buleria.unileon.es
- McLeod, T., Armstrong, T., Miller, M., Sauers, J. (2009). Balance Improvements in Female High School Basketball Players after a 6-Week Neuromuscular-Training Program. *Journal of Sport Rehabilitation*, 18(4), 465–481. Doi: 10.1123/jsr.18.4.465
- Minoonejad, H., Karimizadeh, M., Rajabi, R., Wikstrom, E., Sharifnezhad, A. (2018). Hop Stabilization Training Improves Neuromuscular Control in College Basketball Players With Chronic Ankle Instability: A Randomized Controlled Trial. *Journal of sport rehabilitation*, (00), 1-8. Doi: 10.1123/jsr.2018-0103
- Moore, K., Dalley, A., Agur, A. (2018) *Anatomía con orientación clínica 8ª edición*. Wolters Kluwer. Philadelphia.
- O'Driscoll, J., Kerin, F., & Delahunt, E. (2011). Effect of a 6-week dynamic neuromuscular training programme on ankle joint function: a case report. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology*, 3(1), 13. Doi: 10.1186/1758-2555-3-13.
- Ono, K., Akasaka, K., Otsudo, T., Mizoguchi, Y., Suzuki, K., Tamura, A., Hattori, H., Hasebe, Y., Takei, K., Yamamoto, M., Hall, T. (2018). Effects of neuromuscular training on ankle sprain in junior high school basketball players. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 61, 435–557. Doi: 10.1016/j.rehab.2018.05.1075
- Rincón, D., Camacho, J., Rincón, P., Sauza, N. (2015). Abordaje del esguince de tobillo para el médico general. *Revista Universitaria Industrial Santander. Salud*; 47(1): 85-92. Recuperado de www.scielo.org
- Saha, S., Kalirathinam, D., Singh, T., Saha, S., Ismail, M., Hashim, H. (2016). Effectiveness of neuromuscular training program in young athletes suffering from lower lateral ankle ligament injury. *Malaysian Journal of Movement, Health & Exercise*, 5(1), 37-47. Doi: 10.15282/mohe.v5i1.103

- Sánchez M., Rendón, A. (2017). Inestabilidad lateral del tobillo tratada con Broström-Gould. Evaluación de satisfacción y funcionalidad. In *Anales Médicos* (Vol. 62, No. 1, pp. 15-21). Recuperado de www.medigraphic.com
- Santoja F. (2017). Exploración del Tobillo y Pie. Recuperado de www.cartagena2018.congresosesp.es
- Schiftan, G., Ross, L., Hahne, A. (2014). The effectiveness of proprioceptive training in preventing ankle sprains in sporting populations: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 18 238–244. Doi 10.1016/j.jsams.2014.04.005
- Trueba, R., & Estrada, J. M. (2010). La base de datos PubMed y la búsqueda de información científica. *Seminarios de la Fundación Española de Reumatología*.
- ULPGC. (2012). *Universidad de las Palmas de Gran Canaria*. Recuperado de biblioteca.ulpgc.es
- Waterman, B., Owens, B., Shaunette, D., Zacchilli, M., Belmont, P. (2010). The Epidemiology of Ankle Sprains in the United States. *The journal of bone and joint surgery, incorporated*. 92:2279-2284. Doi:10.2106/JBJS.I.01537
- Zaragoza, K., Fernández S. (2013). Ligamentos y tendones del tobillo: anatomía y afecciones más frecuentes analizadas mediante resonancia magnética. *Anales de Radiología México*. 2:81-94. Recuperado de www.researchgate.net



**IPETH INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA**

TITULACION POR TESIS Y EXAMEN PRIVADO

APROBACIÓN DE IMPRESIÓN DE TESIS POR DIRECTOR DE TESIS

La/El Lic. Itzel Dorantes Venancio acredita que el
Alumno Diego Estuardo Jiménez Rosales

Con el nombre de Tesis "Revisión bibliográfica sobre el entrenamiento neuromuscular como tratamiento preventivo para la inestabilidad crónica como consecuencia de un esguince de tobillo de grado II en jugadores de basquetbol amateur"

Ha realizado y concluido satisfactoriamente su Tesis, teniendo todas sus partes aprobadas, por tal motivo, no tengo ningún inconveniente en autorizar la impresión de la misma.

Con esto concluyo mi trabajo como Director de Tesis del alumno antes descrito.

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Itzel Dorantes Venancio", is written over a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

Nombre y Firma del Director de Tesis

Se otorga el presente a los 10 de Junio de 2019

**COORDINACIÓN DE TITULACIÓN
IPETH Campus Guatemala**



**IPETH INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA**

TITULACION POR TESIS Y EXAMEN PRIVADO

APROBACIÓN DE IMPRESIÓN DE TESIS POR ASESOR DE METODOLOGÍA

La Dra. Francisca Trujillo Culebro acredita que el
Alumno Diego Estuardo Jiménez Rosales
Con el nombre de Tesis Revisión bibliográfica de la efectividad del trata-
miento fisioterapéutico basado en entrenamiento neuromuscular de tobillo
para evitar la inestabilidad crónica como consecuencia de un
esguince de grado II en jugadores de básquetbol.

Ha realizado y concluido satisfactoriamente su Tesis, teniendo todas sus partes aprobadas, por tal motivo, no tengo ningún inconveniente en autorizar la impresión de la misma.

Con esto concluyo mi trabajo como Asesor Metodológico de Tesis del alumno antes descrito.


Nombre y Firma del Asesor en Metodología

Se otorga el presente a los 10 de Mayo de 2019.