

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE ENFERMERÍA
CARRERA TERAPIA FÍSICA

**PROPIOCEPCIÓN Y EL SISTEMA PROPIOCEPTIVO
EN EL ABORDAJE FISIOTERAPÉUTICO Y PREVENTIVO
DEL ESGUINCE DE TOBILLO**

**DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE LICENCIADA EN TERAPIA FÍSICA**

ELABORADO POR
MARÍA PAZ VELÁSQUEZ GALARZA

QUITO, OCTUBRE 2012

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, a mi abuela Teresa Galarza Bermeo, quien con mucho cariño y amor desde muy pequeña me inculcó hacia el empeño y dedicación, y a mis grandiosos padres por su valioso cariño, comprensión y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios que gracias a el he podido guiar mi vida cada día y culminar mi trabajo de disertación, a mis padres Javier, mi madre María Eugenia y mi hermana María Emilia por su amor, paciencia, ánimo y apoyo incondicional, al Licenciado Klever Bonilla por su colaboración en este trabajo.

A mi gran amor Paul Quiñonez, quien me ha demostrado estar conmigo en esta etapa tan crucial.

A la prestigiosa Pontificia Universidad Católica del Ecuador, por darme la oportunidad de realizar mis estudios, y a todos los profesores que conforman la carrera de Terapia Física, que formaron parte de mi carrera y ahora forman parte de lo que soy.

Finalmente a la Fundación Hermano Miguel, donde me abrieron las puertas y me han permitido reforzar y poner en práctica mis conocimientos.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN	4
3. OBJETIVOS	6
4. METODOLOGÍA	7

CAPITULO I

1 ANATOMÍA DEL TOBILLO	8
1.1 COMPONENTES ÓSEOS.....	8
1.1.1 El Tarso	9
1.1.1.1 Fila Posterior del Tarso.....	10
1.1.1.2 Fila Anterior del Tarso	15
1.1.2 Metatarsianos	17
1.1.3 Las Falanges	20
1.1.4 Huesos Sesamoideos.....	20
1.2 COMPONENTES ARTICULARES	21
1.2.1 Articulación Tibio Peróneo Inferior.....	21
1.2.2 Articulación Tibio Perónea Astragalina	23
1.2.2.1 La Mortaja Tibioperónea	23
1.2.2.2 El Astrágalo	24
1.2.3 Articulación Subastragalina	26
1.2.3.1 Articulación Astragalocalcánea Posterior	26
1.2.3.2 Articulación Astragalocalcánea Anterior	27
1.2.4 Articulación Mediotarsiana o de Chopart	27
1.2.4.1 Articulación Astragaloescafoidea.....	27
1.2.4.2 Articulación Calcáneocuboidea	28
1.2.5 Articulaciones Escafo-cuneales, Intercuneales y Cuneocuboideas.....	29
1.2.6 Articulación de Lisfrank	29

1.2.7	Articulaciones de los Extremos Posteriores de los Metatarsianos	31
1.3	MUSCULATURA	31
1.4	INERVACIÓN	44
1.4.1	Inervación Motora	44
1.4.1.1	Sistema Neuromuscular Ciático Poplíteo Externo o Peróneo Común	44
1.4.1.2	Sistema Neuromuscular Ciático Poplíteo Interno	45
1.4.2	Inervación Sensitiva	45
1.5	IRRIGACIÓN	47
1.5.1	Vascularización Arterial	47
1.5.2	Vascularización Venosa del Miembro Inferior.....	47
1.5.2.1	Sistema Venoso Superficial.....	48
1.5.2.2	Sistema Venoso Profundo	48

CAPÍTULO II

2	BIOMECÁNICA DE LA ARTICULACIÓN DEL TOBILLO	50
2.1	BIOMECÁNICA BÁSICA DEL SISTEMA MÚSCULO ESQUELÉTICO	51
2.1.1	Propiedades Biomecánicas del Hueso	51
2.1.2	Biomecánica del Cartílago Articular.....	53
2.1.2.1	Composición y Estructura del Cartílago Articular	54
2.1.2.2	Comportamiento Biomecánico del Cartílago Articular	55
2.1.3	Cápsula Articular	55
2.1.4	Biomecánica de los Tendones y Ligamentos	56
2.1.4.1	Composición y Estructura de los Tendones y Ligamentos	57
2.1.4.2	Comportamiento Mecánico de Tendones y Ligamentos.....	59
2.1.4.3	Propiedades Biomecánicas	60
2.1.4.4	Colapso del Ligamento y Mecanismo de Lesión	61
2.1.4.5	Factores que afectan a las Propiedades Biomecánicas de Tendones y Ligamentos	65
2.2	BIOMECÁNICA DEL PIE Y TOBILLO	68
2.2.1	Bóveda Plantar	69
2.2.1.1	El Arco Interno.....	71

2.2.1.2	El Arco Externo.....	74
2.2.1.3	El Arco Anterior y la Curva Transversal.....	77
2.2.2	Equilibrio y Arquitectura del Pie y Tobillo.....	79
2.2.3	Biomecánica de las Articulaciones del Tobillo.....	80
2.2.3.1	Biomecánica de la Articulación Tibiotarsiana	81
2.2.3.2	Estabilidad Anteroposterior del Tobillo y Factores Limitantes de la Flexoextensión.....	86
2.2.3.3	Estabilidad Transversal	88
2.2.3.4	Biomecánica de la Articulación Peróneotibial Inferior.....	91
2.2.3.5	Movimientos de Rotación Longitudinal y Lateralidad del Pie.....	92
2.2.3.6	Biomecánica de la Articulación Subastragalina	92
2.2.3.7	Biomecánica de la Articulación Mediotarsiana	94
2.2.3.8	Funcionamiento Global de las Articulaciones del Tarso Posterior	95
2.2.3.9	Las Cadenas Ligamentosas de Inversión y Eversión	97
2.3	LA MARCHA.....	100
2.3.1	La Postura y la Posición Bípeda.....	100
2.3.2	Análisis de la Marcha y su Concepto.....	101
2.3.2.1	Fases de la Marcha	102
2.3.2.2	Período Estático	103
2.3.2.3	Fase Pre Oscilatoria	104
2.3.2.4	Período Oscilatorio	105

CAPITULO III

3	PROPIOCEPCION Y EL SISTEMA PROPIOCEPTIVO	107
3.1	DEFINICIÓN DE PROPIOCEPCIÓN.....	107
3.2	FISIOLOGÍA DE LA PROPIOCEPCIÓN.....	109
3.2.1	Fascia y Propiocepción.....	111
3.3	INFORMACIÓN CUTÁNEA Y KINESTÉSICA	112
3.3.1	Sistemas Leminiscal y Extraleminiscal	113
3.3.2	Sensación Mecánica	113
3.4	ÓRGANOS PROPIOCEPTIVOS	114
3.4.1	Clasificación de los neuroreceptores.....	115
3.4.1.1	Función y Mecanismo de Acción de los Mecanoreceptores.....	117

3.4.2	Descripción de los Mecanorreceptores Propioceptivos presentes en Estructuras Articulares.....	119
3.4.2.1	Terminaciones de Ruffini.....	119
3.4.2.2	Corpúsculos de Pacini.....	120
3.4.2.3	Terminaciones Nerviosas Libres.....	121
3.4.3	Descripción de los Mecanorreceptores Propioceptivos presentes en Estructuras Musculares.....	122
3.4.3.1	Órgano Tendinoso de Golgi.....	122
3.4.3.2	Husos Musculares.....	122
3.5	PAPEL DE LA INFORMACIÓN SOMÁTICA GENERAL EN LA CINESTESIA.....	123
3.6	TRASCENDENCIA CLÍNICA DE LA PROPIOCEPCIÓN.....	124
3.7	PROPIOCEPCIÓN DEL TOBILLO.....	126
3.8	IMPORTANCIA DEL ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO.....	131

CAPÍTULO IV

4	EL ESGUINCE DE TOBILLO Y EL ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO.....	134
4.1	EPIDEMIOLOGÍA DEL ESGUINCE DE TOBILLO.....	135
4.2	FACTORES DE RIESGO.....	136
4.2.1	Factores de Riesgo Externo.....	137
4.2.2	Factores de Riesgo Interno.....	138
4.3	DEFINICIÓN DE ESGUINCE Y SUS GRADOS.....	140
4.4	MECANISMO DE LESIÓN.....	141
4.4.1	Traumatismos por Inversión.....	141
4.4.2	Traumatismo por Eversión.....	142
4.4.3	Traumatismo por Rotación Externa.....	143
4.5	CLASIFICACIÓN DE LOS ESGUINCES DE TOBILLO.....	144
4.5.1	Clasificación de los Esguinces Laterales.....	144
4.5.2	Clasificación de los esguinces en la que se afecta el sistema ligamentario medial o interno.....	146
4.6	FISIOLOGÍA DE LA LESIÓN.....	149
4.6.1	El Proceso Inflamatorio.....	149
4.6.1.1	Fase Inflamatoria Aguda.....	149

4.6.1.2	Fase de Resolución o de Curación.....	152
4.6.1.3	Fase de Regeneración y Reparación	152
4.7	LAS LESIONES AGUDAS Y EL DOLOR	155
4.7.1	El dolor de los Tejidos Blandos y sus Mecanismos de Valoración.....	155
4.7.2	Fundamentos Anatómicos del Dolor.....	156
4.7.3	Tipos de Dolor	158
4.7.4	Medición del Dolor	159
4.8	CLÍNICA DEL ESGUINCE DE TOBILLO.....	160
4.9	VALORACIÓN DEL ESGUINCE DE TOBILLO	162
4.9.1	Datos Anatómicos significativos para la Valoración de un Esguince de Tobillo	162
4.9.2	Diagnóstico Médico	163
4.9.2.1	Exploración Física	164
4.9.2.2	Exploración Radiológica	169
4.10	TRATAMIENTO DEL ESGUINCE DE TOBILLO	171
4.10.1	Tratamiento General del Esguince de Tobillo.....	172
4.10.1.1	Fármacos utilizados en Lesiones Agudas de Tejidos Blandos	174
4.10.2	Tratamiento Fisioterapéutico del Esguince de Tobillo	177
4.10.2.1	Principios de Rehabilitación en la Lesión del Esguince de Tobillo.....	177
4.10.2.2	El Papel de los Ejercicios durante la Rehabilitación	178
4.10.2.3	Papel de los Agentes Físicos durante la Rehabilitación	181
4.10.2.4	Elección de un Agente Físico	182
4.10.2.5	Importancia del Entrenamiento Propioceptivo dentro del Programa de Rehabilitación del Esguince de Tobillo	184
4.10.2.6	Indicaciones y Recomendaciones que se deben tomar en cuenta al realizar Entrenamiento Propioceptivo	187
4.11	METAS DEL ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO.....	189
4.12	EJERCICIOS DE TOBILLO Y PIE, PREVIOS AL ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO.....	189
4.13	CUANTIFICACIÓN DE LA PROPIOCEPCIÓN PREVIO AL ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO	195

4.14	MATERIALES QUE SE UTILIZAN PARA EL ENTRENAMIENTO DE LA PROPIOCEPCIÓN.....	196
4.15	EJERCICIOS DE PROPIOCEPCIÓN.....	199
5.	METODOLOGÍA.....	228
6.	CONCLUSIONES.....	229
7.	RECOMENDACIONES.....	232
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	235
	ANEXOS.....	241
	ANEXO 1.....	242

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Huesos del pie	9
Gráfico 2	Visión proximal del astrágalo	12
Gráfico 3	Visión plantar del astrágalo	12
Gráfico 4	Seno del tarso	14
Gráfico 5	Sustentaculum tali	14
Gráfico 6	Visión medial del calcáneo	14
Gráfico 7	Visión lateral del calcáneo.....	15
Gráfico 8	Escafoides.....	15
Gráfico 9	Hueso cuboides	17
Gráfico 10	Metatarsianos.....	18
Gráfico 11	Falanges	20
Gráfico 12	Huesos sesamoideos	21
Gráfico 13	Articulación tibio perónea inferior vista medial y sus ligamentos.....	22
Gráfico 14	Articulación tibio perónea inferior vista lateral	22
Gráfico 15	Articulación tibio perónea inferior	23
Gráfico 16	Articulación tibioperónea astragalina y sus ligamentos vista lateral	25
Gráfico 17	Articulación tibioperonea astragalina y sus ligamentos vista medial	26
Gráfico 18	Articulación de Chopart.....	29
Gráfico 19	Articulación de Lisfrank	31
Gráfico 20	Vista anterior de los músculos de la pierna.....	40
Gráfico 21	Músculos de la pierna vista medial y lateral	41
Gráfico 22	Músculos intrínsecos del pie vista dorsal	42
Gráfico 23	Músculos intrínsecos del pie vista plantar	43
Gráfico 24	Inervación del pie	46
Gráfico 25	Circulación venosa y arterial del miembro inferior.....	49

Gráfico 26	Composición estructural de tendones y ligamentos	57
Gráfico 27	Orientación de fibras en tendones y ligamentos	58
Gráfico 28	Curva de elongación	60
Gráfico 29	Lesión del sistema ligamentario	64
Gráfico 30	Bóveda plantar y sus tres puntos de apoyo	69
Gráfico 31	Huella plantar y puntos de apoyo	70
Gráfico 32	Reparto del peso del cuerpo	71
Gráfico 33	Arco interno y sus componentes óseos.....	72
Gráfico 34	Distribución de trabéculas óseas	72
Gráfico 35	Piezas óseas del arco externo	75
Gráfico 36	Transmisión de fuerzas mecánicas del arco externo	76
Gráfico 37	El Arco anterior, piezas óseas y curva transversal.....	78
Gráfico 38	Ejes de la articulación del tobillo	81
Gráfico 39	Flexión dorsal.....	82
Gráfico 40	Flexión plantar.....	83
Gráfico 41	Ligamentos lateral externo	84
Gráfico 42	Ligamento lateral interno.....	85
Gráfico 43	Ligamentos anterior y posterior.....	86
Gráfico 44a	Afectación ósea y ligamentaria causada por movimientos forzados de abducción	89
Gráfico 44b	Fractura de Dupuytren.....	90
Gráfico 45	Fractura bimalleolar	90
Gráfico 46	Ligamentos que se tensan durante la inversión	98
Gráfico 47	Ligamentos que se tensan durante la eversión.....	100
Gráfico 48	Ciclo de la marcha.....	102
Gráfico 49	Balanceo del talón.....	103
Gráfico 50	Actividades musculares de la marcha normal	106
Gráfico 51	Órganos y receptores propioceptivos.....	115
Gráfico 52	Terminaciones de Ruffini.....	120
Gráfico 53	Corpúsculos de Paccini.....	121
Gráfico 54	Terminaciones nerviosas libres.....	121
Gráfico 55	Órgano tendinoso de Golgi	122
Gráfico 56	Huso muscular	123

Gráfico 57	Esquema de aferencias periféricas y niveles de control del sistema propioceptivo.....	127
Gráfico 58	Esquema de las bases fisiopatológicas de la inestabilidad de tobillo.....	129
Gráfico 59	Mecanismo de lesión por inversión	142
Gráfico 60	Mecanismo de lesión por eversión.....	143
Gráfico 61	Rotura de la sindesmosis	144
Gráfico 62	Esguince de tobillo lateral grado 1	145
Gráfico 63	Esguince de tobillo lateral grado 2	145
Gráfico 64	Esguince de tobillo lateral grado 3	146
Gráfico 65	Esguince de tobillo medial grado 1	147
Gráfico 66	Esguince de tobillo medial grado 2	148
Gráfico 67	Esguince de tobillo medial grado 3	148
Gráfico 68	Proceso inflamatorio.....	154
Gráfico 69	Mecanismos de recepción del dolor.....	157
Gráfico 70	Escalas para valorar el dolor (adultos).....	160
Gráfico 71	Escalas para valorar el dolor a niños, o a adultos con problemas cognitivos.....	160
Gráfico 72	Prueba de cajón anterior	165
Gráfico 73	Prueba de inversión forzada	165
Gráfico 74	Palpación de estructuras óseas según la Ottawa	167
Gráfico 75	Aspectos a tomar en cuenta en radiografía de tobillo según la Ottawa	171
Gráfico 76	Estiramiento de la cara anterior de la pierna, con el pie atrasado	191
Gráfico 77	Estiramiento de la cara anterior de la pierna, con el pie levantado.....	192
Gráfico 78	Estiramiento de la cara anterior de la pierna con el pie cruzado por delante.....	193
Gráfico 79	Estiramiento de la cara anterior de la pierna, de rodillas.....	193
Gráfico 80	Estiramiento de la cara anterior de la pierna, de rodillas.....	194
Gráfico 81	Puntillas en apoyo bilateral	200
Gráfico 82	Pararse en talones apoyo bilateral.....	201
Gráfico 83	Apoyo bilateral del borde externo.....	202

Gráfico 84	Marcha hacia adelante y atrás en posición de puntillas	203
Gráfico 85	Marcha hacia adelante y atrás en posición de talones.....	204
Gráfico 86	Propiocepción con pelota sobre superficie estable	205
Gráfico 87	Desplazamiento lateral en puntas	206
Gráfico 88	Marcha en plano inclinado	207
Gráfico 89	Marcha en plano inclinado, con flexión de cadera y rodilla	208
Gráfico 90	Apoyo sobre tabla inestable (plantiflexión y dorsiflexión).....	209
Gráfico 91	Apoyo bilateral en tabla inestable	210
Gráfico 92	Apoyo unilateral sobre tabla inestable.....	211
Gráfico 93	Apoyo unilateral en tabla inestable acompañado e flexión de rodilla.....	212
Gráfico 94	Apoyo unilateral en tabla inestable, con flexión de cadera y rodilla.....	213
Gráfico 95	Apoyo unilateral en tabla inestable, con aducción de cadera del lado contralateral	214
Gráfico 96	Apoyo unilateral en tabla inestable, con extensión de cadera en lado contralateral.....	215
Gráfico 97	Apoyo unilateral en tabla inestable, con flexión de cadera, y extensión de rodilla del lado contra lateral	216
Gráfico 98	Dorsiflexión de tobillo con banda	217
Gráfico 99	Plantiflexión de tobillo con banda	218
Gráfico 100	Inversión de tobillo con banda.....	219
Gráfico 101	Eversión de tobillo con banda	220
Gráfico 102	Apoyo bilateral en bosú de propiocepción.....	221
Gráfico 103	Apoyo unipodal en bosú de propiocepción con flexión de cadera	222
Gráfico 104	Apoyo unipodal en bosú de propiocepción con abducción de cadera	223
Gráfico 105	Descargas de peso bilateral en trampolín	224
Gráfico 106	Salto en trampolín	225
Gráfico 107	Salto en trampolín con apoyo unilateral	226
Gráfico 108	Apoyo unilateral recibiendo balón	228

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Caras del astragalo	11
Tabla 2	Caras del calcáneo.....	13
Tabla 3	Características de los huesos cuneiformes	16
Tabla 4	Características específicas de los metatarsianos.....	19
Tabla 5	Músculos largos extensores del pie.....	32
Tabla 6	Músculos largos del grupo peróneo.....	32
Tabla 7	Músculos largos flexores del pie grupo superficial	33
Tabla 8	Músculos largos flexores del pie grupo profundo	34
Tabla 9	Músculos cortos del pie región dorsal	35
Tabla 10	Músculos cortos del pie región plantar grupo interno	36
Tabla 11	Músculos cortos del pie región plantar grupo externo	37
Tabla 12	Músculos cortos del pie región plantar grupo medio	38
Tabla 13	Músculos lumbricales	38
Tabla 14	Músculos interóseos.....	39
Tabla 15	Representación esquemática de varios modos de carga	53
Tabla 16	Cambios estructurales de las fibras durante la carga y elongación	61
Tabla 17	Tipos de lesiones ligamentarias	62
Tabla 18	Músculos que participan en el reforzamiento del arco interno.....	74
Tabla 19	Músculos que participan en el reforzamiento del arco externo.....	77
Tabla 20	Musculatura en arco anterior y curva transversal.....	79
Tabla 21	(a) Ligamentos laterales (lateral externo)	84
Tabla 21	(b) Ligamentos laterales (lateral interno)	85
Tabla 22	Ligamento principal de la articulación subastragalina	94
Tabla 23	Ligamentos de la articulación mediotarsiana.....	95
Tabla 24	(a) Limitación ligamentaria del movimiento de inversión	98
Tabla 24	(b) Ligamentos que se tensan durante la eversión.....	99

Tabla 25	Clasificación de los neuroreceptores según Martín Rodríguez (2008).....	116
Tabla 26	Clasificación de los neuroreceptores según su campo receptivo.....	116
Tabla 27	Clasificación de los neuroreceptores según la naturaleza del estímulo.....	117
Tabla 28	Los mecanoreceptores propioceptivos.....	117
Tabla 29	Secuencia de la transmisión de los estímulos a través de los receptores	124
Tabla 30	Panorama diferencial de las lesiones agudas de tobillo	136
Tabla 31	Signos del esguince del tobillo	161
Tabla 32	Síntomas del esguince de tobillo.....	162
Tabla 33	Goniometría del tobillo.....	168
Tabla 34	Objetivos y medidas para la rehabilitación de las lesiones agudas del tobillo.....	177
Tabla 35	Agentes físicos para el tratamiento de las restricciones de movilidad	183
Tabla 36	Agentes físicos para el tratamiento del dolor.....	183
Tabla 37	Agentes físicos para favorecer la curación de tejidos.....	184
Tabla 38	Indicaciones y precauciones del entrenamiento propioceptivo.....	188
Tabla 39	Materiales utilizados para realizar ejercicios propioceptivos	197

1. INTRODUCCIÓN

El pie debe ser considerado como un órgano sensorial, como lo reafirman H. S. Reichel y C.E Ploke (2007), se la conoce como una de las articulaciones más complejas, ya que posee numerosas funciones, participa en la marcha por sus funciones de sostén, de propulsión, de recepción y de amortiguación; interviene de manera privilegiada en las reacciones de equilibrio, informando constantemente de los movimientos de nuestra masa corporal con relación al suelo.

Es por esto que cuando sucede una lesión en este gran complejo articular, es motivo de gran preocupación. Hoy en día no se puede hablar de un simple esguince, como lo menciona Pedro Chana Valero (2010), en su estudio sobre la eficacia del ejercicio propioceptivo combinado con vendaje neuromuscular en la inestabilidad funcional del tobillo; recalca que el 75% de todas las lesiones de tobillo, corresponden a lesiones ligamentosas, del 55 al 72 % de personas que sufren esta lesión, presentan síntomas residuales que van desde la sexta semana del mecanismo lesional a los 18 meses y finalmente, que el 85% de estas lesiones son secundarias a un esguinces en inversión, convirtiéndola en la patología más frecuente de tobillo y la más frecuente entre deportistas.

A continuación se realizará un estudio bibliográfico dividido en los siguientes capítulos, que constan de la siguiente manera:

En el primer capítulo se describe la anatomía funcional del tobillo, la cual comprende componentes osteoarticulares, ligamentosos, musculares, y finalmente la inervación e irrigación principal de dicha articulación.

El segundo capítulo comprende una relación íntima con el primero, con un enfoque biomecánico de la articulación del tobillo, se analiza primeramente las funciones y movimiento de cada articulación en el espacio, y posteriormente las alteraciones biomecánicas que se producen en la patología y producen la lesión.

En el tercer capítulo se define a la propiocepción y al sistema propioceptivo desde varios puntos de vista, se analiza la fisiología, sistemas que trabajan en conjunto, órganos que comprenden este gran sistema somatosensorial, finalizando con la importancia clínica que tiene la misma, y su importancia reflejada en ser un factor clave de un programa de entrenamiento tras sufrir la lesión, o al contrario para prevenirla.

El cuarto capítulo engloba todos los anteriores, se describe a la lesión de esguince de tobillo en sí, se analizan los factores internos y externos que la hacen ser vulnerable, se detalla la clínica de la lesión, como es tratada de manera general, y específicamente en rehabilitación. Al final de este capítulo se enfatiza la descripción gráfica de ejercicios propioceptivos que se deben realizar, así mismo se indica los cuidados e indicaciones del mismo.

Finalmente el último capítulo se plasma en la síntesis de toda la investigación realizada en una sencilla y práctica guía preventiva, dividida en dos tomos, el primero dirigido a aquellos pacientes que han sufrido la lesión y desean informarse acerca del entrenamiento propioceptivo y así evitar recidivas, o a personas que realizan alguna actividad física y quieren informarse acerca de esta patología y como evitarla mediante la aplicación de los ejercicios como medida preventiva; y el segundo para el personal médico involucrado en dicha patología, que incluye los materiales más utilizados para realizar ejercicios propioceptivos, ejercicios recomendados a realizarse, y recomendaciones que se debe hacer al paciente que ha padecido dicha lesión. Realizo el manual con el objetivo de concientizar a la población acerca de esta patología tan frecuente y que, si no es bien manejada puede resultar en ser crónica y dolorosa.

Usar medidas preventivas como uso correcto del calzado, vendajes propioceptivos, fortalecer musculatura y mantener nuestro control postural en buen estado, no es común en la mayoría de las personas, podría haber una excepción en deportistas, que por su alto rendimiento e importancia, son exigidos a cuidar su cuerpo; sin embargo en nuestro país considero que no existe aún una cultura preventiva si no al contrario curativa, me refiero con esto que cuando sucede una lesión se acude al personal médico, mientras tanto no se hace nada por prevenirla.

Mediante el manual, intento crear una mente preventiva, que se conozca más sobre esta lesión tan común, como se desarrolla, y que hacer si se la padece.

2. JUSTIFICACIÓN

El pie sirve de plano de sustentación y palanca de locomoción del cuerpo humano, y para ello es capaz de adaptarse a cualquier situación irregular del suelo gracias a la flexibilidad de la bóveda plantar. Precisamente esa flexibilidad de adaptación le hace sensible a cambios que puedan desembocar en la inestabilidad y mucho más cuando se ha sufrido una alteración funcional previa, como se ha demostrado que, a pesar de que la mayoría de los pacientes se recuperan por completo; "aproximadamente del 20% al 40%"¹ desarrollan síntomas crónicos de dolor e inestabilidad.

Diariamente el ser humano se enfrenta a un sin número de situaciones en las que la articulación del tobillo juega un papel muy importante en la vida del ser humano, ya sea al caminar camino al trabajo, o así mismo en el que caso de que se realice algún deporte en el que el gesto involucre saltos, carreras, en terrenos ya sea estables o inestables; todos estos momentos son situaciones vulnerables que la persona se encuentra sometida a sufrir diariamente, donde si no existe la coordinación neuromuscular adecuada frente a un mal movimiento, tropiezo, obstáculo o ya sea una caída, las articulación del tobillo en la mayoría de veces va a verse afectada.

A lo largo de mi experiencia laboral en la Fundación Hermano Miguel, he podido darme cuenta que el esguince de tobillo, es una de las patologías con las que mas frecuencia se atiende en la institución, acuden pacientes en varios estadíos de la patología refiriéndome a procesos agudos, subagudos y en un gran porcentaje con inestabilidad crónica de tobillo, pacientes acostumbrados a un dolor de tobillo innecesario, que puede ser abordado mediante un correcto abordaje fisioterapéutico. Ha surgido en mi el cuestionamiento sobre por que

¹ Ehmer. Bernhard. (2005). Fisioterapia en Ortopedia y Traumatología. (2ª ed.). Barcelona McGraw Hill, p.395.

esta patología es tan frecuente, como puede ser prevenida, y cual sería el correcto programa de rehabilitación en caso de que la lesión suceda. Esto me ha motivado a investigar acerca de la patología, su semiología, mecanismo de lesión, tratamientos comunes que se utilizan dentro del plan de rehabilitación, ejercicios recomendados, y sobre todo que hacer para prevenirla, o en caso de que suceda, como evitar que la inestabilidad se convierta en crónica.

En nuestro medio existe una marcada tendencia a intervenir patologías una vez que estas ya se han presentado, siendo escasas las acciones preventivas. Los trabajos de propiocepción, fuerza y coordinación están relacionados en la mayoría de ocasiones a las etapas de recuperación sin utilizar a la propiocepción como medio de prevención de aparición de lesiones. La importancia primordial de esta investigación está encaminada a implementar propuestas encaminadas al manejo integral tanto en el área de prevención como en el de rehabilitación, disminuyendo así el riesgo de que la lesión se presente nuevamente, para tal fin elaboraré un manual práctico que servirá como una herramienta de trabajo tanto para profesionales de salud involucrados en dicha patología, como para pacientes que han sufrido la lesión en su tobillo.

3. OBJETIVOS

Objetivo General

- Analizar el sistema propioceptivo en relación al tratamiento fisioterapéutico en el esguince de tobillo.

Objetivos Específicos

- Describir la anatomía articular, ligamentaria y vascular de la articulación del tobillo.
- Investigar las alteraciones biomecánicas que se producen en el tobillo cuando este ha sufrido un esguince.
- Analizar la importancia del sistema propioceptivo como factor primordial durante la rehabilitación
- Conocer la utilidad que tiene el entrenamiento propioceptivo en la rehabilitación, y en la prevención de lesiones en el tobillo.
- Proponer dos manuales preventivos, los cuales permitan guiar al paciente y fisioterapeuta de una manera práctica ejercicios propioceptivos durante la rehabilitación.

4. METODOLOGÍA

El tipo de estudio será de tipo Bibliográfico, en el cual se consultará varios autores con el fin de profundizar y conocer más sobre el tema a tratar y así establecer un análisis cumpliendo con los objetivos propuestos en la investigación. Como producto de esta investigación se obtendrá un análisis integral, fundamentado en los últimos aportes bibliográficos

Se utilizará fuentes secundarias representando el primer paso en el proceso de búsqueda de información. En este constarán publicaciones periódicas, enciclopedias, diccionarios, artículos publicados en el internet, revistas, libros y críticas literarias. Se recopilará información de todo lo dicho anteriormente con el fin de cumplir con los objetivos de la investigación y así realizar un análisis que permita profundizar el tema a tratar.

CAPITULO I

1 ANATOMÍA DEL TOBILLO

1.1 COMPONENTES ÓSEOS

El tobillo está conformado por tibia, peroné y astrágalo que en conjunto forman un segmento mecánicamente estable.

La tibia y el peroné se articulan juntos de tal forma que no se produce movimiento activo alguno entre ellos, Nigel Palastanga (2007), junto con otros autores recalcan que, si bien se aprecia cierto movimiento, este está vinculado mecánicamente con el movimiento de la articulación del tobillo. Los dos huesos se encuentran unidos por una articulación sinovial en sus extremos proximales, y así como por una articulación fibrosa en sus extremos distales, reforzadas por la membrana interósea que conecta la diáfisis de los dos huesos.

La articulación tibioperónea superior se trata de una articulación sinovial plana, situada mediante la carilla articular del peroné y una carilla similar en la cara posterolateral de la superficie inferior del cóndilo lateral de la tibia; la articulación tibioperónea inferior se trata de una articulación fibrosa es decir sindesmosis, situada entre la superficie triangular, convexa y rugosa del extremo inferior del peroné por encima de la carilla articular y la correspondiente estructura cóncava y rugosa, la escotadura perónea, en el lado lateral de la tibia. Más adelante esta última articulación mencionada será descrita detalladamente por ser una de las principales dentro de lo que forma la articulación del tobillo.

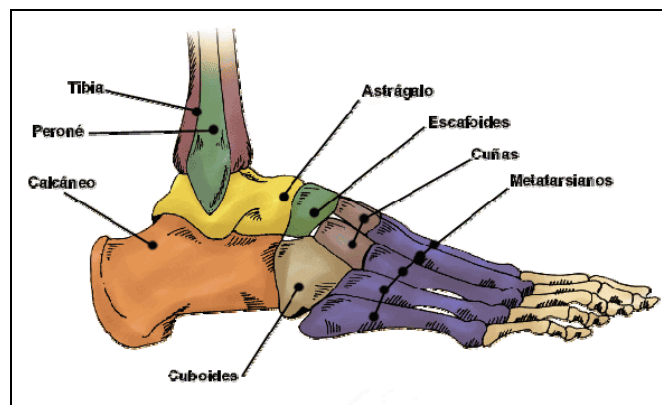
El tobillo corresponde a la parte anatómica mas distal que conforma la extremidad inferior, considerablemente dinámico y complejo ya que es el

encargado de absorber los impactos del suelo, soportar el peso corporal y transformar la energía producida por el muslo y pierna en un movimiento efectivo, para así poder realizar una de las actividades más importantes para el hombre, la bipedestación y marcha. Es una organización completa y compleja de elementos fibrosos, cápsulas articulares y ligamentos interarticulares, formado por 26 huesos, que incluyen catorce falanges, cinco metatarsianos y siete tarsianos. El pie puede dividirse en tres segmentos funcionales: el posterior donde alberga el astrágalo y el calcáneo; el central que contiene cinco tarsianos, y el segmento anterior que alberga cinco metatarsianos y catorce falanges.

1.1.1 El Tarso

El tarso está formado por siete huesos dispuestos en dos filas, una posterior o tibial, la otra anterior o metatarsiana. La fila posterior comprende dos huesos el astrágalo y el calcáneo, y la fila anterior formada por cinco huesos principalmente, el escafoides, el cuboides y los tres cuneiformes o cuñas, como lo demuestra el siguiente gráfico.

GRÁFICO # 1 HUESOS DEL PIE



Fuente: http://unefaanatomia.blogspot.com/2008_04_01_archive.html

1.1.1.1 Fila Posterior del Tarso

- **Astrágalo**

El astrágalo es considerado un hueso corto aplanado de arriba hacia abajo, es más largo que ancho, y se articula por arriba con los huesos de la pierna, por abajo con el calcáneo y por delante con el escafoides. Es el encargado de soportar la carga en el segmento posterior, es considerado un hueso cuneiforme, es decir que la porción anterior es más ancha que la posterior, se aloja en la mortaja del tobillo formada por los maléolos de la tibia y el peroné.

En el astrágalo se puede diferenciar tres partes, su cuerpo que es muy voluminoso comprendiendo los tres cuartos posteriores del hueso, la cabeza que es de forma redondeada y su cuello que es estrecho y su función es unir la cabeza con el cuerpo.

“El astrágalo es el único hueso del tarso que carece de inserciones musculares y tendinosas; la mayor parte de su superficie está compuesta de cartílago articular”.²

Rouviere (1984) describe al astrágalo como un hueso de forma irregularmente cuboidea, y presenta seis caras como se describe en la siguiente tabla:

² Keith L. Moore, et all, (2010), Anatomía con orientación clínica, (5ª ed.), Madrid, Editorial Médica Panamericana, p. 569.

TABLA # 1 CARAS DEL ASTRAGALO

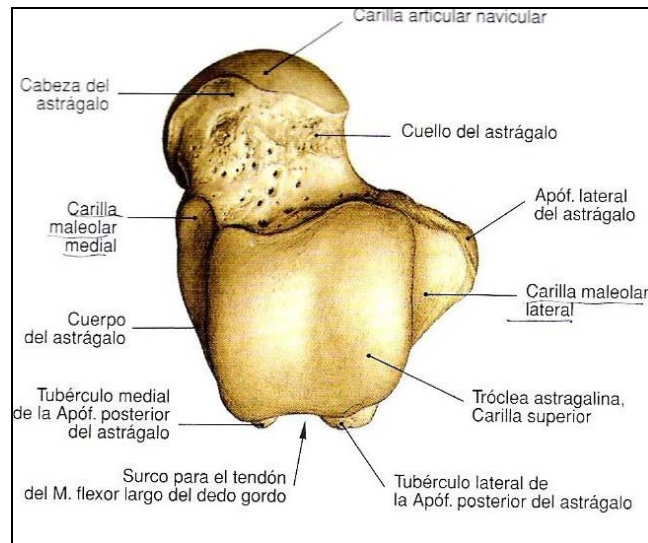
Cara Superior	Está ocupada por el cuerpo del hueso. Se caracteriza por ser superficie articular en forma de polea, es convexa de adelante hacia atrás y cóncava transversalmente, denominada polea astragalina, esta se articula con la tibia y está limitada lateralmente por dos bordes, un externo que presenta la característica de ser más elevado que el interno.
Cara Inferior	Se articula con el calcáneo mediante dos superficies articulares, una anterior y otra posterior, separada una de otra por un canal llamado surco astragalino, es oblicuo hacia adelante y hacia afuera.
Caras Laterales	Son las que ofrecen una a cada lado la articulación con el maléolo correspondiente, la superficie articular interna o tibial es alargada desde adelante hacia atrás en forma de coma ensanchada por delante, y la superficie articular externa o peronea de forma triangular se encuentra articulada de una manera inclinada hacia abajo y hacia afuera
Cara Anterior	Forma la cabeza de este, articulándose con el escafoides.
Cara Posterior	Es de particularidad muy estrecha y en ella pasa un canal por donde atraviesa el tendón del flexor propio del dedo gordo.

Fuente: Rouviere. H. (1984). Compendio de Anatomía y Disección. (2ª ed.).
Barcelona. Salvat Editores. P 712.

Elaborado por: María Paz Velásquez

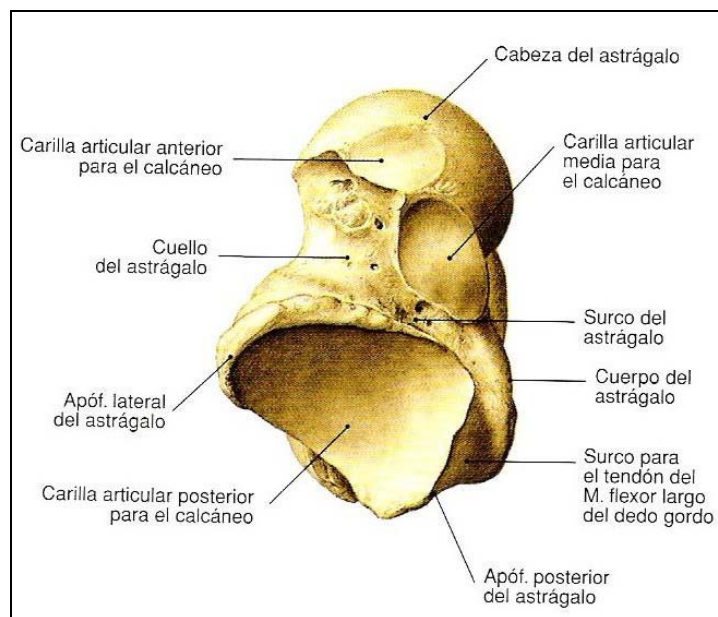
A continuación se muestran dos gráficos, el primero muestra una vista proximal del astrágalo y el segundo una vista plantar.

GRÁFICO # 2 VISIÓN PROXIMAL DEL ASTRÁGALO



Fuente: R. Putz, R Pabst (2006) Sobotta Atlas de Anatomía Humana. (22a ed.). Madrid: Editorial Medica Panamericana, p 297

GRÁFICO # 3 VISIÓN PLANTAR DEL ASTRÁGALO



Fuente: R. Putz, R Pabst (2006) Sobotta Atlas de Anatomía Humana (22a ed.). Madrid: Editorial Medica Panamericana, p 297

• Calcáneo

Es un hueso corto, asimétrico, de forma cúbica irregular, que moldea la eminencia del talón, es alargado de adelante hacia atrás, se articula con el astrágalo por arriba, y con el cuboides por delante. “Es el mayor y más fuerte

de los huesos del pie, y transmite, en bipedestación, la mayor parte del peso corporal desde el astrágalo al suelo”³

Según Rouviere (1984) al igual que el astrágalo, va a presentar seis caras y son:

TABLA # 2 CARAS DEL CALCÁNEO

Cara Superior	Comprende dos partes, una posterior rugosa; convexa transversalmente, y cóncava de delante hacia atrás; la otra anterior presenta dos superficies articulares que corresponden a las carillas de la cara inferior del astrágalo, estas dos carillas se encuentran divididas por un canal denominado surco calcáneo, que en conjunto con el canal astragalino forman el canal o seno astragalocalcáneo o seno del tarso.
Cara inferior	Es convexa transversalmente, y se pueden distinguir tres eminencias o tuberosidades principalmente, una anterior y dos posteriores, la posterointerna es más voluminosa que la externa.
Cara Interna	Se encuentra formada por un ancho canal dirigido oblicuamente hacia abajo y adelante, denominado canal calcáneo, este está limitado hacia atrás y abajo por la tuberosidad interna de la cara inferior, y hacia adelante y arriba por una eminencia voluminosa llamada sustentaculum tali o apófisis menor del calcáneo.
Cara Externa	Presenta por delante un tubérculo que separa el canal del músculo peróneo lateral largo del canal del músculo peróneo lateral corto
Cara Posterior	Es lisa por arriba, rugosa en la parte media inferior donde se inserta el tendón de aquiles. La cara anterior cóncava de arriba hacia abajo y convexa transversalmente, presenta una superficie articular con el cuboides

Fuente: Rouviere. H. (1984). Compendio de Anatomía y Disección. (2ª ed.). Barcelona. Salvat Editores. P 712.

Elaborado por: María Paz Velásquez

³ *Ibíd.* p. 569.

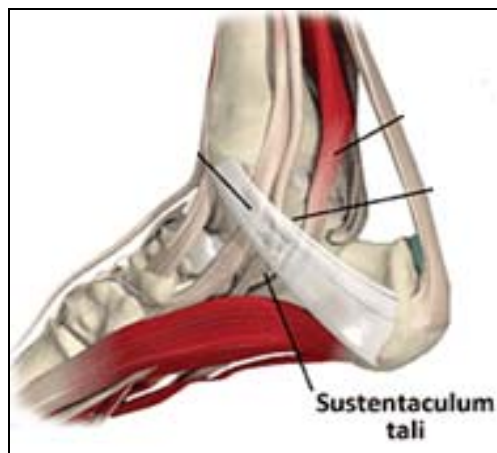
En los siguientes gráficos se puede observar las estructuras mas relevantes presentes en el calcáneo:

GRÁFICO # 4 SENO DEL TARSO



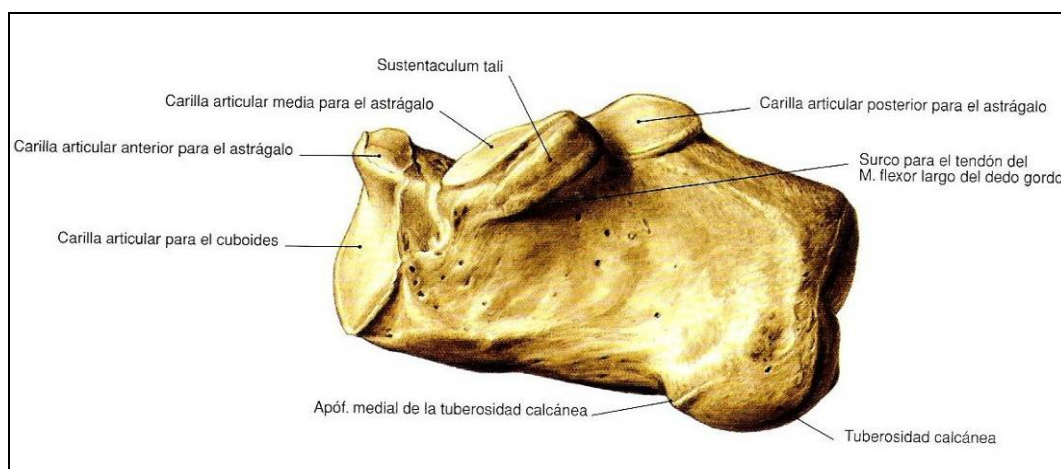
Fuente: <http://medicosenformacion4.tripod.com/photogallery/photo00018672/real.htm>

GRÁFICO # 5 SUSTENTACULUM TALI



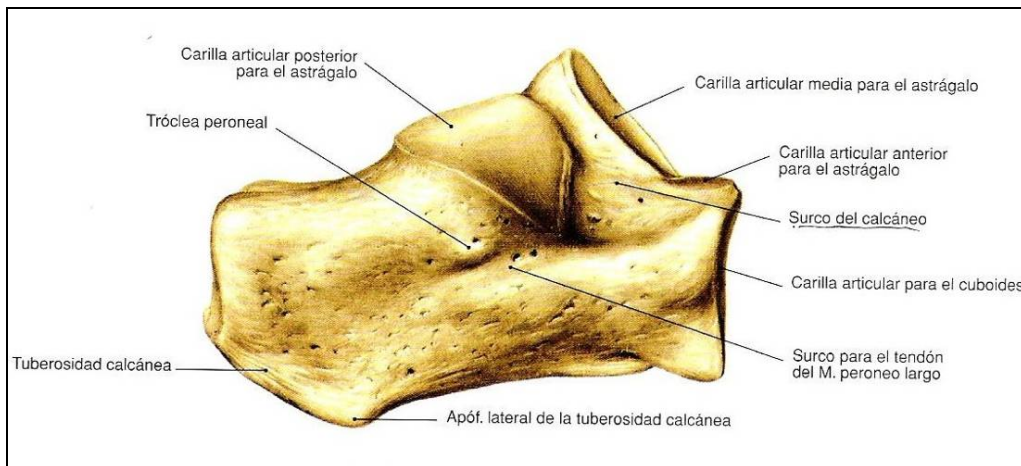
Fuente: <http://www.massagetoday.com/mpacms/mt/article.php?id=14152>

GRÁFICO # 6 VISIÓN MEDIAL DEL CALCÁNEO



Fuente: R. Putz, R Pabst (2006) Sobotta Atlas de Anatomía Humana (22a ed.). Madrid: Editorial Medica Panamericana, p 297

GRÁFICO # 7 VISIÓN LATERAL DEL CALCÁNEO



Fuente: R. Putz, R Pabst (2006) Sobotta Atlas de Anatomía Humana (22a ed.). Madrid: Editorial Medica Panamericana, p 297

1.1.1.2 Fila Anterior del Tarso

- **Escafoides**

Se encuentra situado detrás del cuboides y por delante del astrágalo, es un hueso corto de forma oval de un eje mayor transversal y aplanado de adelante hacia atrás; su cara posterior es cóncava y se articula con la cabeza del astrágalo, su cara anterior es convexa y está dividida por dos crestas en tres carillas que se articulan con los tres cuneiformes, como se ve en el siguiente gráfico.

GRÁFICO # 8 ESCAFOIDES



Fuente: http://unefaanatomia.blogspot.com/2008_04_01_archive.html


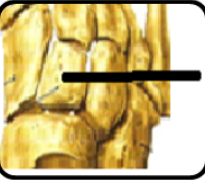

La circunferencia del hueso es de tipo rugosa y se prolonga por dentro en una fuerte eminencia, el tubérculo del escafoides. La mayor parte del hueso se encuentra tapizado de cartílago.

- **Los Huesos Cuneiformes o Cuñas**

Los huesos cuneiformes son tres, y se encuentran situados por delante del escafoides y articulados entre sí, se los designa con el nombre de primera, segunda y tercera cuña contando de adentro hacia afuera.

La siguiente tabla describe a cada una de las siguientes cuñas:

TABLA # 3 CARACTERÍSTICAS DE LOS HUESOS CUNEIFORMES

	<p>PRIMERA CUÑA</p> <p>Se articula por detrás con la carilla interna de la superficie anterior del escafoides o navicular, por delante del primer metatarsiano. En su cara interna se ven dos facetas articulares, una posterior que se articula con la segunda cuña y la otra anterior que se articula con el segundo metatarsiano</p>
	<p>SEGUNDA CUÑA</p> <p>Se articula por detrás con la carilla media de la superficie anterior del escafoides; por delante con el segundo metatarsiano, por dentro con el primer cuneiforme y por fuera con el tercero</p>
	<p>TERCERA CUÑA</p> <p>Se articula por detrás con la carilla externa de la superficie anterior del escafoides; por delante con el tercer metatarsiano, por dentro con la segunda cuña y con el segundo metatarsiano mediante dos superficies articulares separadas una de la otra por un canal profundo; por fuera con el cuboides y el cuarto metatarsiano.</p>

Fuente: Rouviere. H. (1984). Compendio de Anatomía y Disección. (2ª ed.). Barcelona. Salvat Editores. P 712.

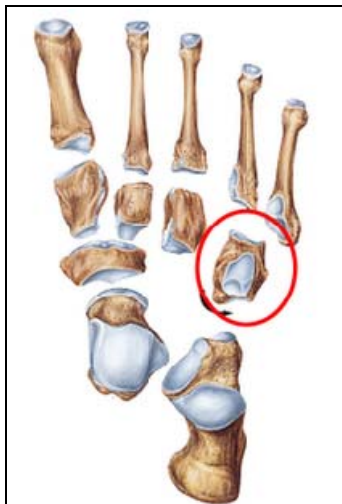
Elaborado por: María Paz Velásquez

- **Cuboides**

Es un hueso corto, tiene la forma de un prisma triangular o de cuña, se encuentra situado en la parte externa del medio pie, se articula con el calcáneo,

escafoides, con la tercera cuña y metatarsianos; el siguiente gráfico describe su ubicación.

GRÁFICO # 9 HUESO CUBOIDES



Fuente: http://unefaanatomia.blogspot.com/2008_04_01_archive.html

En el cuboides se puede diferenciar dos caras; una dorsal, inclinada hacia abajo y una plantar que tiene la característica de estar excavada por un canal dirigido oblicuamente hacia adelante y adentro, por donde pasa el músculo peróneo lateral largo, este canal está limitado por detrás por una eminencia alargada, denominada la cresta cuboidea.

La cara posterior se articula con el calcáneo; la cara anterior es igualmente articular y presenta dos facetas separadas por una cresta para el cuarto y quinto metatarsiano; y por último la cara interna se articula con la tercera cuña o cuneiforme.

1.1.2 Metatarsianos

Los metatarsianos son el esqueleto articulado del pie.

El metatarso está compuesto de cinco huesos largos, formados por un cuerpo prismático triangular se articulan por detrás con los huesos de la segunda fila del tarso, por delante con las primeras falanges de los dedos, se

designan con los nombres de primero, segundo, tercero, cuarto y quinto metatarsiano desde adentro hacia afuera.

Presentan un cuerpo y dos extremos, tienen una cara dorsal estrecha más ancha por detrás que por delante, dos caras laterales que limitan el espacio interóseo correspondiente y dos bordes laterales bien marcados, y un borde inferior.






El extremo posterior o base presenta una superficie articular posterior que corresponde a los huesos del tarso y facetas articulares laterales articuladas con los metatarsianos próximos, por otro lado el extremo anterior o cabeza es aplanado transversalmente, termina por una superficie articular más extensa por el lado plantar. A los lados se encuentran tubérculos en los cuales se insertan ligamentos.

GRÁFICO # 10 METATARSIANOS



Fuente: <http://descripcionosteologica.blogspot.com>

TABLA # 4 CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE LOS METATARSIANOS

	<p style="text-align: center;">PRIMER METATARSIANO</p> <p>Es corto y grueso, la base termina por una superficie articular de eje mayor vertical, debajo de ella en la cara plantar se ven claramente dos eminencias, los tubérculos externo e interno del primer metatarsiano, el tubérculo externo mucho más voluminoso que el interno sirve de inserción para el musculo peróneo lateral largo y recibe el nombre de apófisis del primer metatarsiano.</p>
	<p style="text-align: center;">SEGUNDO METATARSIANO</p> <p>Es el más largo de todos, en cada una de las caras laterales de su base se encuentran dos carillas articulares, las posteriores se articulan con la primera y tercera cuña, las anteriores con el primer y tercer metatarsiano. La carilla anterior o metatarsiana de la cara lateral externa esta a su vez subdividida en dos por un canal antero posterior.</p>
	<p style="text-align: center;">TERCER METATARSIANO</p> <p>Se articula en su base, por dos facetas superpuestas con el segundo metatarsiano y por una sola con el cuarto metatarsiano.</p>
	<p style="text-align: center;">CUARTO METATARSIANO</p> <p>Presenta en la cara lateral interna de su base una carilla articular para el tercer metatarsiano y algunas veces una faceta suplementaria para la tercera cuña.</p>
	<p style="text-align: center;">QUINTO METATARSIANO</p> <p>Tiene su extremo superior aplanado de arriba hacia abajo, este extremo se prolonga hacia abajo y afuera por una fuerte apófisis, el tubérculo del quinto metatarsiano.</p>

Fuente: Rouviere. H. (1984). Compendio de Anatomía y Disección. (2ª ed.). Barcelona. Salvat Editores. P 712.

Elaborado por: María Paz Velásquez

1.1.3 Las Falanges

Las falanges del pie son análogas a las de los dedos de la mano, se distinguen esencialmente por su atrofia, excepto las falanges del dedo gordo que son muy voluminosas.

GRÁFICO # 11 FALANGES



Fuente: <http://www.aurorahealthcare.org/yourhealth/healthgate/getcontent.asp>

1.1.4 Huesos Sesamoideos

“Hueso pequeño con forma de semilla de sésamo que se localiza junto a un tendón en puntos de gran presión”.⁴

Se encuentran en el pie, al igual que en la mano, son pequeños huesos cortos situados a nivel de las articulaciones metatarsofalángicas. Dos son constantes y se asientan en la cara plantar de la articulación metatarsofalángica del dedo gordo, uno es interno y otro es externo.

⁴ Stuart Porter. (2007). Diccionario de Fisioterapia. (1ª ed.). Madrid. Editorial Elsevier, p.173.

GRÁFICO # 12 HUESOS SESAMOIDEOS



Fuente: http://objetivomaraton.blogspot.com/2010_06_01_archive.html

1.2 COMPONENTES ARTICULARES

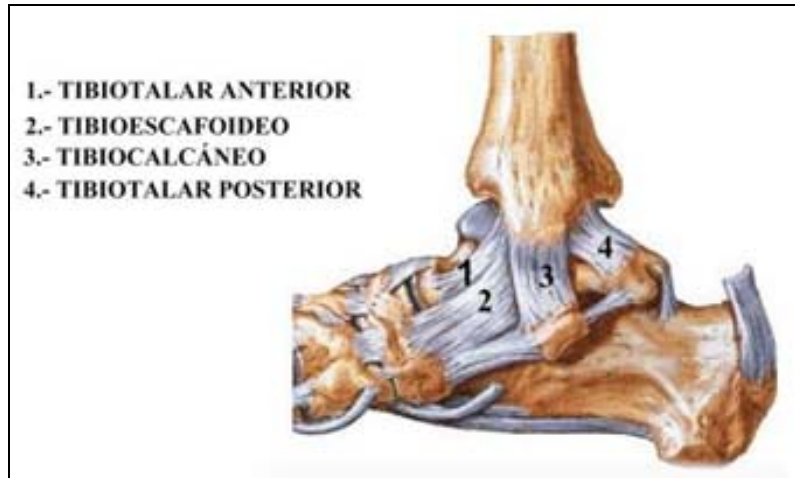
Rene Cailliet (1985), afirma que el estudio de la estructura y funcionamiento del pie es más satisfactorio, si se analiza la posición y el movimiento de cada hueso con relación a los demás. Menciona que el astrágalo es un factor clave en la mecánica del pie, ya que gracias a sus caras laterales que actúan formando una zona de sostén y apoyo, se articulan con la tibia y el peroné, que durante el movimiento van a deslizar hacia abajo permitiendo así el movimiento del talón.

1.2.1 Articulación Tibio Peróneo Inferior

A.I.Kapandji (1998) menciona que esta articulación presenta una particularidad, no existe superficies cartilaginosas, se trata de una articulación sindesmosis, en la tibia una superficie cóncava de característica rugosa, donde se opone a una superficie peronea convexa.

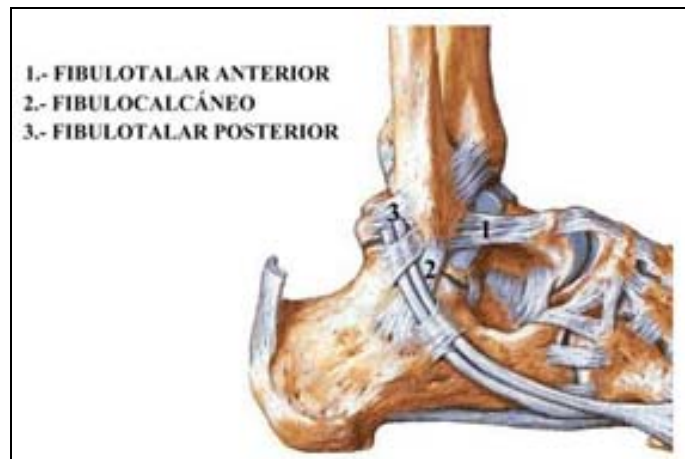
H. Rouviere (1984) describe esta articulación donde la superficie perónea casi plana está unida a la cara lateral del extremo inferior de la tibia gracias a la presencia de tres ligamentos peróneotibiales, principalmente un ligamento peróneo tibial anterior, un ligamento peróneo tibial posterior y finalmente el ligamento interóseo que se extiende hacia la articulación tibiotarsiana reforzando la unión de esta articulación. En los dos siguientes gráficos se puede observar los principales ligamentos de esta articulación.

GRÁFICO # 13 ARTICULACIÓN TIBIO PERÓNEA INFERIOR VISTA MEDIAL Y SUS LIGAMENTOS



Fuente: <http://www.anatomiahumana.ucv.cl/efi/modulo5.html>

GRÁFICO # 14 ARTICULACIÓN TIBIO PERÓNEA INFERIOR VISTA LATERAL

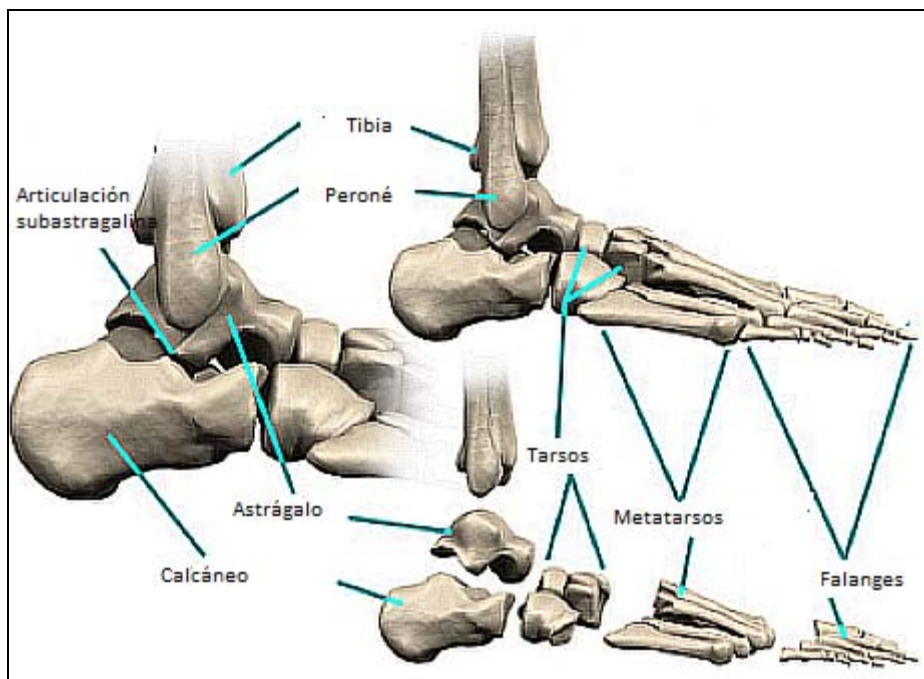


Fuente: <http://www.anatomiahumana.ucv.cl/efi/modulo5.html>

La articulación tibio perónea inferior se encuentra reforzada por la membrana interósea. Esta se inserta por dentro en el borde interno de la tibia y por fuera en la cresta interósea de la cara interna del peroné. Presenta en su extremo superior un orificio que da paso a vasos tibiales anteriores, y en su extremo inferior un orificio más pequeño atravesado por vasos peroneos anteriores.

En este gráfico se aprecia las estructuras que forman la articulación tibioperónea inferior.

GRÁFICO # 15 ARTICULACIÓN TIBIO PERÓNEA INFERIOR



Fuente: <http://elblogdepacogilo.blogspot.com/search?updated-min>

1.2.2 Articulación Tibio Perónea Astragalina

Constituida por la tibia, peroné y polea astragalina, es una articulación de tipo troclear, y se encarga de unir la mortaja tibioperónea con el astrágalo. Recibe su principal sostén de los ligamentos laterales, siendo estos los que aportan estabilidad en el lado lateral del tobillo.

La Articulación Tibio peronea astragalina presenta dos superficies articulares:

1.2.2.1 La Mortaja Tibioperónea

Caracterizada por ser más ancha por delante que por detrás, está formada por arriba y por dentro, por la superficie articular del extremo inferior de la tibia y del maléolo interno; y hacia afuera, por la superficie articular del extremo inferior del peroné.

1.2.2.2 El Astrágalo

Presenta una superficie articular superior en forma de polea, la cual corresponde a la superficie articular de la tibia. También, presenta dos facetas laterales, una externa y otra interna las cuales como ya se mencionó anteriormente forman parte del maléolo interno o tibial y maléolo externo o peróneo.

La articulación tibioperónea astragalina presenta dos medios de unión principalmente, una capsula articular y fascículos de refuerzo o ligamentos.

- **Cápsula articular**

Es un manguito fibroso que se inserta por arriba y abajo en el contorno de las superficies articulares, excepto por delante, en donde se inserta a alguna distancia de las superficies articulares de la tibia y el astrágalo.

Los ligamentos van a ser dos principalmente:

- **Ligamento lateral interno o tibial**

Es grueso y triangular, está dispuesto en dos capas, una superior que se extiende del maléolo interno al escafoides; y la capa profunda se inserta por una parte en la fosa situada en el borde posterior del maléolo interno, y por otra parte en la depresión rugosa situada debajo de la carilla lateral interna del astrágalo.

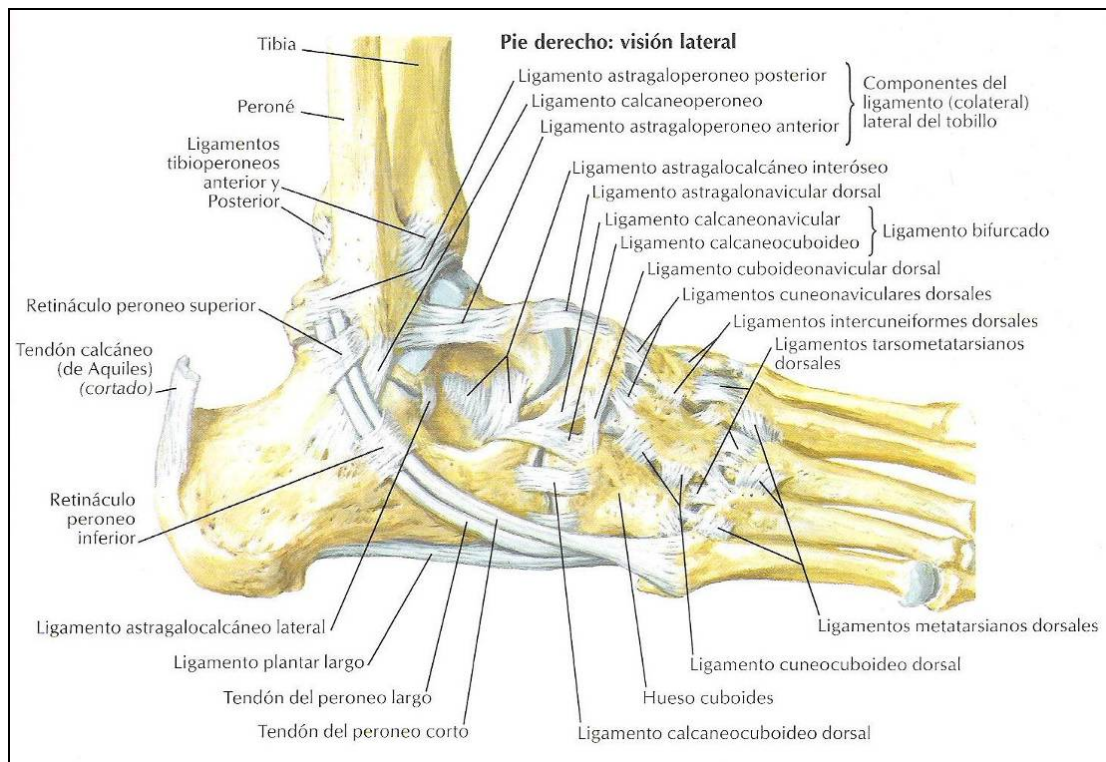
- **Ligamento lateral externo**

Comprende tres fascículos, el fascículo peróneoastragalino anterior va desde el borde anterior del maléolo externo al borde anterior de la cara lateral del astrágalo, el segundo fascículo corresponde al peróneocalcaneo que va desde el borde anterior del maléolo a la cara externa del calcáneo; y finalmente el fascículo peróneoastragalino posterior, que se dirige desde la parte

posterointerna del maléolo hacia el tubérculo que limita el canal flexor propio del dedo gordo.

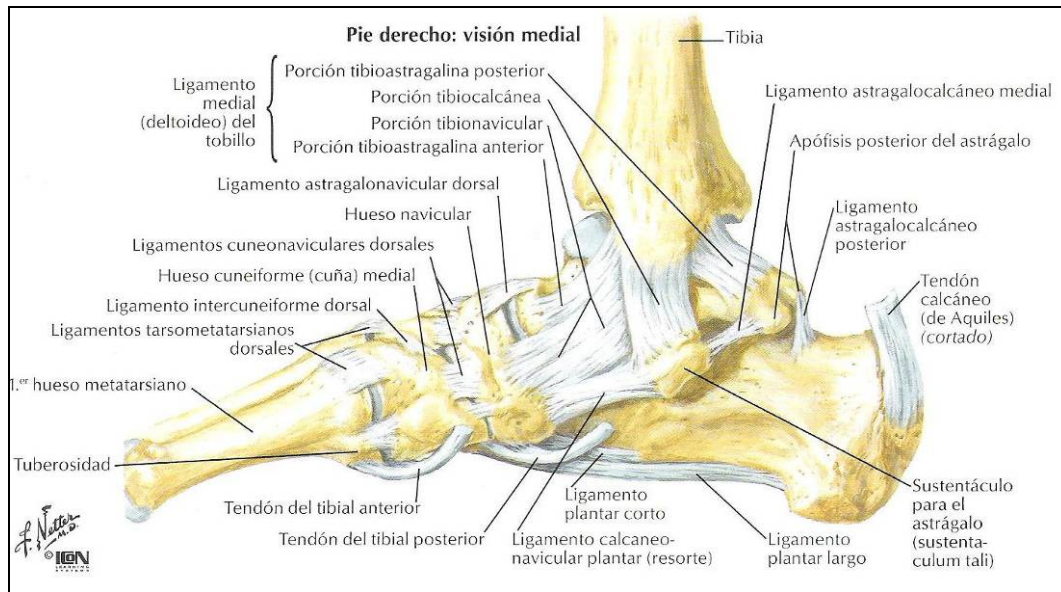
La articulación tibioperónea astragalina, como ya se mencionó, se encuentra reforzada por ligamentos tanto en su parte lateral como medial, como se detalla en los siguientes gráficos.

GRÁFICO # 16 ARTICULACIÓN TIBIOPERÓNEA ASTRAGALINA Y SUS LIGAMENTOS VISTA LATERAL



Fuente: Netter Frank. H. (2007). Atlas de Anatomía Humana. (3ª ed.). Barcelona. Editorial Masson, p 509.

**GRÁFICO # 17 ARTICULACIÓN TIBIOPERONEA ASTRAGALINA Y SUS
LIGAMENTOS VISTA MEDIAL**



Fuente: Netter Frank. H. (2007). Atlas de Anatomía Humana. (3ª ed.). Barcelona. Editorial Masson, p 509.

1.2.3 Articulación Subastragalina

También denominada articulación astragalocalcánea, forma una sola articulación con la articulación astragaloescafoidea, y se van a distinguir dos:

1.2.3.1 Articulación Astragalocalcánea Posterior

Es la encargada de unir las superficies articulares posteriores del calcáneo y del astrágalo. La superficie articular del calcáneo es convexa en forma de cono, mientras que la del astrágalo es en forma de canal, lo cual le permite adaptarse a la superficie calcánea. Los medios de unión en esta articulación son una cápsula articular reforzada por detrás y los lados por manojos fibrosos por delante y por fibras situadas en el seno del tarso, que contribuyen a formar el ligamento calcáneoastragalino. La sinovial es la encargada de tapizar toda la parte interna de la cápsula.

1.2.3.2 Articulación Astragalocalcánea Anterior

Se une a la articulación astragaloescafoidea, para formar una sola articulación denominada, astragalocalcaneoescafoidea.

1.2.4 Articulación Mediotarsiana o de Chopart

Comprende dos articulaciones, la astragaloescafoidea y la calcáneocuboidea.

1.2.4.1 Articulación Astragaloescafoidea

Esta articulación está formada en la parte de adelante mediante la cara posterior cóncava del escafoides, por detrás por la cara superior del calcáneo y en tercer lugar por un ligamento fibrocartilaginoso denominado ligamento calcáneoescafoideo plantar, que une el borde anterior del calcáneo, con el borde inferior de la superficie articular del escafoides.

Dentro de los medios de unión de esta articulación, está la cápsula articular que se inserta en el contorno de las superficies articulares, y los ligamentos de refuerzo que son cuatro:

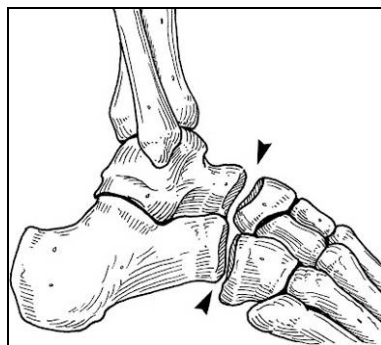
- El ligamento calcáneo escafoideo plantar que ya fue mencionado anteriormente dentro de las superficies articulares.
- El ligamento astragaloescafoideo dorsal, que tiene la particularidad de ser delgado y ancho, se encarga de unir el cuello del astrágalo a la cara superior del escafoides.
- El ligamento calcáneoastragalino, el cual se encuentra situado en el seno del tarso, y contribuye a formar con el fascículo ligamentoso anterior de la articulación astragalocalcánea posterior, el ligamento interóseo calcáneoastragalino.

- El ligamento interóseo de la articulación Chopart se encuentra entre las articulaciones astragaloescafoidea y calcáneocuboidea, el borde superior de este ligamento se divide en dos fascículos que se insertan uno en el escafoides y otro en el cuboides, formando finalmente el ligamento en forma de Y.

1.2.4.2 Articulación Calcáneocuboidea

- Es una articulación dada por un encaje recíproco, es decir, que la superficie calcánea es convexa transversalmente cóncava de arriba hacia abajo, mientras que la superficie cuboidea está dispuesta a la inversa, los medios de unión están dados por la cápsula articular que se inserta igualmente que en las anteriores en la circunferencia de las superficies articulares, y los ligamentos que son 3:
- El ligamento calcáneocuboideo dorsal, es ancho, y formado por fibras cortas.
- El ligamento calcaneocuboideo interno representado por el fascículo externo del ligamento en "Y", ya mencionado anteriormente.
- El ligamento calcáneocuboideo inferior, es grueso, y está constituido por dos fibras, uno profundo que va desde la tuberosidad anterior del calcáneo a la cresta del cuboides, y el otro superficial va directo a la tuberosidad posterointerna del calcáneo, y de ahí sus fibras se dirigen hacia adelante terminando en la cresta del cuboides. Cabe mencionar que algunas fibras pasan por encima del tendón peróneo lateral largo y se extienden hasta la base de los cuatro últimos metatarsianos.
- La articulación de Chopart comprende las relaciones articulares astragaloescafoidea y calcáneocuboidea como demuestra el siguiente gráfico.

GRÁFICO # 18 ARTICULACIÓN DE CHOPART



Fuente: <http://images.search.conduit.com/ImagePreview/?q=chopart%20foot&ctid>

1.2.5 Articulaciones Escafo-cuneales, Intercuneales y Cuneocuboideas

Los tres cuneiformes se articulan por detrás con la cara anterior del escafoide, y los tres cuneiformes o cuñas se unen entre sí mediante facetas planas, las cápsulas fibrosas de estas articulaciones están reforzadas por numerosos ligamentos, los tres cuneiformes se encuentran unidos por ligamentos dorsales, plantares, e interóseos. Cada uno de estos huesos está unido al escafoide por ligamentos dorsales y plantares.

1.2.6 Articulación de Lisfrank

Se encuentra ubicada dentro de las articulaciones tarso metatarsianas, donde la superficie tarsiana está constituida por las facetas articulares anteriores de los tres cuneiformes y del cuboide. La superficie metatarsiana se encuentra formada por las facetas articulares de la base de los cinco metatarsianos.

Los medios de unión comprenden tres cápsulas articulares y ligamentos, en cuanto a las tres cápsulas se debe a que la articulación de Lisfrank posee tres articulaciones distintas, una que se encuentra formada por la primera cuña y el primer metatarsiano, la segunda está dada por la segunda y tercera cuña, y la tercera por el segundo y tercer metatarsianos, cada una de estas articulaciones nombradas va a poseer una cápsula articular distinta. A cada

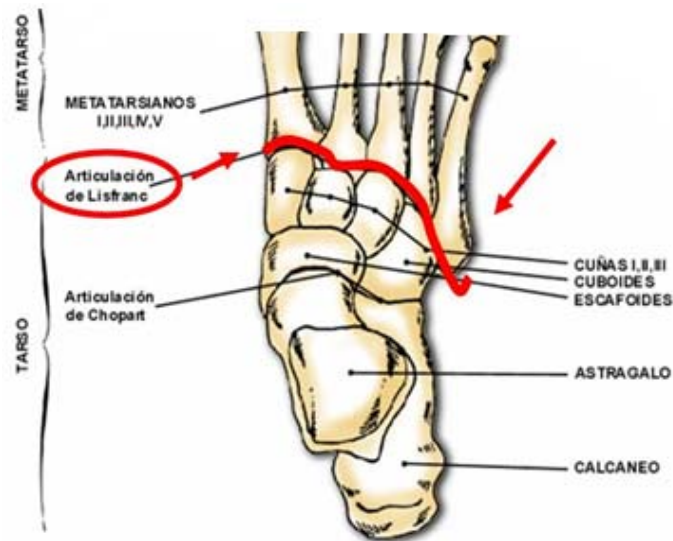
cápsula articular le acompaña tres sinoviales que recubren la cara interna de las mismas.

Los ligamentos que refuerzan esta articulación se van a dividir en dorsales, plantares e interóseos como se describe a continuación:

- Los ligamentos dorsales son siete, el primero une la primera cuña al primer metatarsiano, los tres siguientes se extienden desde el segundo metatarsiano a las tres cuñas, y los tres últimos van de la tercera cuña y del cuboides a los tres últimos metatarsianos.
- Los ligamentos plantares tienen una disposición parecida a la de los ligamentos dorsales.
- Los ligamentos interóseos son tres, entre los cuales el más importante es el ligamento de Lisfrank, es muy grueso y se extiende oblicuamente desde hacia adentro hacia afuera desde la primera cuña hasta el segundo metatarsiano.
- Entre la segunda y tercera cuña y el segundo y tercer metatarsiano existe un ligamento interóseo constituido por fibras que unen las cuñas a los metatarsianos correspondientes y por fascículos entre cruzados en forma de x que van desde la segunda cuña hasta la cara correspondiente del tercer metatarsiano y del tercer cuneiforme hasta el segundo metatarsiano.

El gráfico siguiente demuestra la ubicación de la articulación previamente descrita.

GRÁFICO # 19 ARTICULACIÓN DE LISFRANK



Fuente: <http://www.abcfisioterapia.com/fisioterapia-lesion-de-lisfranc.html>

1.2.7 Articulaciones de los Extremos Posteriores de los Metatarsianos

Los metatarsianos se unen entre sí por pequeñas facetas articulares que ocupan las caras laterales de sus extremos posteriores, de ellos solo el primer metatarsiano no se articula con su vecino, el segundo. Estas articulaciones son mantenidas por cápsulas articulares y por ligamentos dorsales, plantares e interóseos.

1.3 MUSCULATURA

Bernhard Ehmer (2005), en el libro *Fisioterapia en Ortopedia y Traumatología* divide a la musculatura del tobillo como indican las siguientes tablas.

TABLA # 5 MÚSCULOS LARGOS EXTENSORES DEL PIE

Músculos	Recorrido	Acción	Inervación
Tibial Anterior	Se origina en la cara externa de la tibia y en la membrana interósea, se inserta en la cara interna de la base del primer metatarsiano y en la primera cuña	Flexión dorsal y la supinación.	<ul style="list-style-type: none"> • Esta inervado por (L4 - L5). • Nervio tibial anterior.
Extensor Largo del primer dedo	Se origina en el tercio medio del peroné y en la membrana interósea y se inserta en los bordes laterales de la primera falange y extremidad posterior de la segunda,	Extensión del primer dedo	<ul style="list-style-type: none"> • Esta inervado por (L4 – S2) • Nervio Tibial anterior
Extensor común largo de los dedos	Su origen se ubica en la porción proximal de la tibia, membrana interósea y borde anterior del peroné, se inserta a nivel de la aponeurosis dorsal del segundo al quinto dedo	Extensión de los dedos, y la extensión dorsal del pie.	<ul style="list-style-type: none"> • Esta inervado por (L4 – S2). • Nervio Tibial anterior

Fuente: Bernhard Ehmer.(2005). Fisioterapia en Ortopedia y Traumatología. (2ª ed.). Barcelona. McGraw Hill, p397.

Elaborado por: María Paz Velásquez

TABLA # 6 MÚSCULOS LARGOS DEL GRUPO PERÓNEO

Músculos	Recorrido	Acción	Inervación
Peróneo Lateral Largo	Se origina en la cabeza y en los dos tercios superiores del peroné, se inserta en el cuboides, en la primera cuña y en la base del primer metatarsiano,	Flexión Dorsal del pie y la pronación.	<ul style="list-style-type: none"> • Esta inervado por (L4 – S2). • Esta inervado por el nervio musculocutáneo
Peróneo Lateral Corto	Su origen es a nivel de los dos tercios inferiores del peroné y se inserta en la base del quinto metatarsiano.	Flexión dorsal y la pronación	<ul style="list-style-type: none"> • Esta inervado por (L4 – S2). • Esta inervado por el nervio musculocutáneo

Fuente: Bernhard Ehmer.(2005). Fisioterapia en Ortopedia y Traumatología.(2ª ed.).Barcelona. McGraw Hill, p 397.

Elaborado por: María Paz Velásquez

**TABLA # 7 MÚSCULOS LARGOS FLEXORES DEL PIE
GRUPO SUPERFICIAL**

Músculos	Recorrido	Acción	Inervación
Gemelos	Se origina en la cóndilo interno y externo del fémur, se inserta a nivel del calcáneo en el tendón de Aquiles,	Flexión de la rodilla, flexión plantar de tobillo y supinación de la articulación subastragalina.	<ul style="list-style-type: none"> • Esta inervado por (S1 – S2). • Esta inervado por el nervio tibial posterior
Sóleo	Su origen es en la cara dorsal de la cabeza y tercio proximal del peroné, y en el tercio medio de la tibia, se inserta igualmente a los músculos gemelos en el tendón de Aquiles,	Flexión plantar del tobillo y la supinación de la articulación subastragalina	<p>Está inervado por (L5 – S2).</p> <p>Esta inervado por el nervio tibial posterior</p>
Delgado plantar	Se origina en el cóndilo externo, por encima del gemelo externo, se inserta en el calcáneo junto al tendón de Aquiles.	Colabora con la flexión de la rodilla, y en la flexión plantar del tobillo	<ul style="list-style-type: none"> • Está inervado por (L4 – S1). • Esta inervado por el nervio tibial posterior

Fuente: Bernard Ehmer, (2005). Fisioterapia en Ortopedia y Traumatología. (2ª ed.). Barcelona. Mc Graw Hill, p 397.

Elaborado por: María Paz Velásquez

**TABLA # 8 MÚSCULOS LARGOS FLEXORES DEL PIE
GRUPO PROFUNDO**

Músculos	Recorrido	Acción	Inervación
Flexor largo común de los dedos	Se origina en la parte media de la cara posterior de la tibia, y se inserta en las bases de las falanges distales del segundo al quinto dedo.	Su función es la extensión del tobillo, la supinación de la articulación subastragalina, la flexión de los dedos y finalmente el sostenimiento de la bóveda plantar.	<ul style="list-style-type: none"> • Está inervado por (L5 – S2). • Esta inervado por el nervio Tibial posterior
Músculo Tibial Posterior	Se origina en la superficie dorsal de la tibia y peroné, y a nivel de la membrana interósea, se va a insertar en el escafoides, en la superficie plantar de la primera a la tercera cuña, y en la superficie plantar de la base del segundo al cuarto metatarsiano.	Su función está ligada a la extensión del tobillo, la supinación de la articulación subastragalina y el sostenimiento de la bóveda plantar.	<ul style="list-style-type: none"> • Se encuentra inervado por (L5 – S2) • Está inervado por el nervio Tibial posterior
Flexor largo del primer dedo	Se origina en los dos tercios inferiores del peroné y en la membrana interósea, su inserción distal se encuentra en la extremidad posterior y cara plantar de la falange distal.	Su función es la de extender el tobillo, supinación de la articulación subastragalina, flexión del primer dedo, y el sostenimiento de la bóveda plantar	<ul style="list-style-type: none"> • Se encuentra inervado por (L5 – S2). • Se encuentra inervado por el nervio tibial posterior

Fuente: Bernhard Ehmer, (2005). Fisioterapia en Ortopedia y Traumatología. (2ª ed.). Barcelona. Mc Graw Hill, p 397.

Elaborado por: María Paz Velásquez

**TABLA # 9 MÚSCULOS CORTOS DEL PIE
REGIÓN DORSAL**

Músculos	Recorrido	Acción	Inervación
Extensor propio del primer dedo.	Se origina en el calcáneo, y en el ligamento interóseo calcáneoastragalino, se va a insertar en la falange proximal del primer dedo.	Extensión de la articulación metatarsofalángica del primer dedo.	Esta inervado por (L5 – S1) Esta inervado por el nervio plantar interno
Extensor corto de los dedos o Pedio	Se origina en la superficie dorsal del calcáneo y se va a insertar en la aponeurosis dorsal del extensor común de los dedos desde el segundo al cuarto.	Extensión de los dedos,(2 – 4)	Esta inervado por (L5 – S1) Esta inervado por el nervio peróneo profundo

Fuente: Bernard Ehmer, (2005). Fisioterapia en Ortopedia y Traumatología. (2ª ed.). Barcelona. Mc Graw Hill, p 397.

Elaborado por: María Paz Velásquez

**TABLA # 10 MÚSCULOS CORTOS DEL PIE REGIÓN PLANTAR
GRUPO INTERNO**

Músculos	Recorrido	Acción	Inervación
Abductor del primer dedo.	Se origina en la tuberosidad posterointerna del calcáneo y en la aponeurosis plantar, se inserta en la base de la falange proximal del primer dedo, sobre el hueso sesamoideo plantar.	Su función es la abducción del primer dedo, y la flexión del primer dedo	<ul style="list-style-type: none"> • Se encuentra inervado por (L5 – S1). • Esta inervado por el nervio plantar medial y lateral
Flexor corto del primer dedo	Se origina en la tuberosidad posterointerna del calcáneo y en la aponeurosis plantar, se inserta en la base de la falange proximal del primer dedo, sobre el hueso sesamoideo plantar	Su función es la flexión del primer dedo	<ul style="list-style-type: none"> • Se encuentra inervado por (L5 – S2). • Esta inervado por el nervio plantar medial
Aductor del primer dedo.	Presenta un haz oblicuo mediante una inserción proximal a nivel de cuboides, tercera cuña y en las bases de los metatarsianos del (II – IV), y un haz transverso a través de los ligamentos metatarsofalángicos plantares de los dedos (2º al 5º). Su inserción distal es a nivel de la falange proximal del primer dedo, sobre el sesamoideo externo	La función de este músculo está dada según el haz, es decir el haz oblicuo se encarga de la aducción del primer dedo, la flexión del primer dedo y el mantenimiento de la bóveda plantar, mientras que el haz transverso únicamente se encargará de la aducción del primer dedo y el mantenimiento de la bóveda plantar. Su inervación está dada por (S1 – S2).	<ul style="list-style-type: none"> • Su inervación está dada por (S1 – S2). • Esta inervado por el nervio plantar medio.

Fuente: Bernhard Ehmer, (2005). Fisioterapia en Ortopedia y Traumatología.(2ª ed.). Barcelona. Mc Graw Hill, p 397.

Elaborado por: María Paz Velásquez

**TABLA # 11 MÚSCULOS CORTOS DEL PIE REGIÓN PLANTAR
GRUPO EXTERNO**

Músculos	Recorrido	Acción	Inervación
Abductor del quinto dedo	Se origina en las tuberosidades posteriores, externa e interna del calcáneo, y se inserta en la base del quinto metatarsiano y se inserta en la base del quinto metatarsiano, falange proximal, y cara lateral de la base.	Su función es la flexión del quinto dedo, y la abducción del mismo.	<ul style="list-style-type: none"> • Su inervación esta dada por (S1 – S2). • Esta inervado por el nervio plantar lateral.
Flexor corto del quinto dedo	Se origina en la base del quinto metatarsiano y en el ligamento plantar delgado, se inserta a nivel de la cara lateral de la base de la falange proximal del quinto dedo la bóveda plantar.	Flexión del dedo pequeño y el mantenimiento de la bóveda plantar	<ul style="list-style-type: none"> • Se encuentra inervado por (S1- S2) • Se encuentra inervado por nervio plantar lateral.
Oponente del quinto dedo	Se origina en la cara inferior del cuboides, donde se inserta el ligamento plantar largo, y se inserta en la cara externa del quinto metatarsiano,	Flexión de la primera falange del quinto dedo,	<ul style="list-style-type: none"> • Se encuentra inervado por (S1 – S2). • Se encuentra inervado por el nervio plantar lateral.

Fuente: Bernhard Ehmer, (2005). Fisioterapia en Ortopedia y Traumatología. (2ª ed.). Barcelona. McGraw Hill, p 397.

Elaborado por: María Paz Velásquez

**TABLA # 12 MÚSCULOS CORTOS DEL PIE REGIÓN PLANTAR
GRUPO MEDIO**

Músculos	Recorrido	Acción	Inervación
Músculo flexor plantar corto	Se origina en la tuberosidad posterointerna del calcáneo, y en la aponeurosis plantar, se inserta a ambos lados de las falanges medias de los dedos del (2° al 5°).	Flexión de las falanges medias de los dedos (2° al 5°), e igualmente al mantenimiento de la bóveda plantar.	Se encuentra inervado por (L5 – S1). Se encuentra inervado por el nervio plantar lateral.
Músculo cuadrado carnososo de Silvio	Se origina en la cara plantar del calcáneo y se inserta en el borde lateral del tendón del flexor común de los dedos	Ayuda al flexor común largo de los dedos).	Esta inervado por (S1 – S2) Esta inervado por el nervio plantar lateral

Fuente: Bernhard Ehmer.(2005). Fisioterapia en Ortopedia y Traumatología.(2ª ed.).Barcelona. McGraw Hill, p 397.

Elaborado por: María Paz Velásquez

TABLA # 13 MÚSCULOS LUMBRICALES

Músculos	Recorrido	Acción	Inervación
Lumbricales	Se originan a nivel del tendón del flexor común largo de los dedos, y se inserta a nivel de las falanges proximales del (2° al 5°) dedos, y forman parte de las expansiones dorsales de los tendones del extensor común de los dedos	Se encargan de la flexión de la articulación metatarsofalángica de (2° al 5°) dedos, aducción de las falanges proximales en dirección del primer dedo y finalmente de la extensión de las falanges medias y distales.	<ul style="list-style-type: none"> • Se encuentran inervados por (L5 – S2). • Se encuentran inervados por el nervio plantar lateral.

Fuente: Bernhard Ehmer.(2005). Fisioterapia en Ortopedia y Traumatología.(2ª ed.). Barcelona. McGraw Hill, p 397.

Elaborado por: María Paz Velásquez

TABLA # 14 MÚSCULOS INTERÓSEOS

Músculos	Recorrido	Acción	Inervación
Plantares	Se originan en la base y cara medial del tercero, cuarto y quinto metatarsianos, y se dirigen hacia la base y cara medial de las falanges proximales de los mismos dedos, y aponeurosis dorsal de los mismos dedos.	Flexión metatarsofalángica de los dedos del (3° - 5°), la aducción de los mismos hacia el eje del segundo dedo, y finalmente colaboran con la extensión interfalángica de los dedos del (3° - 5°).	<ul style="list-style-type: none"> • Se encuentran inervados por (S1 – S2). • Se encuentran inervados por el nervio plantar lateral
Dorsales	Cada haz nace en las caras adyacentes de los metatarsianos del (1° - 5°), y se dirigen hacia las falanges proximales de los (2°- 4°) dedos, y a nivel de la aponeurosis dorsal del extensor común de los dedos de los mismos.	Flexión metatarsofalángica de los (2°- 4°) dedos, la abducción de los mismos, la aducción del segundo dedo, y finalmente la extensión interfalángica de los mismos.	<p>Se encuentran inervados por (S1 – S2).</p> <p>Se encuentran inervados por el nervio plantar lateral</p>

Fuente: Bernhard Ehmer, (2005). Fisioterapia en Ortopedia y Traumatología.(2ª ed.).Barcelona. Mc Graw Hill, p 397.

Elaborado por: María Paz Velásquez

GRÁFICO # 20 VISTA ANTERIOR DE LOS MÚSCULOS DE LA PIERNA

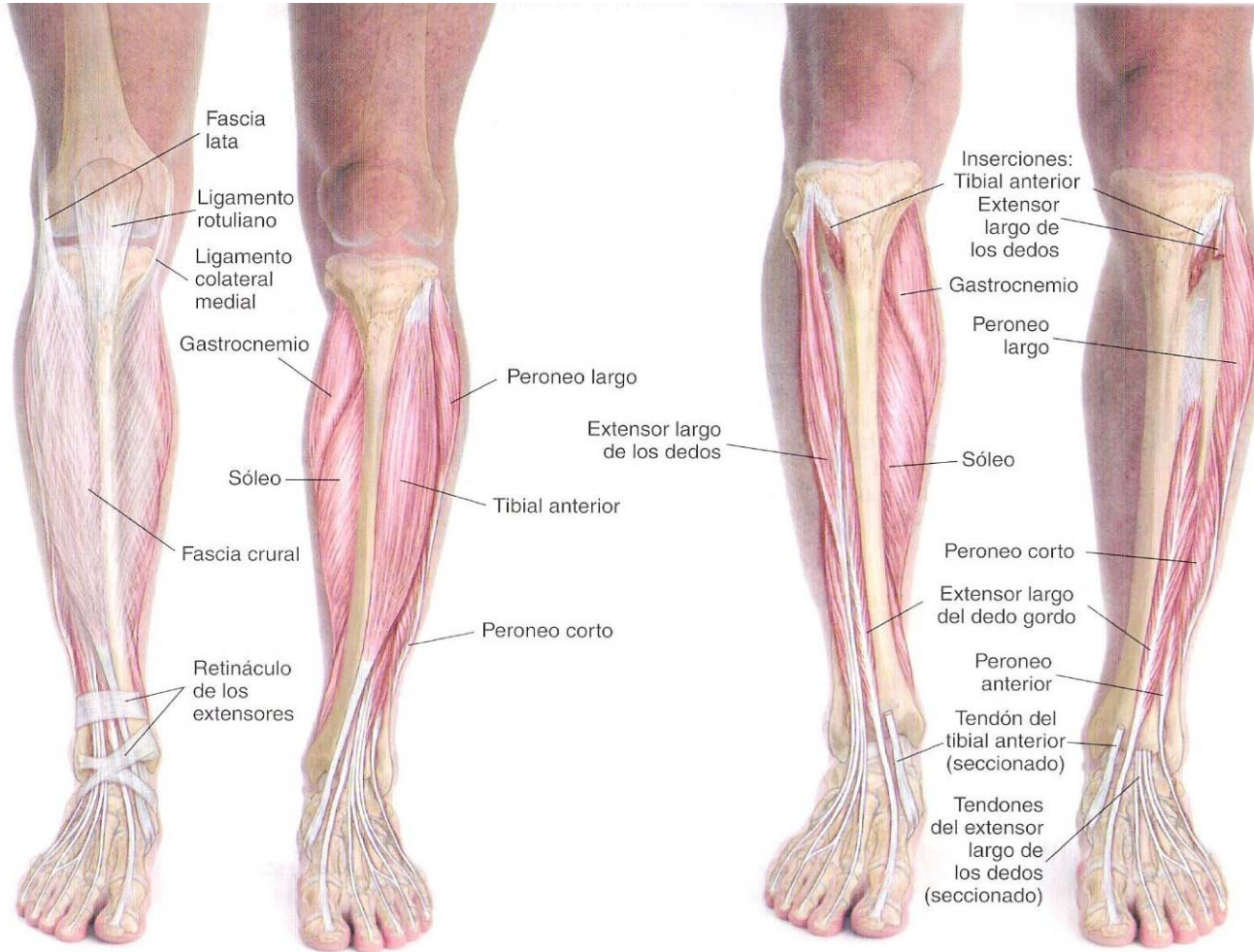
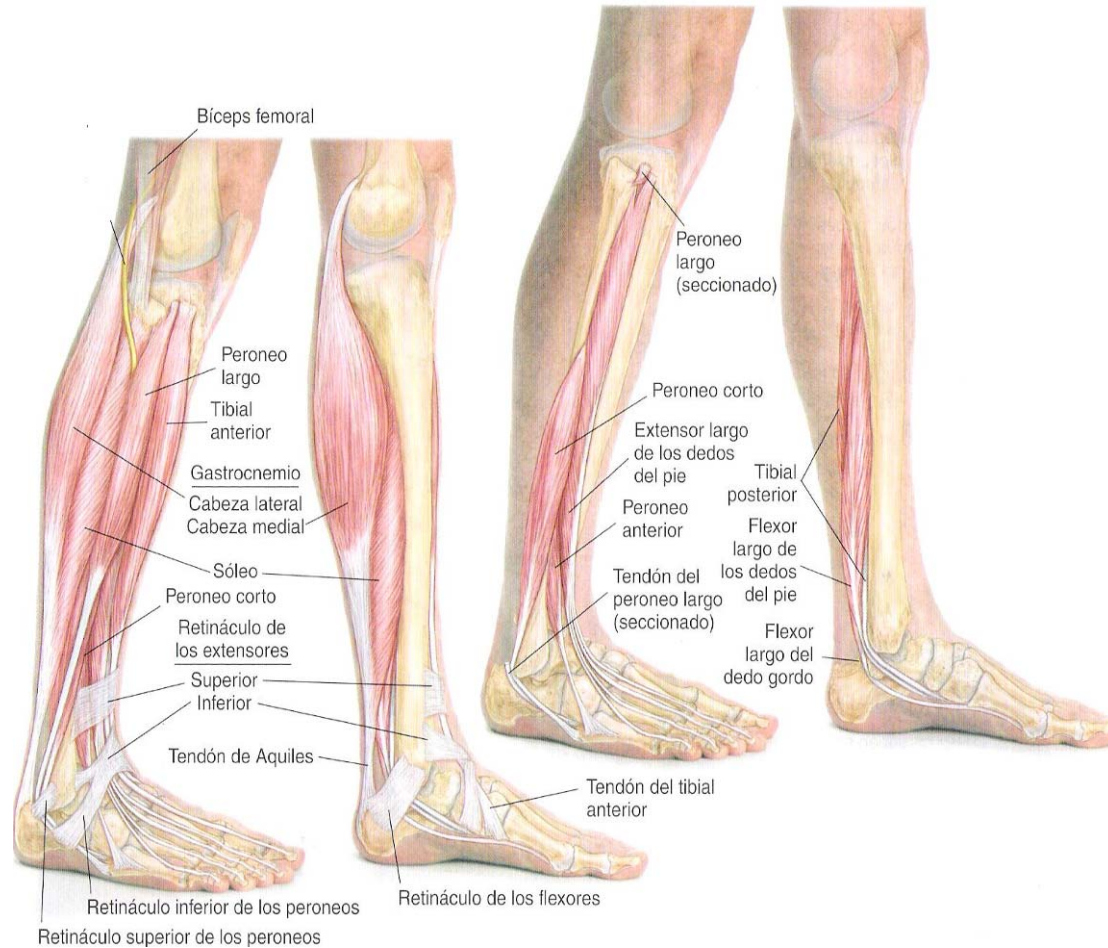


GRÁFICO # 21 MÚSCULOS DE LA PIERNA VISTA MEDIAL Y LATERAL



Fuente: Clay James. H, et al. (2009). Masaje Terapéutico Básico, Integración de Anatomía y Tratamiento.(2ª ed.). Barcelona. Editorial Lippincott Williams y Wilkins, p 363

GRÁFICO # 22 MÚSCULOS INTRINSECOS DEL PIE VISTA DORSAL

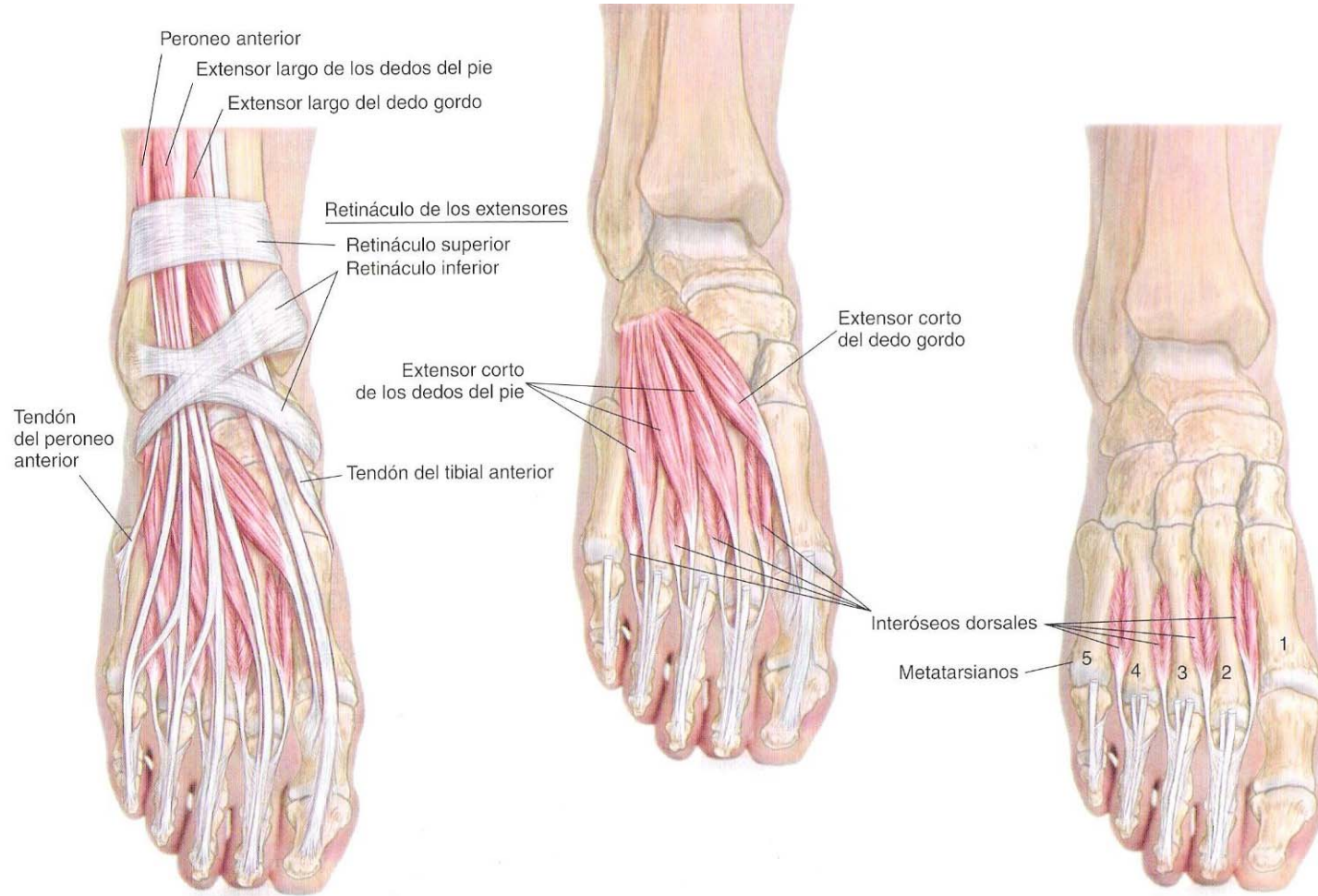
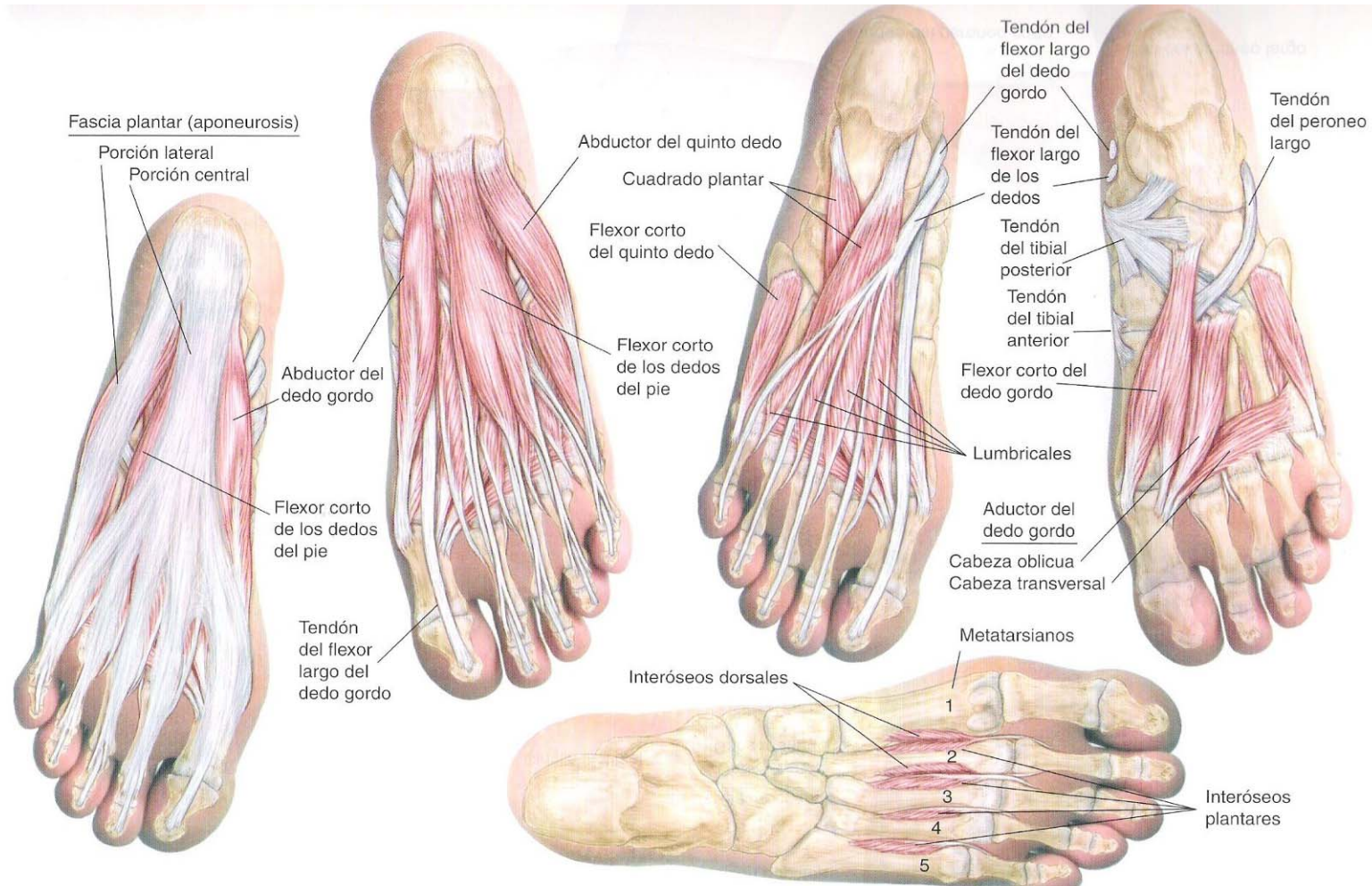


GRÁFICO # 23 MÚSCULOS INTRINSECOS DEL PIE VISTA PLANTAR



1.4 INERVACIÓN

1.4.1 Inervación Motora

Los nervios destinados a la inervación de la extremidad inferior proceden de los plexos lumbar y sacro, algunos de los nervios poseen fibras motrices y sensitivas, mientras que otras exclusivamente son motoras o sensitivas.

El nervio ciático mayor es el más voluminoso del organismo, emerge de la pelvis a través de la escotadura ciática mayor, por debajo del músculo piramidal, desciende a la región glútea y después a la región posterior del muslo, pasando entre el trocánter mayor y la tuberosidad isquiática hasta alcanzar la fosa poplítea, donde se divide en los dos ramos terminales que son los que van a participar tanto en la inervación motora como sensitiva del pie y son el nervio ciático poplíteo interno y externo.

Juan Jiménez Castellanos Ballesteros y colaboradores en su libro de Anatomía Humana General (2002), menciona que la inervación para miembro inferior está dividida de la siguiente manera:

1.4.1.1 Sistema Neuromuscular Ciático Poplíteo Externo o Peróneo Común

La rama externa de la bifurcación del nervio ciático se encarga de la inervación de la musculatura anteroexterna de la pierna, además del dorso del pie, para ello a la altura de la cabeza del peroné, el nervio se divide en una rama externa o nervio peróneo superficial o musculocutáneo, y otra rama anterior que es el nervio tibial anterior o peróneo profundo. El primero está destinado a los músculos peroneos laterales que dirigiéndose hacia el borde externo del pie determinan una actuación de inclinación lateral o eversión del pie.

El sistema neuromuscular tibial anterior integra a los músculos del compartimento anterior de la pierna es decir al tibial anterior, extensor largo de

los dedos, y extensor largo del dedo gordo, además de un músculo dorsal del pie, el pedio o extensor corto de los dedos. Su actuación funcional se traduce en la flexión dorsal e inclinación medial del pie, es decir la inversión.

1.4.1.2 Sistema Neuromuscular Ciático Poplíteo Interno

Este nervio suministra una serie de ramas nerviosas para la musculatura del plano superficial de la pantorrilla que se concretan en el músculo tríceps sural. A la altura del tercio superior de la cara posterior de la pierna el nervio ciático poplíteo interno se hace profundo, convirtiéndose el nervio tibial posterior, que se encarga de los siguientes músculos: tibial posterior, flexor largo de los dedos y del dedo gordo, mientras que otras ramificaciones se encargan en la planta del pie inervando al flexor corto plantar y cuadrado plantar.

Por detrás del maléolo interno el nervio tibial se divide en los nervios plantares externo e interno, donde el primero se encarga de inervar a los músculos relacionados con el quinto dedo, y el segundo se distribuye en la parte interna de la planta destinado a la musculatura que actúan sobre el dedo gordo. En conjunto y de modo general el nervio ciático poplíteo interno se encarga de la flexión plantar del pie y dedos, acompañada de una inversión del pie.

1.4.2 Inervación Sensitiva

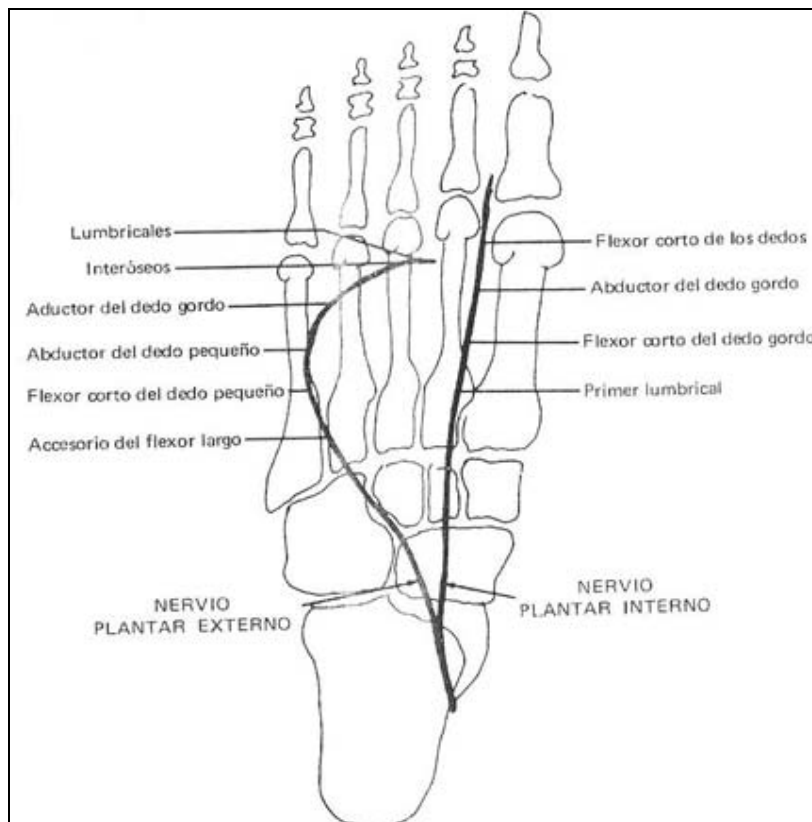
Rene Cailliet en su libro Síndromes Dolorosos de Tobillo y Pie (1985), expone que la inervación sensitiva tanto de la pierna como el pie está dada principalmente por el ciático que termina en el ángulo superior del hueso poplíteo, al dividirse en poplíteo tibial, y poplíteo lateral.

El nervio tibial posterior como ya fue mencionado, llega al tercio posteroinferior de la pierna, y termina al dividirse en los nervios plantares interno y externo e inerva sensitivamente los músculos de la cara posterior de la pierna y los flexores plantares del pie.

El nervio tibial plantar interno envía ramas cutáneas sensoriales a la cara plantar de los tres primeros dedos y al lado interno del cuarto, por otro lado el nervio plantar externo cruza el pie diagonalmente y, después de dividirse en rama superficial y profunda, emite ramas sensoriales para la cara plantar de los últimos dedos.

La otra división del ciático el nervio poplíteo lateral, desciende por el borde externo del hueso poplíteo, por detrás de la cabeza del peroné rodeando la cara externa del cuello del mismo, este no inerva músculo alguno; sin embargo emite ramificaciones hacia la articulación de la rodilla y a continuación se divide en dos nervios principalmente, el nervio musculocutáneo y el tibial anterior. El primero inerva la cara externa del tercio inferior de la pierna así como el dorso del pie, el segundo en conjunto con el musculocutáneo terminan en ramas cutáneas que inervan el dorso del pie y la zona anteroexterna de la pierna.

GRÁFICO # 24 INERVACIÓN DEL PIE



Fuente: Cailliet. Rene, (1998). Síndromes dolorosos tobillo y pie. (2ª ed.), México DF, Editorial Manual Moderno.29

1.5 IRRIGACIÓN

1.5.1 Vascularización Arterial

En 1998, igualmente Rene Cailliet nos menciona que la irrigación tanto de la pierna como el pie nace directamente de la arteria femoral donde la arteria poplítea a raíz de esta, cursa por la línea media de la fosa poplítea antes de emitir las arterias tibiales anteriores y tronco tibioperóneo.

El tronco tibioperoneo da lugar a la arteria peronea y a la arteria tibial posterior donde la primera debajo de su origen, cruza la membrana interósea hacia afuera y al descender por la cara externa de la pierna se distribuye en los músculos de la zona, donde sus ramas terminales incluyen las arterias calcáneas externas. Por otro lado la arteria tibial posterior llega a los músculos de la cara posterior de la pierna, y una vez que alcanza el maléolo interno pasa a la cara plantar del pie y se divide en arterias plantares interna y externa.

La arteria tibial anterior se dirige hacia adelante entre la tibia y el peroné, a través del borde superior de la membrana interósea, y después sigue un trayecto descendente por la cara anterior de esta. Se distribuyen en los músculos del compartimento anterior de la pierna y llega al dorso del pie como arteria pedia cuyas ramas terminales son las arterias dorsales del metatarso e interóseas dorsales, que se anastomosan con las ramas plantares distales de las arterias plantares.

1.5.2 Vascularización Venosa del Miembro Inferior

El drenaje venoso de los miembros inferiores se realiza mediante dos sistemas, el superficial situado en la piel en el espesor del tejido celular subcutáneo y por fuera de la aponeurosis de envoltura muscular. El profundo situado en el espesor de las masas musculares, es decir por dentro de la aponeurosis, y satélite de los vasos arteriales. “El sistema venoso superficial se halla unido al sistema venoso profundo a través de venas perforantes,

mientras que el enlace entre venas del mismo estrato se realiza por las venas comunicantes”.⁵

1.5.2.1 Sistema Venoso Superficial

Está formado por dos gruesos troncos, la vena safena interna y la vena safena externa, ambas nacen en las redes venosas plantar y dorsal del pie.

- Vena safena interna

Se origina por delante del maléolo interno, como continuación de la vena marginal interna del pie. Ascende en la pierna siguiendo el borde interno de la tibia, pasa detrás del cóndilo interno en la rodilla y sigue por el muslo hasta llegar a la ingle, donde perfora la aponeurosis por debajo de la arcada inguinal.

- Vena safena externa

La vena safena externa se origina detrás del maléolo externo como continuación de la vena marginal externa del pie, asciende por la cara posterior de la pantorrilla, y en el tercio superior de la pierna desemboca en la vena poplítea. Cabe recalcar que existe una comunicación constante entre la vena safena interna y la externa.

1.5.2.2 Sistema Venoso Profundo

El sistema venoso profundo envuelve las masas musculares. Existen dos venas por cada arteria, por lo cual estas toman el nombre las mismas.

Las venas tibiales anteriores son continuación de las pedias y ascienden por el compartimento anterior de la pierna en contacto con la membrana interósea. En cuanto a las venas tibiales posteriores se originan en el canal

⁵ Khouri Miguel. “Anatomía venosa de los miembros inferiores”. [en línea], Disponible: <www.durand.org.ar/anatoven.htm>. [Fecha de consulta 25 de Diciembre del 2012]

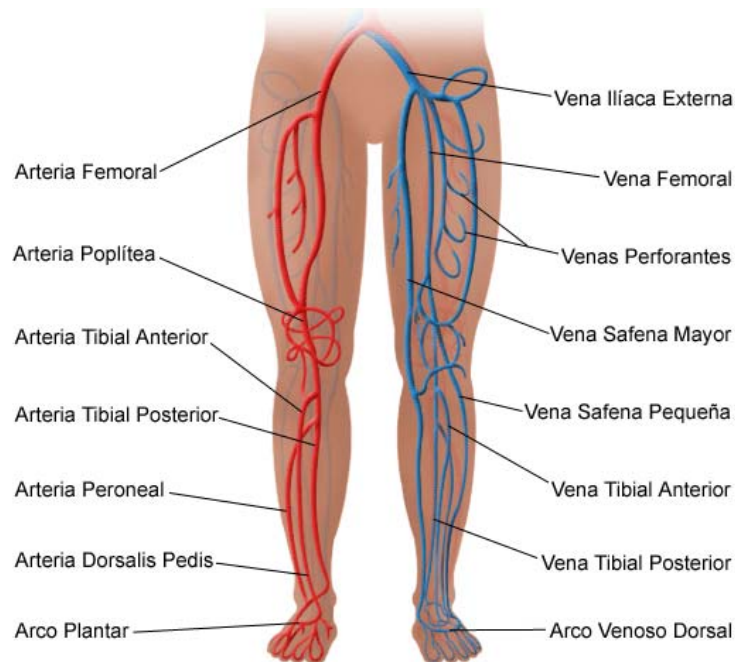
retromaleolar interno y ascienden por la cara interna entre los músculos de la pantorrilla.

Las venas peróneas tienen su origen en la cara externa del pie y región maleolar, para terminar uniéndose a las venas tibiales posteriores y formar así el tronco tibioperoneo en el tercio superior de la pierna. El tronco tibioperoneo atraviesa el anillo del soleo y recibe las venas tibiales anteriores constituyendo así la vena poplítea.

Existen también venas soleares y gemelares que en el espesor de esos músculos, forman un plexo muy importante ya que en él se alberga un volumen de sangre importante, que desemboca en las venas tibiales posteriores y poplítea. La vena poplítea suele ser única y se continúa con la vena femoral superficial.

El siguiente gráfico demuestra las principales arterias y venas del miembro inferior.

GRÁFICO # 25 CIRCULACIÓN VENOSA Y ARTERIAL DEL MIEMBRO INFERIOR



Fuente: <http://www.yalemedicalgroup.org/stw/Page.asp?PageID=STW029243>

CAPÍTULO II

2 BIOMECÁNICA DE LA ARTICULACIÓN DEL TOBILLO

Son numerosas las definiciones de la Biomecánica; en el artículo “Análisis cinemático del penalty en fútbol”, escrito por el Doctor en Ciencias de la Actividad Física y el deporte, José Pino Ortega (2000). Dentro de este interesante escrito se mencionan algunos de los conceptos mas relevantes de la biomecánica como se describen a continuación.

La Unesco (1971), define a la biomecánica como el conocimiento que juegan las fuerzas mecánicas y producen los movimientos, su soporte autonómico, iniciación neurológica, control integrado y percepción así como su diseño central.

Por otro lado la Escuela Soviética de Biomecánica en el mismo año (1971), la define como la ciencia que estudia los movimientos del hombre y su coordinación. Un año después en (1972), la Asociación Americana de la Ingeniería Biomecánica la conceptualiza como los estudios del cuerpo humano como sistema bajo las leyes de la mecánica newtoniana y las leyes biológicas.

Así mismo para el Instituto Valenciano de Biomecánica junto con la Sociedad Ibérica de Biomecánica en (1992), definen a la misma como un conjunto de movimientos interdisciplinarios generados a partir de utilizar, con el apoyo de otras ciencias biomédicas los conocimientos de mecánica y distintas tecnologías en el estudio del comportamiento de los sistemas biológicos, en particular del ser humano, y en resolver problemas que provocan las distintas condiciones mecánicas a las que puede verse sometido.

En el término Biomecánica coexisten dos elementos, el biológico y el mecánico, aspectos que se encuentran en la mayoría de definiciones de esta palabra. La Biomecánica puede definirse como el estudio de los fenómenos biológicos a través de los métodos de la Mecánica. Esto implica que tiene como objetivo el estudio de las fuerzas externas e internas (cinética) y de los movimientos asociados que afectan al ser humano y a los animales (cinemática).⁶

La Biomecánica permite el análisis de los movimientos corporales que se encuentran dentro de parámetros normales y sus componentes; estudia al hombre sano, su funcionamiento y también sus patologías.

El conocimiento de la biomecánica ayuda a comprender el funcionamiento del aparato locomotor, a diagnosticar de manera adecuada las patologías, y designar el tratamiento adecuado y más efectivo para las mismas.

2.1 BIOMECÁNICA BÁSICA DEL SISTEMA MÚSCULO ESQUELÉTICO

2.1.1 Propiedades Biomecánicas del Hueso

Margareta Nordin y Víctor H. Frankel (2001), mencionan a varios autores para describir las propiedades del hueso, entre ellos Basset (1965), que me pareció muy relevante su relación al explicar la biomecánica del hueso, mediante la fibra de vidrio, siendo un ejemplo no biológico, describe que la relación que tiene este con la composición biomecánica del hueso, considerado como un material compuesto de dos factores principales, el primero el mineral y el segundo el colágeno y la sustancia fundamental; estos dos materiales compuestos forman un todo un hueso que es mas fuerte en relación a su peso comparado con una única sustancia. “El componente inorgánico le confiere al hueso dureza y rigidez mientras que el componente orgánico le proporciona flexibilidad y elasticidad”.⁷

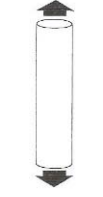




⁶ Izquierdo Redín, Mikel.(2008). Biomecánica y Bases Neuromusculares de la Actividad Física y el Deporte.(1ª ed.). Madrid. Editorial Medica Panamericana S.A., Madrid, p. 2

⁷ Margareta Nordin, Víctor H. Frankel. (2001). Biomecánica Básica del Sistema Músculo Esquelético. (3ª ed.). Madrid. McGraw Hill. p. 54.

Dentro de las propiedades mecánicas mas importantes del hueso se puede mencionar su fuerza, rigidez, y su comportamiento mecánico; se va a encontrar bajo la influencia de fuerzas y momentos, es decir por sus propiedades mecánicas, características geométricas, tipo de carga aplicada, y dirección de la misma. El comportamiento del hueso bajo modos de carga va a variar según sea la que se aplique, y siempre sufrirá un efecto de deformación interna sobre la estructura.

Así mismo Margareta Nordin y Víctor H. Frankel (2001), en el libro Biomecánica Básica del Sistema Musculo Esquelético, describen la respuesta mecánica que tiene el hueso al recibir distintos tipos de carga, mencionan que la descripción esta basada en estructuras que han sido sometidas a fuerzas externas en distintos estados como son, en reposo y moviéndose a una velocidad constante; como lo describe la siguiente tabla.

TABLA # 15 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE VARIOS MODOS DE CARGA

TIPO DE CARGA	DESCRIPCIÓN	GRÁFICO
Tensión	Existe una deformación en la zona interna de la estructura, son pequeñas fuerzas alejándose de la superficie de la estructura, donde sufre un alargamiento y estrechamiento	
Cizalla	Se aplica una carga paralela a la superficie de la estructura, presentándose la deformación igualmente dentro de la estructura, es decir, muchas pequeñas fuerzas actuaran sobre la superficie de la estructura en un plano paralelo a la carga aplicada.	
Flexión	Se somete a una combinación de tensión y compresión, donde las deformaciones tensiles van a efectuar sobre un eje, y la compresión en otro distinto	
Torsión	Esta carga causa un giro sobre un eje, cuando una estructura se carga en torsión las sollicitaciones en forma de cizalla se distribuyen por toda la estructura.	
Carga Combinada	El hueso es rara vez cargado de una única forma. Es una de las más importantes ya que los huesos son sometidos a cargas múltiples indeterminadas y su estructura geométrica es de forma irregular	

Fuente: Margareta Nordin, Victor H. Frankel. (2001). Biomecánica Básica del Sistema Músculo Esquelético. (3ª ed.). España. Mc Graw Hill. p 37.

Elaborado por: María Paz Velásquez

2.1.2 Biomecánica del Cartílago Articular

El cartílago articular es un tejido especializado y preparado para soportar el entorno articular altamente cargado sin ningún tipo de falencia durante la vida del individuo. Margareta Nordin y Víctor H. Frankel (2001), mencionan a Stock Well (1979), que describe al cartílago articular como un tejido

virtualmente aislado, con ausencia de vasos sanguíneos, canales linfáticos e inervación neurológica, y recalca que su densidad celular es menor que la de cualquier otro tejido.

Existen tres tipos de articulaciones en el ser humano, fibrosas, cartilaginosas y sinoviales o diartrodias; solo una de estas, la última es la que permite un alto rango de movimiento. El cartílago articular presenta dos funciones principalmente dentro de las articulaciones sinoviales que se relaciona con la distribución de la carga articular sobre un área amplia disminuyendo las sollicitaciones mantenidas por el contacto de las superficies articulares y en segundo lugar, permitir el rango de movimiento.

2.1.2.1 Composición y Estructura del Cartílago Articular

Igualmente, Margareta Nordin y Víctor H. Frankel (2001), nombran a dos autores destacados, Mow y Ratcliffe (1997), que describen al cartílago articular con un contenido del colágeno que varía del 15% al 22% del peso húmedo y el contenido de proteoglicanos varía del 4% al 7% del peso húmedo; los restantes 60% – 85% son agua, sales inorgánicas, y pequeñas cantidades de otras proteínas de matriz, glicoproteínas, y lípidos. Tanto las fibras de colágeno como los proteoglicanos forman redes estructurales de fuerza importante. Estos son los componentes estructurales que van a soportar las sollicitaciones mecánicas internas que resultan de las cargas que se aplican al cartílago articular. En virtud de lo anterior, estos componentes estructurales junto con el agua, determinarán el comportamiento biomecánico de este tejido.

La mayor o menor elasticidad del cartílago articular esta relacionada con su contenido acuoso. La característica fundamental de la sustancia intracelular del cartílago es su estado de hiperhidratación, Un 80% de la sustancia intercelular del cartílago articular es de agua, que se combina con los proteoglicanos formando un gel.⁸

⁸ Viladot Voegeli A, et al. (2001). *Lecciones Básicas de Biomecánica del aparato Locomotor*. (1ª ed.). Barcelona, Editorial Springer, p59

2.1.2.2 Comportamiento Biomecánico del Cartílago Articular

Durante la función articular, las fuerzas en la superficie articular pueden variar de cero a diez veces el peso del cuerpo humano. “Si un material se somete a la acción de una carga constante (independiente del tiempo) o a una deformación constante y su respuesta varía con el tiempo, entonces el comportamiento mecánico de un material se dice que es viscoelástico”.⁹

Biomecánicamente el cartílago articular debería ser visto como un material multifásico, las propiedades biomecánicas más importantes de este son las intrínsecas de la matriz sólida y la resistencia friccional al flujo del fluido intersticial a través de la matriz de característica permeable. Los dos actúan en conjunto y así permiten definir el nivel adecuado de presurización de fluido intersticial, considerándolo un determinante principal de la capacidad de soporte de carga y de lubricación del tejido que puede ser generado dentro del cartílago articular.

Cualquier tipo de daño que exista en el cartílago articular independientemente de la causa, puede alterar la capacidad de soporte de carga del fluido intersticial normal del tejido, y de esta manera su proceso de lubricación normal, que opera dentro de la articulación.

2.1.3 Cápsula Articular

Maritza Quintero, Jordi Monfort, Dragoslav R. Mitrovic. (2010), en el libro de Osteoartrosis, Biología, Fisiopatología, clínica y tratamiento describen que la cápsula se encuentra constituida por finas láminas concéntricas compuestas por fibras gruesas de colágeno, de tipo (1). Entre estas se encuentran numerosas células o fibrocitos alargados en las fibras colágenas. Mencionan que, las fibras de colágeno se orientan en sentido próximo distal y se inclinan en sentido opuesto con relación a la orientación de las fibras de las láminas.

⁹ Ibíd. p. 70

La cápsula articular se encuentra reforzada por tendones y músculos que se insertan en los huesos articulados. Es atravesada por vasos sanguíneos, nervios y vasos linfáticos, los nervios poseen terminaciones sensitivas y propioceptivas, predominantemente compuestas de los extremos ramificados o de corpúsculos denominados corpúsculos de Ruffini. Estos se encargan de informar a los centros nerviosos del estado de tensión y distensión del aparato articular, la distensión y estiramiento de la cápsula articular es por lo tanto muy dolorosa, su inserción a nivel de la metafisis del periostio del hueso se hace por medio de un tejido fibrocartilaginoso.

La cápsula articular engloba a la articulación e impide que los segmentos óseos se desplacen en exceso. Trabaja en conjunto con estructuras tendinosas y ligamentarias para asegurar el contacto entre las superficies articulares. Su espesor va a ser variable y va a depender de la fisiología articular. Presenta engrosamientos en zonas vulnerables a recibir fuerzas de tracción.

2.1.4 Biomecánica de los Tendones y Ligamentos

Las tres estructuras principales que rodean íntimamente y estabilizan las articulaciones del sistema esquelético son los tendones, ligamentos y cápsulas articulares. A pesar de tener la característica específica de actuar pasivamente, es decir que no producen activamente, el movimiento como lo hacen los músculos, desempeñan un papel esencial en el movimiento articular.

La función de las cápsulas articulares y ligamentos es la de relacionar un hueso con otro, aumentan la estabilidad mecánica de las articulaciones, guían el movimiento articular y evitan el movimiento excesivo; actúan como limitadores estáticos. No obstante la función de los tendones además de insertar al músculo al hueso, es también la de transmitir las cargas tensiles, produciendo un movimiento articular y así mantener la postura corporal. Además se encarga de capacitar al cuerpo muscular para mantenerse a una distancia óptima de la articulación sobre la cual se encuentra actuando sin requerir una excesiva longitud del músculo refiriéndose a origen e inserción del

mismo. Tanto los músculos como tendones en conjunto actúan como un equipo limitador mecánico.

2.1.4.1 Composición y Estructura de los Tendones y Ligamentos

“Los tendones y ligamentos son tejidos conectivos densos conocidos como tejidos colágenos de fibras paralelas”.¹⁰ Margareta Nordin, Victor H. Frankel (2001), nombran a White, Handler, y a Smith que en (1964), describen que estas estructuras poseen poca vascularización, altos porcentajes de colágeno, considerándola como una proteína fibrosa que constituye aproximadamente un tercio del total de las proteínas totales del cuerpo. Este componente útil y orgánico es el que va a permitir la fuerza y flexibilidad tanto al tendón, como a los ligamentos.

El siguiente gráfico muestra la composición estructural de los tendones y los ligamentos.

GRÁFICO # 26 COMPOSICIÓN ESTRUCTURAL DE TENDONES Y LIGAMENTOS

Componente	Ligamento	Tendón
Material celular: Fibroblasto	20 %	20 %
Matriz extracelular:	80 %	80 %
Agua	60-80 %	60-80 %
Sólidos:	20-40 %	20-40 %
Colágeno:	70-80 %	ligeramente mayor
Tipo 1	90 %	95-99 %
Tipo 3	10 %	1-5 %
Sustancia fundamental	20-30 %	ligeramente menor

Fuente: Margareta Nordin, Victor H. Frankel. (2001). Biomecánica Básica del Sistema Músculo Esquelético. (3ª ed.). Madrid. McGraw Hill. p 103.

La disposición de las fibras de colágeno varía en tendones y ligamentos de acuerdo a la función de cada estructura; en caso de los tendones las fibras

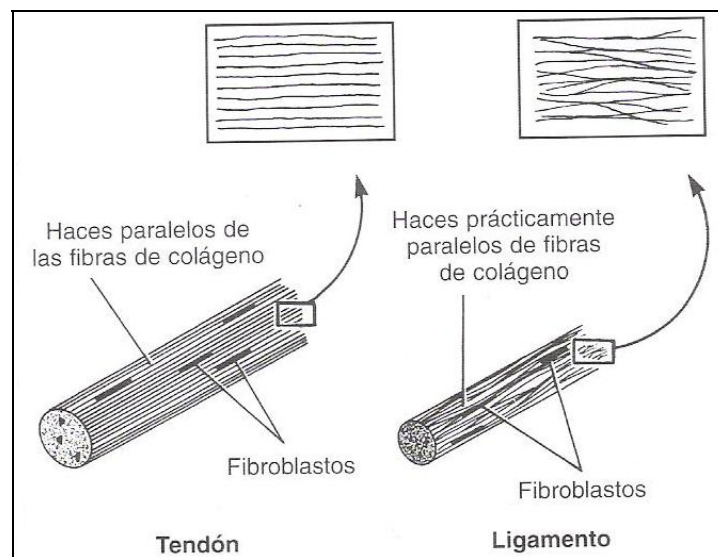
¹⁰ Margareta Nordin, Victor H. Frankel. (2001). Biomecánica Básica del Sistema Músculo Esquelético. (3ª ed.). Madrid. McGraw Hill. P 103.

de este se encuentran ordenadamente en una disposición paralela, la cual permite a los tendones relacionar la carga unidireccional tensil aplicada durante la actividad.

Al contrario sucede en los ligamentos; en este caso la orientación de las fibras va a variar según la función que desempeñe el mismo, por lo general los ligamentos soportan cargas tensiles en una dirección predominante, pero también soportan cargas tensiles más pequeñas en otras direcciones; es por esto que su fibras se caracterizan por no encontrarse ubicadas paralelas sino que pueden estar entrelazadas la una a la otra.

El siguiente gráfico describe la dirección de los haces de las estructuras ya mencionadas.

GRÁFICO # 27 ORIENTACIÓN DE FIBRAS EN TENDONES Y LIGAMENTOS



Fuente: Margareta Nordin, Victor H. Frankel. (2001). Biomecánica Básica del Sistema Músculo Esquelético. (3ª ed.). Madrid. McGraw Hill. p 103.

Las propiedades mecánicas de los tendones y ligamentos no dependen únicamente de las fibras de colágeno, sino también de la cantidad de elastina que estos presentan; aunque esta se encuentre escasa a nivel de tendones y ligamentos de extremidades, en otras estructuras como el ligamento amarillo la existencia abundante de elastina es esencial para cumplir su función básica

que es la de proteger las raíces nerviosas espinales de atrapamientos mecánicos y brindarle así a la columna cierta estabilidad a nivel intrínseco.

En los ligamentos y tendones la sustancia primordial está compuesta por los proteoglicanos, que en conjunto a la proteína plasmática y diversas moléculas se unen a la mayoría del agua extracelular de los ligamentos y tendones haciendo que la matriz de estos tejidos tenga una consistencia de tipo gel, que actúan como una sustancia que se la puede comparar con el cemento; entre las pequeñas fibras de colágeno, contribuyendo a la fuerza global de estas estructuras compuestas.

La vascularización de tendones y ligamentos es escasa, debido a esto el proceso de curación es lento y la actividad metabólica se ve afectada. Los tendones van a obtener su aporte sanguíneo directamente de los vasos en el perimio y en la inserción perióstica. Por el contrario, los ligamentos son hipovasculares, es decir que el aporte sanguíneo que reciben es escaso; sin embargo varios estudios histológicos.

Margareta Nordin, Victor H. Frankel (2001), afirman que a lo largo de la sustancia ligamentosa existe una multivascularidad uniforme, que se origina en los puntos de inserción del mismo. A pesar de su limitación vascular tanto ligamentos como tendones son indispensables en la propiocepción y en la nocicepción que se encuentran directamente relacionadas con la funcionalidad de las articulaciones.

2.1.4.2 Comportamiento Mecánico de Tendones y Ligamentos

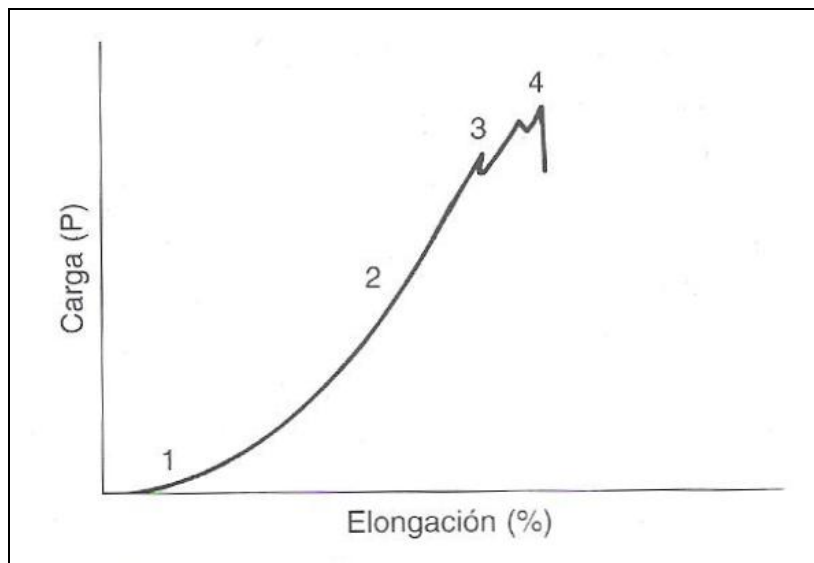
Los tendones y ligamentos son estructuras viscoelástica; con propiedades mecánicas únicas. Los tendones son suficientemente fuertes para soportar elevadas fuerzas tensiles. Los ligamentos son plegables y flexibles sin embargo, son fuertes e inextensibles, por el motivo que se requiere una resistencia adecuada a las fuerzas aplicadas.

Ambas estructuras soportan principalmente cargas tensiles durante la carga normal y excesiva. Cuando la carga lleva a la lesión, el grado de daño se afecta por la tasa de impacto además de por la cantidad de carga.

2.1.4.3 Propiedades Biomecánicas

Margareta Nordin y Victor H (2001), afirman que una de las maneras de analizar estas propiedades es mediante la deformación tensil de estos usando una tasa constante de elongación. Explican que el tejido se elonga hasta que se rompe, y la fuerza resultante, o carga (P) es expresada. La curva carga-elongación resultante tiene varias regiones que se identifican con el comportamiento del tejido, como lo demuestra el siguiente gráfico.

GRÁFICO # 28 CURVA DE ELONGACIÓN



Fuente: Margareta Nordin, Victor H. Frankel. (2001). Biomecánica Básica del Sistema Músculo Esquelético. (3ª ed.). Madrid. McGraw Hill. p 103

Cuando hay procesos de carga y elongación tanto en tendones como ligamentos, van a haber cambios estructurales dependiendo con la intensidad que se realice como lo describe la siguiente tabla.

TABLA # 16 CAMBIOS ESTRUCTURALES DE LAS FIBRAS DURANTE LA CARGA Y ELONGACIÓN

REGIÓN	DESCRIPCIÓN
Región Inicial	Se refleja un cambio en el patrón ondulado de las fibras relajadas de colágeno. En esta región el tejido se estira fácilmente, y las fibras de colágeno continúan enderezándose conforme se aplica la carga.
Región Lineal	Corresponde a la respuesta del tejido. A la mayor elongación. La modificación en las fibras de colágeno y la rigidez de la estructura aumentan rápidamente. La deformación del tejido comienza, cuando se sobrepasa esta región se produce el principal colapso de los haces de las fibras de una forma impredecible.
Fin de la Región Secundaria	EL colapso progresivo de las fibras de colágeno tuvo lugar después de haber llegado acá, y hay reducciones de fuerza.
Máxima Carga	Refleja la fuerza tensil última del tejido. Después se pierde la capacidad para soportar cargas, y el colapso completo se produce rápidamente.

Fuente: Margareta Nordin, Victor H. Frankel. (2001). Biomecánica Básica del Sistema Músculo Esquelético. (3ª ed.). Madrid. McGraw Hill. p 105.

Elaborado por: María Paz Velásquez

Durante la carga fisiológica no sucede nada de lo mencionado, ya que bajo condiciones normales estas estructuras únicamente se someten a una magnitud de sollicitación que es aproximadamente solo un tercio del valor de fuerza tensil máxima. Margareta Nordin y Victor H (2001) citan a H. Fung (1981), que menciona que cuando se corre y se salta por ejemplo, el límite superior para la deformación fisiológica en los tendones y ligamentos oscila del 2% al 5% aproximadamente.

2.1.4.4 Colapso del Ligamento y Mecanismo de Lesión

Margareta Nordin, Víctor H Frankel (2001), describen que los mecanismos lesionales, son similares tanto para los ligamentos como para los tendones.

Cuando el ligamento se somete a una carga que excede su rango fisiológico, el microcolapso se produce antes de que se alcance el límite de la elasticidad. Una vez que esto sucede el ligamento empieza a experimentar un colapso notable y al mismo tiempo la articulación empieza a sufrir desplazamientos que no son normales, existiendo la posibilidad de ocasionar daño a las estructuras vecinas como la cápsula articular, ligamentos adyacentes y vasos sanguíneos que irrigan estas estructuras.

Las lesiones ligamentarias se clasifican clínicamente en tres rangos según su grado de agravamiento, como lo demuestra la siguiente tabla.

TABLA # 17 TIPOS DE LESIONES LIGAMENTARIAS

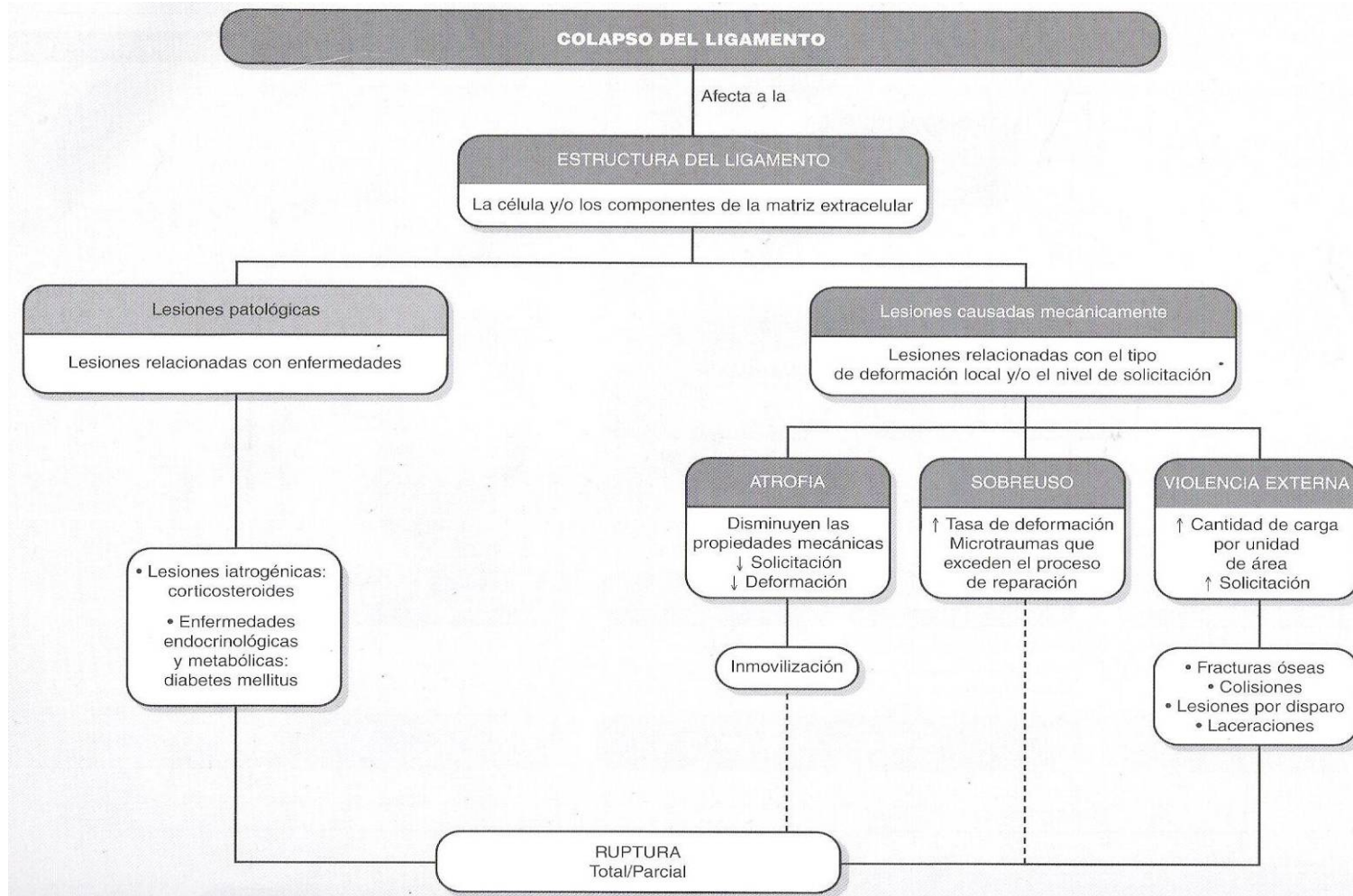
GRADO DE LESIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN.
PRIMERA CATEGORÍA	Producen síntomas clínicos inapreciables, existe algún tipo de dolor, pero no se puede detectar clínicamente una inestabilidad articular, así haya ocurrido un microcolapso de las fibras de colágeno.
SEGUNDA CATEGORÍA	Produce un dolor intenso, y puede detectarse clínicamente cierta inestabilidad articular, ha tenido lugar al colapso progresivo de las fibras de colágeno, que provocan una ruptura parcial del ligamento. Tanto la fuerza y rigidez del ligamento puede haber disminuido en un 50% o más. La Inestabilidad articular se enmascara a menudo con la participación de la musculatura; es por esto que mediante la realización de un test clínico responde normalmente con el paciente bajo anestesia.
TERCERA CATEGORÍA	Produce un dolor intenso durante el proceso traumático, con menos dolor durante la lesión, clínicamente la articulación se encuentra totalmente inestable. La mayoría de las fibras de colágeno se han roto, sin embargo algunas pueden mantenerse intactas dando al ligamento una apariencia de continuidad aunque sea incapaz de soportar ningún tipo de carga.

Fuente: Margareta Nordin, Victor H. Frankel. (2001). Biomecánica Básica del Sistema Músculo Esquelético. (3ª ed.). Madrid. McGraw Hill. p 106.

Elaborado por: María Paz Velásquez

El siguiente gráfico explica los procesos por lo cuales pasa la estructura ligamentaria al sufrir una lesión, ya sea causada por una patología sobre añadida, o por una causa mecánica.

GRÁFICO # 29 LESIÓN DEL SISTEMA LIGAMENTARIO



Fuente: Margareta Nordin, Victor H. Frankel. (2001). Biomecánica Básica del Sistema Músculo Esquelético. (3ª ed.). Madrid. McGraw Hill. p 107.

2.1.4.5 Factores que afectan a las Propiedades Biomecánicas de Tendones y Ligamentos

Existen numerosos factores que afectan las propiedades biomecánicas tanto de tendones como de ligamentos como describen Margareta Nordin, Victor H. Frankel. (2001) entre los cuales se menciona:

- Maduración y envejecimiento

Tras la maduración, a medida que progresa el envejecimiento, el colágeno alcanza un tope con respecto a sus propiedades mecánicas. Después de que la fuerza y rigidez tensil del tejido empiezan a disminuir, lo cual debilita a las dos estructuras.

- Embarazo y postparto

Durante esta etapa existe una laxitud aumentada a nivel de tendones y ligamentos lo cual brinda cierta vulnerabilidad a sufrir algún tipo de afectación. Al terminar la etapa tanto ligamentos como tendones regresaran con sus facultades fisiológicamente normales.

- Movilización e inmovilización

Los tejidos vivos son dinámicos y cambian sus propiedades mecánicas en respuesta a la sollicitación, lo que conlleva a una adaptación funcional y efectividad óptima del tejido. Huesos, ligamentos y tendones son sometidos a procesos de remodelación según las demandas mecánicas que sean solicitadas; unas se vuelven más fuertes y otras más débiles dependiendo si las cargas o fuerzas aplicadas son mayores o menores. Una excesiva carga a un ligamento o tendón que no se encuentre apto para hacerlo puede estar siendo afectado durante la actividad.

Dentro de este aspecto existen varios autores citados, los cuales han realizado estudios que comprueban que estos factores, llegan a ser vulnerables al sufrir una lesión a nivel de tendones o de ligamentos.

Amiel (1982), y otros colaboradores mostraron una disminución similar en la fuerza y rigidez de los ligamentos laterales externos en conejos inmovilizados durante 9 semanas. A medida que el área de sección cruzada de los especímenes no mostró cambios significativamente, la degeneración de las propiedades mecánicas se atribuyó a los cambios de la propia sustancia ligamentosa. Se mostró el incremento del metabolismo tisular, conduciendo a un colágeno proporcionalmente más inmaduro, con una disminución en la cantidad y calidad de las uniones cruzadas entre las moléculas de colágeno

“La falta de tracción asociada a inmovilización prolongada de una articulación y, por tanto de sus ligamentos, produce debilitamiento progresivo de los ligamentos, y de la unión ligamento hueso. Para recuperar su resistencia previa, estas uniones precisan de seis a doce meses de movilidad”¹¹

Así mismo citan a Noyes (1977), que llevo a cabo un experimento de valoración de los efectos del programa de reacondicionamiento iniciado después de un período de ocho semanas y demostró que a los cinco meses todavía los ligamentos presentaban un 20% menos de fuerza. Menciona que a los doce meses, los ligamentos reacondicionados tenían valores de fuerza y rigidez comparables a aquellos del grupo control.

- Diabetes mellitus

La diabetes mellitus es conocida como una causa de alteraciones musculoesqueléticas. Citan a Carballo (1991), quien menciona que las personas que padecen diabetes comparados con los que no, muestran tasas más altas de contracturas tendinosas de 29% frente a 9%, tenosinovitis 59% a 7%, rigidez articular, de 40% frente a 9%, y capsulitis de 16% frente a 1%. Por otro también citan a Duquette (1996), quien efectuó una investigación con ratas donde las propiedades elásticas del tejido de las que padecían diabetes presentaban diferencia con las sanas.

¹¹ Bruce Salter Robert. (2005). Trastornos y lesiones del sistema músculo esquelético (3ª ed.). Madrid. Editorial Masson. P30.

- Esteroides

Cuando los cortico esteroides se aplican inmediatamente después de la lesión, puede llegar a causar una alteración significativa de las propiedades biomecánicas e histológicas de los ligamentos. Así mismo en el libro de Biomecánica Básica del Músculo Esquelético (2001), Walsh (1955) es citado y afirma que, los cortico esteroides inhiben la síntesis de colágeno.

- Medicamentos antiinflamatorios no esteroideos

Carstedt (1986), es otro de los autores mencionados, que realizó una investigación con conejos, a los cuales colocó indometacina, la cual incrementó la fuerza tensil en el desarrollo y curación de los tejidos, sin embargo afirma que, se aumenta la tasa de restauración biomecánica del tejido.

- Hemodiálisis

Rillo (1991), igualmente es citado, y refiere que pacientes con insuficiencia renal crónica presentaron una hiperlaxitud tanto de ligamentos como de tendones.

- Injertos

La necesidad de reconstrucción esta relacionada con la edad, nivel de actividad y las lesiones asociadas. Corssetti (1996), es otro de los autores mencionados en el libro descrito anteriormente y, describe que el tejido de sustitución, experimenta una remodelación e incorporación biológica extensiva. Sin embargo, afirma que incluso, un injerto totalmente incorporado nunca duplicará al ligamento natural, así colabore con la función normal de dicho segmento.

2.2 BIOMECÁNICA DEL PIE Y TOBILLO

“El pie es una estructura tridimensional variable, esencial para la posición bípeda humana, base del mecanismo anti gravitatorio, pieza fundamental para la marcha humana”¹²

Según Luis Fernando Alcázar Llanos y colaboradores (2003), el pie está diseñado para desarrollar, de forma indolora una serie de actividades físicas cuyos fundamentos son la carga de peso del organismo y la deambulación; estas acciones básicas pueden complicarse de forma casi ilimitada para ejecutar las distintas funciones a las que el pie es sometido por el hombre en su vida cotidiana, laboral, artística o deportiva, las pequeñas articulaciones que componen el pie proporcionan flexibilidad y adaptabilidad para que este órgano pueda soportar condiciones extremas de trabajo.

La biomecánica del pie y del tobillo es compleja, y ambas se encuentran asociadas. El pie es una parte integral de la extremidad inferior y es clave para una marcha estable. El tobillo transfiere la carga de la extremidad inferior al pie influyendo íntimamente en la orientación a este con el suelo. Además de actuar como una plataforma de soporte estructural capaz de aguantar cargas repetitivas del peso corporal, el complejo de pie y tobillo, también debe ser capaz de ajustarse a diferentes superficies del suelo y variar las velocidades de locomoción.

El pie está compuesto por varios huesos, cuyos movimientos están estrechamente relacionados; de igual manera el tobillo está compuesto por tres huesos que forman la mortaja del tobillo, un complejo articular formado por las articulaciones tibioastragalina, peróneoastragalina y finalmente la tibioperónea.

Cualquier cambio patológico en la estructura o movimiento del pie del tobillo o pie, aunque sea mínimo puede tener un profundo impacto sobre el papel estabilizador, propulsor y absorbente de impactos del mismo. Igualmente el calzado siendo considerado un material externo restrictivo, puede llegar a alterar la

¹² Núñez Samper Mariano, et al. (2007). Biomecánica, Medicina y Cirugía del pie. (2ª ed.). Barcelona. Editorial Masson. p, 3.

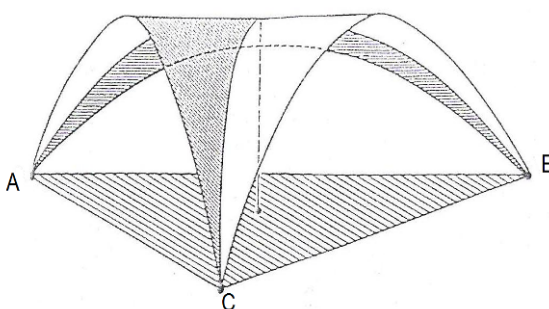
biomecánica normal del tobillo y el pie, y finalmente influir en el desarrollo de algunas alteraciones patológicas si no se realiza su correcto uso.

2.2.1 Bóveda Plantar

“La bóveda plantar es un conjunto arquitectónico que asocia con armonía todos los elementos osteoarticulares, ligamentosos y musculares del pie”.¹³ Según A. I. Kapandji. (1998), la bóveda gracias a sus modificaciones de curva y a su gran elasticidad, es capaz de adaptarse a cualquier irregularidad del terreno y transmitir al suelo las fuerzas y el peso del cuerpo en las mejores condiciones mecánicas y en varias circunstancias. Desempeña el papel de amortiguamiento indispensable para la flexibilidad de la marcha.

A. I. Kapandji. (1998) Considera a la bóveda plantar en su conjunto como una bóveda sujeta por tres arcos, fijada en el suelo mediante tres puntos, A, B, C, dispuestos sobre un plano horizontal. El peso de la bóveda se reparte a través de los puntos de apoyo A y B, denominados estribos del arco, como lo demuestra el siguiente gráfico.

GRÁFICO # 30 BÓVEDA PLANTAR Y SUS TRES PUNTOS DE APOYO



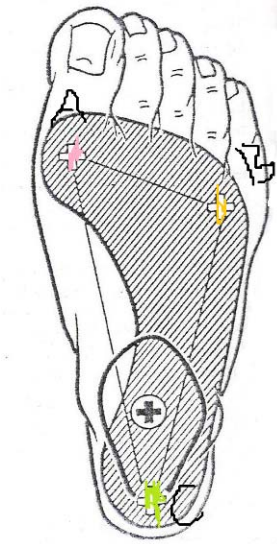
Fuente: A.I.Kapandji (1998). *Fisiología Articular del Miembro Inferior* (5ª ed.). Tomo II, Miembro Inferior. Editorial Médica Panamericana, p. 229

A. I. Kapandji. (1998) menciona que la bóveda plantar, puede llegar a ser comparada con un triángulo equilátero desde su vista interna por tener tres arcos y

¹³ Kapandji A. I. (1998). *Fisiología Articular del Miembro Inferior* (5ª ed.). Tomo II, Miembro Inferior. Editorial Médica Panamericana.p,226.

tres puntos de apoyo, y es debido a que estos puntos mencionados, se encuentran distribuidos como lo demuestra el siguiente gráfico : la (A) corresponde a la cabeza del primer metatarsiano, la cabeza del quinto metatarsiano (B) y las tuberosidades posteriores de calcáneo (C).

GRÁFICO # 31 HUELLA PLANTAR Y PUNTOS DE APOYO



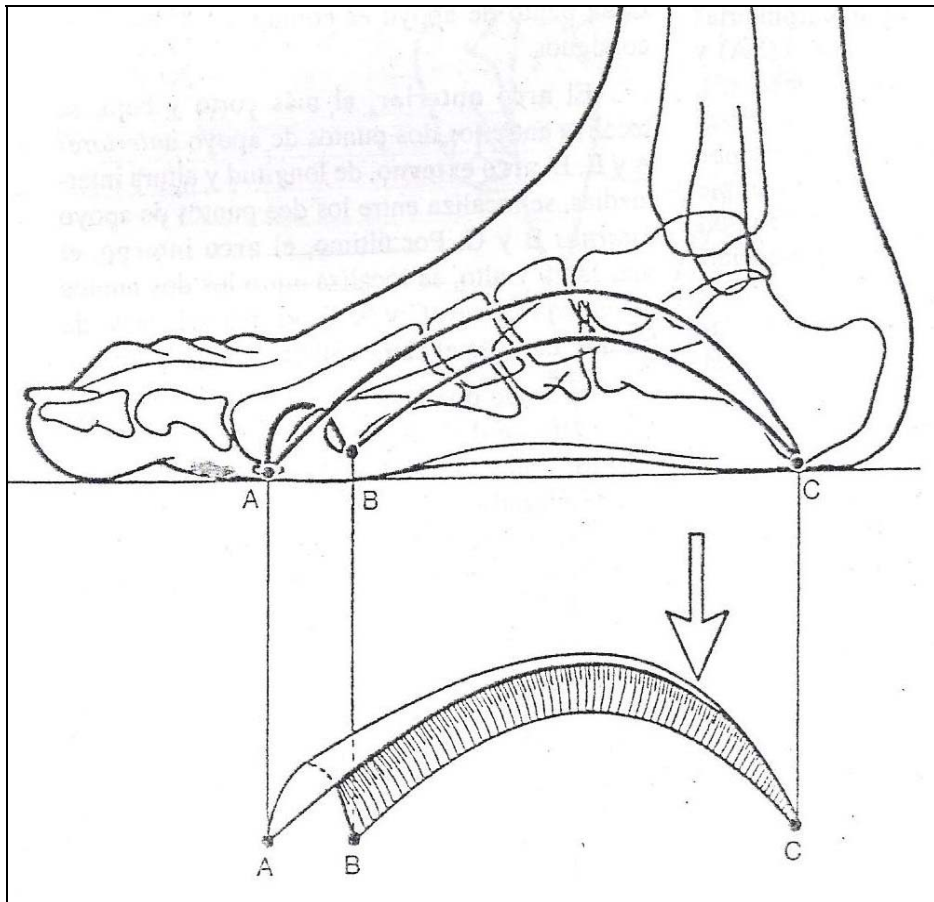
Fuente: A.I.Kapandji (1998). Fisiología Articular del Miembro Inferior (5ª ed.). Tomo II, Miembro Inferior. Editorial Médica Panamericana, p. 229

La bóveda plantar se encuentra formada por tres arcos, como lo señala el siguiente gráfico, el arco anterior, identificado como el más corto y bajo, se localiza entre dos puntos de apoyo anteriores A y B. El arco externo, de longitud y de altura intermedia, se localiza entre los dos puntos de apoyo externos B y C; y por ultimo, el arco interno, el mas largo y alto, se localiza entre los dos puntos de apoyo interno C y A, siendo este último el más relevante de los tres, tanto en el plano estático como dinámico.

Por consiguiente a la bóveda plantar se la asemeja a la de “una vela triangular repleta por el viento”.¹⁴ Ya que su vértice se encuentra desplazado hacia atrás, mientras el peso del cuerpo ejerce sobre su vértice posterior en un punto localizado en el centro de la garganta del pie.

¹⁴ Ibíd. p. 228.

GRÁFICO # 32 REPARTO DEL PESO DEL CUERPO



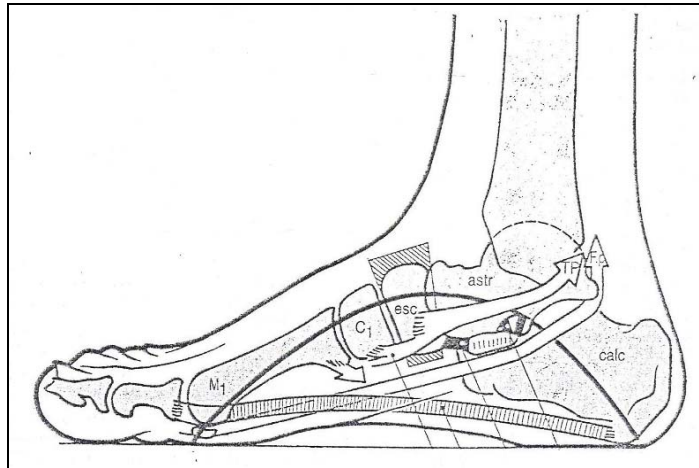
Fuente: A.I.Kapandji (1998). Fisiología Articular del Miembro Inferior (5ª ed.).Tomo II, Miembro Inferior. Editorial Médica Panamericana, p. 229

2.2.1.1 El Arco Interno

El arco interno incluye cinco piezas óseas; de adelante atrás:

- El primer metatarsiano, cuyo único contacto con el suelo es su cabeza.
- La primera cuña, sin contacto alguno con el suelo.
- El astrágalo, que recibe las fuerzas transmitidas por la pierna y las reparte mediante la bóveda.
- El calcáneo, cuyo único contacto con el suelo es mediante su extremo posterior.

GRÁFICO # 33 ARCO INTERNO Y SUS COMPONENTES ÓSEOS



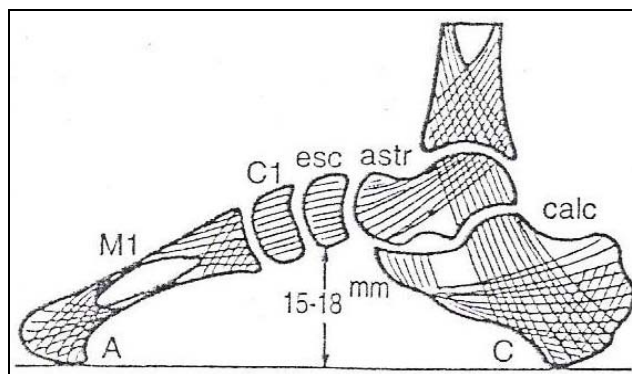
Fuente: A.I.Kapandji (1998). Fisiología Articular del Miembro Inferior (5ª ed.). Tomo II, Miembro Inferior. Editorial Médica Panamericana, p. 231

La transmisión de las fuerzas mecánicas del arco interno se puede constatar a través de la disposición de las trabéculas óseas, como se describe a continuación, y así mismo señala el gráfico.

Las trabéculas que se originan en la cortical anterior de la tibia se dirigen oblicuas hacia abajo y atrás, donde, a su vez atraviesan el cuerpo del astrágalo para expenderse en el abanico subtalámico hacia el estribo posterior del arco.

Al contrario, las trabéculas que se originan en la cortical posterior de la tibia se dirigen hacia abajo y adelante en el cuello y cabeza del astrágalo para atravesar el escafoides hasta llegar a cuña y metatarsiano.

GRÁFICO # 34 DISTRIBUCIÓN DE TRABÉCULAS ÓSEAS



Fuente: A.I.Kapandji (1998). Fisiología Articular del Miembro Inferior (5ª ed.). Tomo II, Miembro Inferior. Editorial Médica Panamericana, p. 231

Debemos considerar que las articulaciones de los diferentes elementos óseos del pie dan elasticidad al conjunto de la bóveda, adecuando las presiones y los estiramientos a los que se ve sometido. Las estructuras ligamentosas del pie soportan muy bien las fuerzas de distensión, mientras que los músculos ayudan en los momentos de sobrecarga de los ligamentos.¹⁵

El arco interno conserva su concavidad gracias a los ligamentos y músculos que lo acompañan, permitiendo la funcionalidad del mismo.

Los ligamentos se van a encargar de unir piezas óseas relacionadas con las articulaciones cuneometatarsiana, escafo-cuneal, y en un mayor porcentaje la articulación calcáneoescafoidea inferior y la calcáneoastragalina; de esta forma resisten fuerzas violentas a pesar de ser de corta duración.

Los músculos por el contrario actúan como verdaderos tensores, uniendo dos puntos, más o menos alejados del arco formando cuerdas parciales o totales. En el siguiente gráfico se detalla cuales son los músculos, que aportan en el soporte y reforzamiento del arco interno.

¹⁵ Viade Julia (2006) Pie Diabético, Guía práctica para la prevención, evaluación y tratamiento. (1ª ed.). Madrid. Editorial Panamericana. p.6.

TABLA # 18 MÚSCULOS QUE PARTICIPAN EN EL REFORZAMIENTO DEL ARCO INTERNO

MÚSCULOS	FUNCIÓN
Tibial Posterior	Constituye una cuerda parcial, situada cerca del vértice del arco, dirige el escafoides hacia abajo y atrás bajo la cabeza del astrágalo. Realiza un cambio de orientación del escafoides que determina un descenso del sostén anterior. Las expansiones plantares de su tendón se entremezclan con los ligamentos plantares de modo que inciden sobre los tres metatarsianos medios.
Peróneo Lateral Largo	Influye en el arco interno, cuya cavidad aumenta, flexionando el primer metatarsiano sobre la primera cuña, y este a su vez sobre el escafoides
Flexor Propio del dedo gordo	Forma una curva subtotal del arco interno, actúa específicamente con su concavidad, ayudado por el flexor común de los dedos. Este también actúa como estabilizador del astrágalo y del calcáneo
Aductor del dedo gordo	Constituye la cuerda total del arco interno, por lo tanto es un tensor eficaz, acentúa la concavidad del arco interno aproximando sus dos extremos.
Extensor propio del dedo gordo y el Tibial anterior	Estos actúan en la convexidad del arco, disminuyen su curva y lo aplanan.

Fuente: A.I.Kapandji (1998). *Fisiología Articular del Miembro Inferior* (5ª ed.). Tomo II, Miembro Inferior. Editorial Médica Panamericana, p. 230.

Elaborado por: María Paz Velásquez

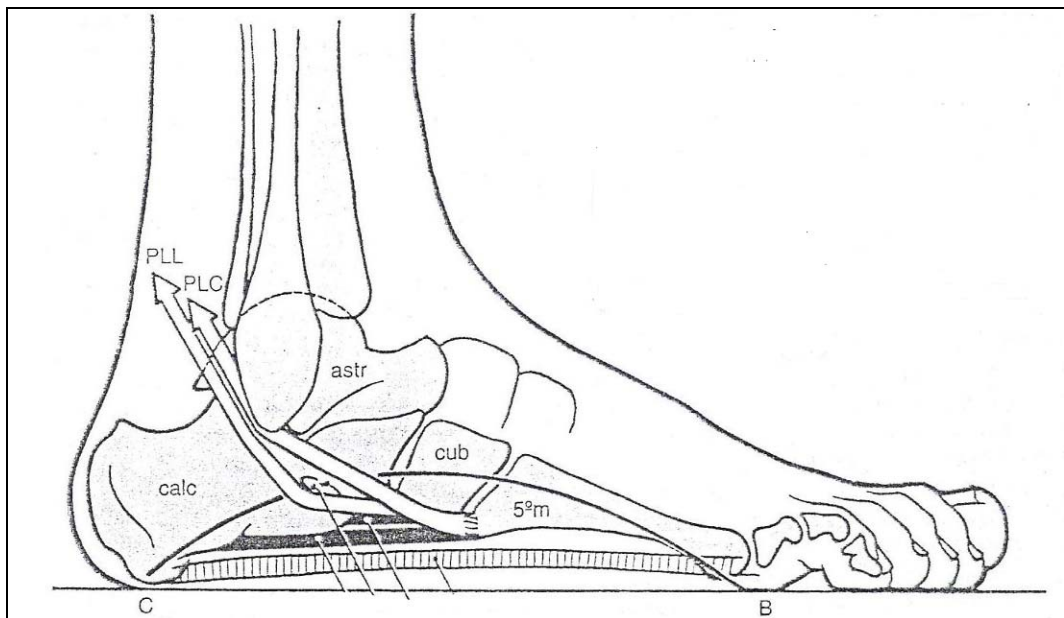
2.2.1.2 El Arco Externo

Este se encuentra formado únicamente por tres piezas óseas. Al contrario como sucede con el arco interno que se despega del suelo, éste se encuentra poco distanciado, a una altura aproximada que varía entre los 3 y 5 mm del suelo; y se contacta con el mismo únicamente a través de partes blandas.

- El quinto metatarsiano, cuya cabeza constituye el punto de apoyo anterior del arco anterior.
- El cuboide, el cual no realiza ningún tipo de contacto con el suelo.
- El calcáneo, donde sus tuberosidades posteriores constituyen el punto de apoyo posterior del arco.

El siguiente gráfico muestra las estructuras óseas relacionadas con el arco externa.

GRÁFICO # 35 PIEZAS ÓSEAS DEL ARCO EXTERNO



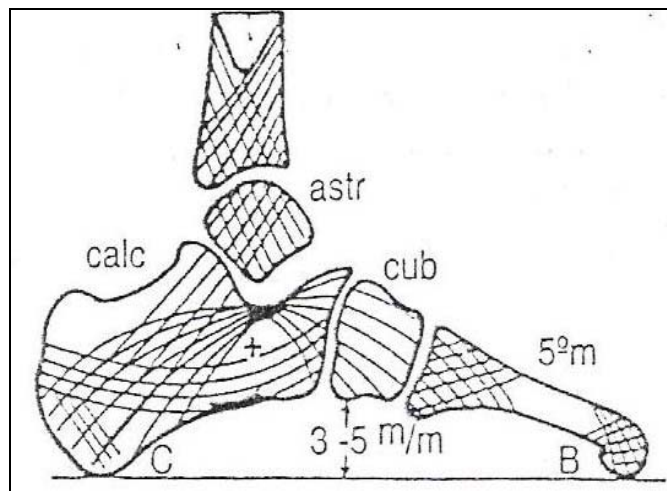
Fuente: A.I.Kapandji (1998). *Fisiología Articular del Miembro Inferior* (5ª ed.). Tomo II, Miembro Inferior. Editorial Médica Panamericana, p. 233

La transmisión de fuerzas mecánicas se efectúa gracias al astrágalo, sujeto al calcáneo mediante dos sistemas trabeculares.

- Trabéculas que son originadas en la cortical anterior de la tibia; van en dirección posterior expandiéndose hasta la altura del abanico subtalámico.

- Trabéculas originadas en la parte posterior de la tibia; las más anteriores atraviesan en primer lugar el astrágalo, en segundo el cuboide, a través del cual alcanzan el quinto metatarsiano y el apoyo anterior.
- El calcáneo posee dos sistemas trabeculares principales que colaboran con el arco externo; el sistema arciforme superior, que es cóncavo hacia abajo y sus fibras trabajan en compresión al compactar el suelo del seno del tarso; y el sistema arciforme inferior, contrario al superior, este es cóncavo hacia arriba y trabaja en elongación.

GRÁFICO # 36 TRANSMISIÓN DE FUERZAS MECÁNICAS DEL ARCO EXTERNO



Fuente: A.I.Kapandji (1998). *Fisiología Articular del Miembro Inferior* (5ª ed.) .Tomo II, Miembro Inferior. Editorial Médica Panamericana, p. 233

El sistema ligamentario que colabora con el arco externo está a cargo del gran ligamento calcáneo-cuboideo plantar, cuyos haces impiden el bostezo inferior de las articulaciones calcáneo-cuboidea y cuboideometatarsiana.

Existe musculatura que refuerza el arco interno, y se detalla en la siguiente tabla.

TABLA # 19 MÚSCULOS QUE PARTICIPAN EN EL REFORZAMIENTO DEL ARCO EXTERNO

MÚSCULOS	FUNCIÓN
Peróneo Lateral Corto	Es una cuerda parcial del arco e impide el bostezo inferior de las articulaciones.
Peróneo Lateral Largo	Sujeta al extremo anterior y de igual manera impide el bostezo interno de las articulaciones.
Abductor del quinto dedo	Constituye la cuerda total del arco externo, acentúa la concavidad del arco aproximando sus extremos.
Peróneo Anterior y Extensor Común de los dedos	Disminuyen la curva del arco externo al actuar sobre su convexidad.

Fuente: A.I.Kapandji (1998). *Fisiología Articular del Miembro Inferior* (5ª ed.) Tomo II, Miembro Inferior. Editorial Médica Panamericana, p. 232.

Elaborado por: María Paz Velásquez

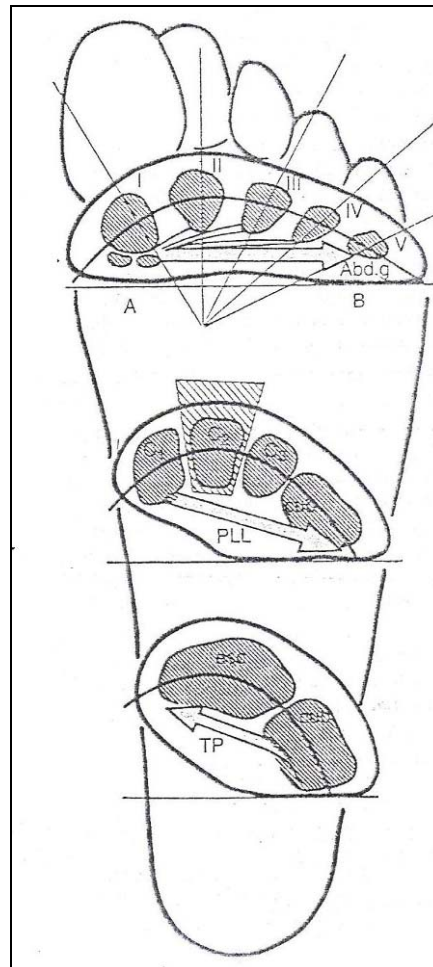
2.2.1.3 El Arco Anterior y la Curva Transversal

Se localizan desde la cabeza del primer metatarsiano, descansando sobre los dos huesos sesamoideos a 6mm del suelo, hasta la cabeza del quinto metatarsiano. La clave de la bóveda esta a nivel de la cabeza del segundo metatarsiano, es su punto más elevado y se encuentra alrededor de 9mm, la tercera cabeza a 8,5 mm y la cuarta en una posición intermedia de 7mm del piso.

“La concavidad de este arco está poco acentuada y contacta con el suelo a través de las partes blandas, constituyendo lo que algunos denominan, el talón anterior del pie”.¹⁶

¹⁶ *Ibíd.*, p234

GRÁFICO # 37 EL ARCO ANTERIOR, PIEZAS ÓSEAS Y CURVA TRANSVERSAL



Fuente: A.I.Kapandji (1998). Fisiología Articular del Miembro Inferior (5ª ed.) Tomo II, Miembro Inferior. Editorial Médica Panamericana, p. 235

La curva transversal de la bóveda prosigue hacia delante para atrás. A la altura de las cuñas, el arco transversal incluye únicamente cuatro huesos y no realiza ningún tipo de contacto con el suelo más que a través de su extremo a la altura del cuboides.

La primera cuña se encuentra totalmente suspendida, la segunda constituye la clave de la bóveda y forma con el segundo metatarsiano prolongado hacia delante el eje del pie o cúspide de la bóveda. Este arco se encuentra subtendido por el tendón del peróneo lateral largo, el cual actúa con potencia sobre la curva transversal.

La musculatura que refuerza el arco anterior y la curva transversal se detalla en la siguiente tabla.

TABLA # 20 MUSCULATURA EN ARCO ANTERIOR Y CURVA TRANSVERSAL

MÚSCULOS	FUNCIÓN
Abductor del primer dedo	Actúa en un sentido transversal con los extremos del arco.
Peróneo Lateral Largo	Constituye el más importante desde el punto de vista dinámico, actúa como un sistema tensor oblicuo que se dirige por delante hacia dentro. Actúa sobre los tres arcos.
Expansiones Plantares del Tibial Posterior	Desempeña un papel estático e igualmente como tensor oblicuo hacia adelante y hacia afuera.
Curva Transversal	Actúa el aductor del dedo gordo y flexor propio por dentro y el abductor del quinto dedo por fuera. Los tres sujetan la curva.

Fuente: A.I.Kapandji (1998). Fisiología Articular del Miembro Inferior (5ª ed.). Tomo II, Miembro Inferior. Editorial Médica Panamericana, p. 232.

Elaborado por: María Paz Velásquez

Después de lo mencionado previamente, los arcos se encuentran reforzados tanto por estructuras ligamentosas, musculares y óseas. La Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología, (2010) afirma que, si se anulan las piezas óseas, el esqueleto del pie se derrumbaría, se aplanaría y caería hacia adentro en un movimiento de pronación del tarso. Para que esto no ocurra y el pie se mantenga en posición fisiológica, se requiere la útil acción estabilizadora de las estructuras fibroelásticas, las cápsulas y los ligamentos.

2.2.2 Equilibrio y Arquitectura del Pie y Tobillo

Según A. I. Kapandji (1998), el pie tiene una estructura triangular la cual está dispuesta por tres secciones:

- Un lado inferior que pertenece a la base o bóveda plantar, acompañada tanto de musculatura como de ligamentos plantares.
- Un lado antero superior, donde se localizan los flexores de tobillo y los extensores de los dedos.

- Un lado posterior que comprende los extensores de tobillo y los flexores de los dedos.

Una forma normal de la planta del pie, que condiciona su correcta adaptación al suelo, es el resultado de un equilibrio entre las fuerzas propias a cada uno de los tres lados, organizados sobre los tres radios esqueléticos articulados entre sí a la altura del tobillo y del complejo articular del tarso posterior.¹⁷

2.2.3 Biomecánica de las Articulaciones del Tobillo

Las articulaciones del tobillo tienen dos funciones biomecánicas básicas. La primera está relacionada en la orientación del pie con respecto a los ejes, orientándose en relación al suelo, de acuerdo a la posición de la pierna y la inclinación del terreno. La segunda modifica tanto a la curva como a la bóveda plantar para que el pie se pueda adaptar a las desigualdades del terreno, transmitiendo el peso del cuerpo a un sistema de amortiguamiento con elasticidad y flexibilidad. Por lo tanto, el papel que desempeñan estas articulaciones es primordial.

La articulación tibio tarsiana es considerada una de las más importantes en todo el complejo articular del retropié. En conjunto con la rotación axial de la rodilla tiene la función de una sola articulación con tres grados de libertad, permitiendo la orientación de la bóveda plantar. Cabe mencionar una comparación con el miembro superior, que al realizar la pronosupinación permite la orientación de la mano en cualquier plano; al contrario sucede en el miembro inferior, ya que su estructura anatómica la orientación del pie resulta ser mucho más limitada que la mano.

A. I. Kapandji (1998), describe que existen tres ejes principales en el complejo articular, mediante los cuales se realizan los movimientos.

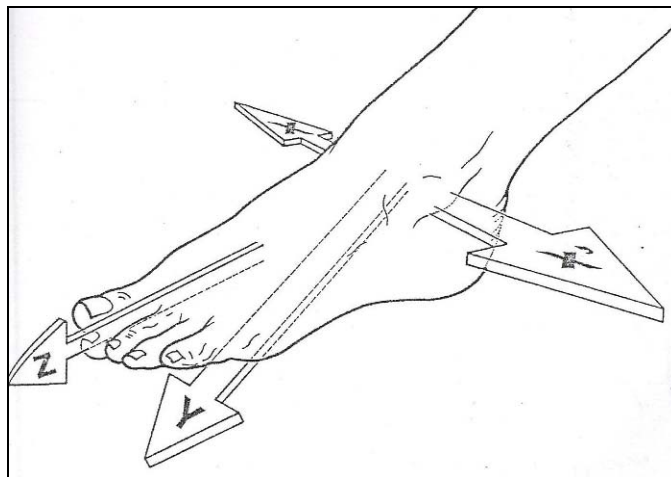
- El eje transversal, representado por las letras (XX) en el gráfico, atraviesa los dos maléolos, corresponde al eje de la articulación tibiotarsiana, está

¹⁷ Kapandji A. I. (1998). *Fisiología Articular del Miembro Inferior* (5ª ed.). Tomo II, Miembro Inferior. Editorial Médica Panamericana

incluido en el eje frontal mediante el cual se realizan los movimientos de flexo extensión.

- El eje longitudinal, representado por la letra (Y), pertenece a la pierna, es vertical y condiciona los movimientos de aducción y abducción del pie, que se efectúan en el plano transversal, con la ayuda de la rotación axial de la rodilla flexionada, este movimiento se realiza en las articulaciones posteriores del tarso.
- El eje longitudinal del pie, representado por la letra (Z), condiciona la orientación de la planta del pie de forma que le permite realizar movimientos de pronación y supinación.

GRÁFICO # 38 EJES DE LA ARTICULACIÓN DEL TOBILLO



Fuente: A.I.Kapandji (1998). Fisiología Articular del Miembro Inferior (5ª ed.). Tomo II, Miembro Inferior. Editorial Médica Panamericana, p. 161.

2.2.3.1 Biomecánica de la Articulación Tibiotarsiana

La articulación tibiotarsiana se caracteriza por dos movimientos principales:

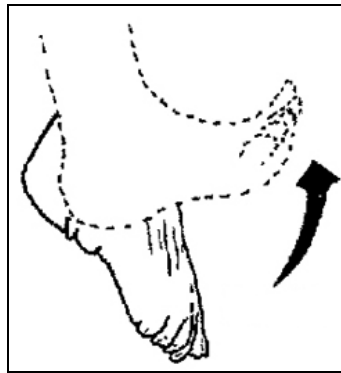
- Flexión dorsal o dorsiflexión

Palmer Lynn (2002), describe que este movimiento se realiza en el plano sagital, entre los extremos distales de la tibia y el peroné y la

superficie articular del astrágalo. “El astrágalo se mueve en la tibia hacia la dorsiflexión del tobillo, el movimiento se acompaña de un deslizamiento accesorio de las articulaciones tibioperóneas superior e inferior. El peroné se mueve superiormente, se abduce y rota medialmente con la tibia en la dorsiflexión del tobillo.”¹⁸

A.I.Kapandji (1998), define el movimiento de flexión dorsal como un movimiento en el cual se aproxima el dorso del pie a la cara anterior de la pierna.

GRÁFICO # 39 FLEXIÓN DORSAL



Fuente: <http://www.answers.com/topic/dorsiflexion>. Oxford Dictionary of sports Science and Medicine.

- Flexión plantar o plantiflexión

Así mismo, Palmer Lynn (2002), describe que este movimiento se realiza en el plano sagital, y sucede entre la tibia y el peroné a nivel distal, y en la superficie superior del astrágalo. “Mientras tiene lugar el movimiento de flexión plantar, el astrágalo se desliza anteriormente en la tibia. El peroné se aduce y se desliza inferiormente en la tibia durante la flexión plantar.”¹⁹

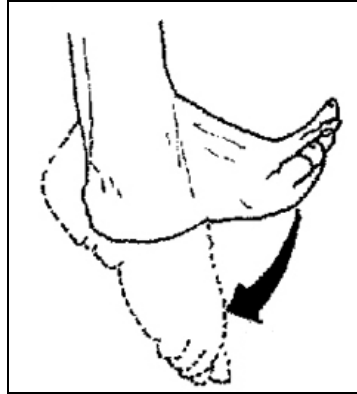
A.I Kapandji (1998), coincide con que en la plantiflexión se aleja el dorso del pie de la cara anterior de la pierna, mientras que el pie tiende a situarse en la

¹⁸ Palmer Lynn. A, et al. (2002) Fundamentos de las técnicas de evaluación músculo esquelética. (1ªed.). Editorial Paidotribo. Barcelona. p, 383.

¹⁹ *Ibíd.* p. 383.

prolongación de la pierna, sin embargo menciona que esta no es la mejor denominación para este movimiento, ya que la flexión siempre coincide al acercamiento del miembro o segmento hacia el tronco.

GRÁFICO # 40 FLEXIÓN PLANTAR

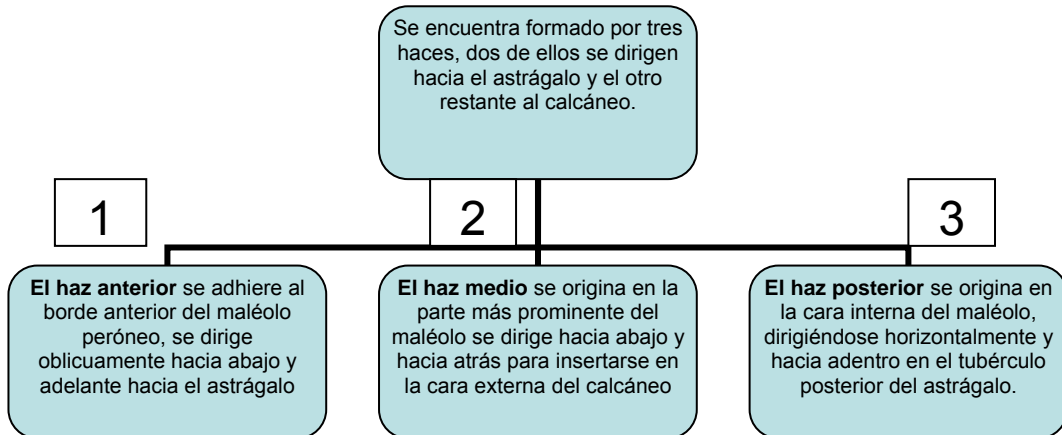


Fuente: <http://www.answers.com/topic/dorsiflexion>. Oxford Dictionary of sports Science and Medicine.

- Ligamentos de la articulación tibiotarsiana

Los ligamentos de esta articulación se componen por dos sistemas ligamentosos principales, los ligamentos laterales externo que indica la Tabla # 21 (A), y gráfico # 41. El sistema ligamentario esta representado en la Tabla # 21 (B) y gráfico # 42. Y un sistema accesorio formado por ligamentos anterior y posterior en el gráfico # 43.

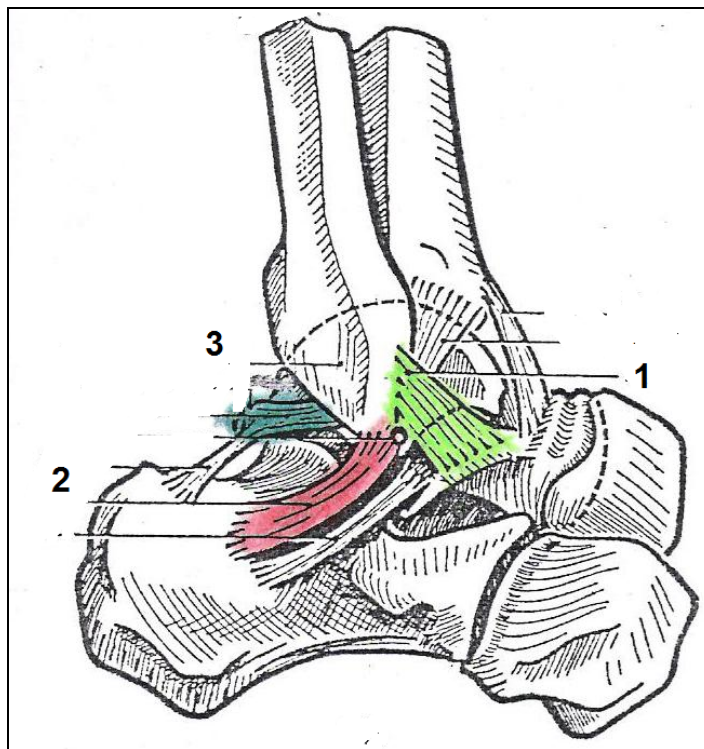
TABLA # 21 (A)
LIGAMENTOS LATERALES (LATERAL EXTERNO)



Fuente: A.I.Kapandji (1998). *Fisiología Articular del Miembro Inferior* (5ª ed.) Tomo II, Miembro Inferior. Editorial Médica Panamericana, p 166.

Elaborado por: María Paz Velásquez

GRÁFICO # 41 LIGAMENTOS LATERAL EXTERNO



Fuente: A.I.Kapandji (1998). *Fisiología Articular del Miembro Inferior* (5ª ed.). Tomo II, Miembro Inferior. Madrid. Editorial Médica Panamericana, p 166.

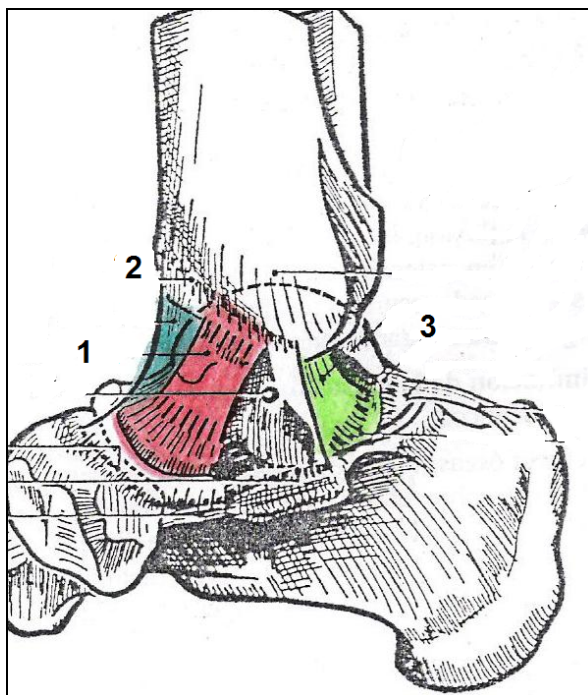
TABLA # 21 (B)
LIGAMENTOS LATERALES (LATERAL INTERNO)

El ligamento lateral interno se divide en dos planos:	
Plano Superficial	Plano Profundo
<p>Este plano tiene la característica de ser extenso, de forma triangular y da lugar al ligamento deltoideo. Está compuesto por varias fibras o bandas en las que solo se observa sus inserciones distales. Se encuentra formado por dos bandas tibioastragalinas; una anterior que se dirige hacia delante y abajo hacia el cuello del astrágalo y la posterior es la porción más superficial de este ligamento, donde sus fibras se extienden lateralmente y hacia atrás a el lado medial del astrágalo.</p>	<p>Se encuentra constituido por dos haces tibioastragalinos;</p> <p>1.- El haz anterior es oblicuo hacia delante y se inserta en la rama interna del yugo astragalino.</p> <p>2.- El haz posterior es oblicuo hacia abajo y atrás, se dirige a la fosita que se encuentra por debajo de la carilla interna del astrágalo.</p>

Fuente: A.I.Kapandji (1998). Fisiología Articular del Miembro Inferior (5ª ed.). Tomo II, Miembro Inferior. Madrid. Editorial Médica Panamericana, p 166.

Elaborado por: María Paz Velásquez

GRÁFICO # 42 LIGAMENTO LATERAL INTERNO



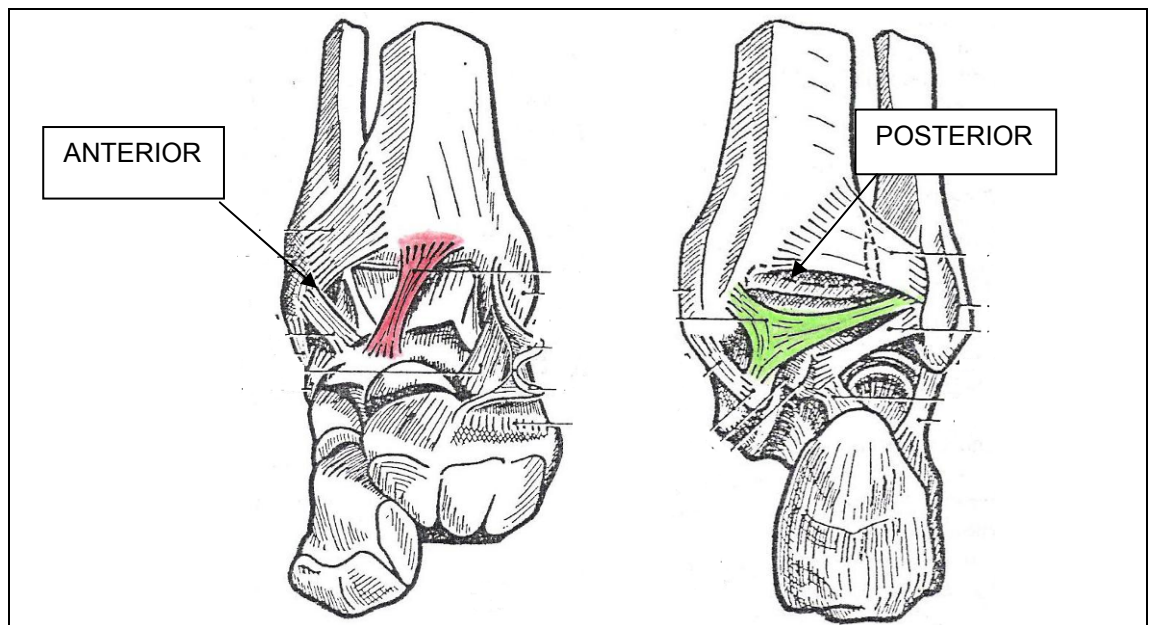
- | |
|---|
| <p>1.- HAZ ANTERIOR
2.- LIGAMENTO DELTOIDEO
3.- HAZ POSTERIOR</p> |
|---|

Fuente: A.I.Kapandji (1998). Fisiología Articular del Miembro Inferior (5ª ed.). Tomo II, Miembro Inferior. Madrid. Editorial Médica Panamericana, p 167

Como se mencionó anteriormente la articulación tibiotalariana también se encuentra reforzada por un sistema accesorio en los que se participan dos ligamentos:

- El ligamento anterior que une oblicuamente el margen anterior de la superficie tibial, y la rama de la bifurcación posterior del yugo astragalino.
- El ligamento posterior que se encuentra formado por fibras de origen tibial y peróneo que convergen hacia el tubérculo posterointerno del astrágalo.

GRÁFICO # 43 LIGAMENTOS ANTERIOR Y POSTERIOR



Fuente: A.I.Kapandji (1998). Fisiología Articular del Miembro Inferior (5ª ed.). Tomo II, Miembro Inferior. Madrid.. Editorial Médica Panamericana, p 167

2.2.3.2 Estabilidad Anteroposterior del Tobillo y Factores Limitantes de la Flexoextensión

A.I. Kapandji describe que la amplitud de los movimientos de la flexoextensión se encuentra determinada por el desarrollo de las superficies articulares, factores óseos, capsuloligamentosos y musculares.

- Limitación de la flexión dorsal o dorsiflexión

En cuanto a factores óseos en la flexión máxima, la cara superior del cuello del astrágalo impacta contra el margen anterior de la superficie tibial, donde si el movimiento resulta ser demasiado forzado se podría producir una fractura del mismo. Factores capsuloligamentosos también van a colaborar con esta limitación, la parte posterior de la cápsula presenta cierta tensión al igual que los haces posteriores de los ligamentos laterales. Por otro lado la resistencia muscular del tríceps, es la que primero interviene en el proceso de limitación, de tal forma que la retracción muscular del mismo puede limitar precozmente la flexión dorsal.

- Limitación de la flexión plantar o plantiflexión

En relación a factores óseos los tubérculos posteriores del astrágalo sobre todo el externo, contactan con el margen posterior de la superficie tibial. La parte anterior de la cápsula se tensa, al igual que los haces anteriores de los ligamentos laterales. La musculatura al realizar la flexión dorsal protegerá un hipermovimiento que pueda llegar a afectar a la articulación.

- Estabilidad y coaptación

Tanto la estabilidad como la coaptación se encuentran reforzadas por la acción de la gravedad que ejerce el astrágalo sobre la superficie tibial, donde los márgenes anteriores y posteriores actúan como barrera y no permiten un escape ni hacia adelante ni atrás. Los ligamentos laterales son los que se encargan de coaptación pasiva; por el contrario la musculatura actúa como coaptadora activa.

Palmer Lynn. A, et al. (2002) reafirma que en el esguince del ligamento lateral externo, el haz anterior es el primero que se solicita: “en primer lugar, en caso de esguince benigno estará simplemente estirado, se rompe en los esguinces graves”.²⁰

²⁰ Ibíd. p. 168.

Entonces sería recomendable realizar una prueba de cajón anterior, donde el astrágalo se desplaza hacia adelante, donde en caso de que esta resulte positiva, puede que exista una ruptura del haz anterior del ligamento lateral externo.

2.2.3.3 Estabilidad Transversal

La articulación tibiotalariana tiene la particularidad de tener un solo grado de libertad, debido a su estructura ósea y su estrecho acoplamiento entre el astrágalo y la mortaja tibioperónea. Cada maléolo sujeta lateralmente al astrágalo, además de los potentes ligamentos laterales externo e interno que impiden cualquier movimiento de balanceo del astrágalo sobre su eje longitudinal.

Cuando un movimiento forzado de abducción máxima, en el que el pie se dirige hacia afuera, se ejerce presión en altas cantidades en el maléolo peróneo donde se pueden dar varias posibilidades:

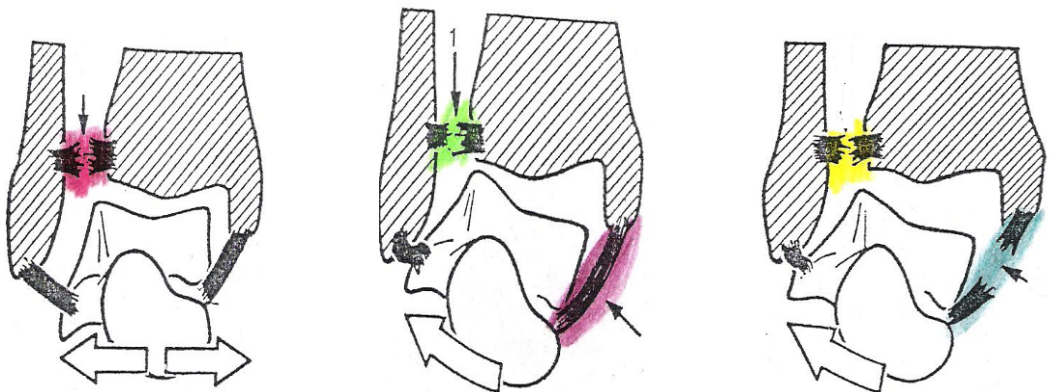
- **Dislocación de la pinza maleolar:** Se produce por la ruptura de los ligamentos peróneotibiales inferiores, apareciendo la diastasis tibioperónea donde el astrágalo ya no está sujeto y realiza movimientos de lateralidad y una rotación en el eje longitudinal favorecida por un esguince del ligamento lateral interno, donde únicamente se ha producido elongación y no ruptura.
- **Esguince del ligamento lateral interno:** Sucede cuando el ligamento ha sufrido un proceso de elongación, donde la polea puede girar entorno a su eje.
- **Ruptura del ligamento lateral interno:** Sucede cuando el movimiento es mucho más forzado y se produce la ruptura acompañada de una diastasis tibioperónea.
- **Fractura de Dupuytren:** Se la define como “Fractura del peroné por encima del maléolo con ruptura del ligamento tibioperoneo y del deltoideo, puede

acompañarse de una fractura de maléolo tibial y de un desplazamiento lateral del astrágalo”.²¹

A.I. Kapandji (1998) divide a esta fractura en dos tipos:

- La fractura de Dupuytren alta se produce cuando el maléolo interno es el que cede al mismo tiempo que el extremo superior de la fractura que se encuentra por encima de los ligamentos peróneo tibiales inferiores.
- La fractura de Dupuytren baja sucede cuando la fractura del maléolo interno se asocia a una fractura del maléolo externo por debajo o a través de la articulación peroneotibial inferior.

GRÁFICO # 43 AFECTACIÓN ÓSEA Y LIGAMENTARIA CAUSADA POR MOVIMIENTOS FORZADOS DE ABDUCCIÓN

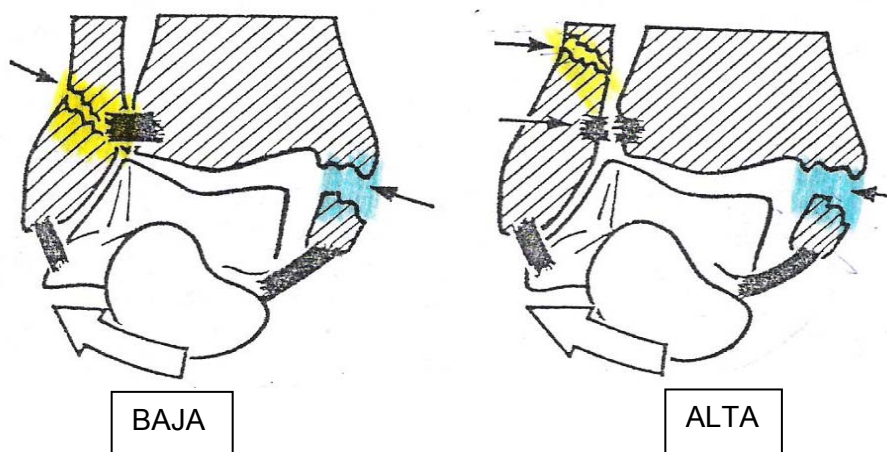


1.- Diastasis intertibioperónea 2.- Esguince LLI 3.- Ruptura del LLI y diastasis

Fuente: A.I.Kapandji (1998). Fisiología Articular del Miembro Inferior (5ª ed.). Tomo II, Miembro Inferior. Madrid. Editorial Médica Panamericana, p 171

²¹ Tardáguila, Del Cura, (2005), Monografía Seram, Radiología Ortopédica y Radiología Dental: una guía práctica (1ª ed.). Madrid. Editorial Panamericana, p,13.

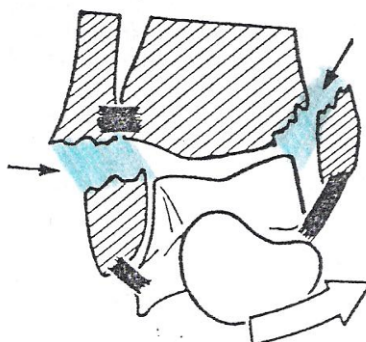
GRÁFICO # 44b FRACTURA DE DUPUYTREN



Fuente: A.I.Kapandji (1998). *Fisiología Articular del Miembro Inferior* (5ª ed.). Tomo II, Miembro Inferior. Madrid. Editorial Médica Panamericana, p 171

Cuando al contrario existe un movimiento de aducción forzada puede que suceda una fractura bimalleolar, donde la punta del pie se dirige hacia adentro y provoca que el astrágalo gire, la carilla interna hace saltar al maléolo interno y la báscula del astrágalo rompe el maléolo externo

GRÁFICO # 45 FRACTURA BIMALEOLAR



Fuente: A.I.Kapandji (1998). *Fisiología Articular del Miembro Inferior* (5ª ed.)Tomo II, Miembro Inferior. Madrid .Editorial Médica Panamericana, p 171

Sin embargo menciona que lo más común causado por una aducción forzada no es la fractura si no un esguince de ligamento lateral externo, por lo regular el ligamento sufre estiramiento, pero en el caso de que sufra ruptura la articulación tibiotarsiana se ve comprometida en cuanto a su estabilidad.

2.2.3.4 Biomecánica de la Articulación Peróneotibial Inferior

Esta corresponde a una articulación con ausencia de superficies cartilaginosas, se trata de una sindesmosis. La flexoextensión de la tibiotalariana pone en juego automáticamente a la articulación tibioperónea inferior y tibioperónea superior.

La anchura de la polea astragalina es menor por detrás que por delante; la diferencia es de 5 mm, con el objetivo de mantener a las dos carillas articulares lo más próximas, sin embargo la distancia maleolar debe variar, esta debe encontrarse mínima cuando se realiza el movimiento de la extensión y máximo cuando sucede la flexión.

- Durante la flexión del tobillo

El maléolo externo se aleja del interno y simultáneamente asciende de manera ligera, mientras que las fibras de los ligamentos peróneotibiales y de la membrana interósea tienden a horizontalizarse, por último el maléolo externo gira sobre sí mismo en el sentido de la rotación interna.

- Durante la extensión del tobillo

En este movimiento sucede todo lo contrario, el maléolo interno y externo se aproximan gracias a la acción voluntaria del músculo tibial posterior, cuyas fibras se insertan en ambos huesos, y en este caso cierra la pinza bimalleolar. El maléolo externo desciende con la ayuda de la verticalización de las fibras ligamentosas, y finalmente realiza una ligera rotación externa.

Diariamente en cada movimiento que demande realizar la flexoextensión de tobillo, sucede lo mencionado anteriormente. Gracias al juego de las articulaciones peróneotibiales, de los ligamentos y del tibial posterior; la pinza maleolar se adapta permanentemente a las variaciones de anchura y de curva de la polea astragalina, asegurando así la estabilidad transversal de la tibiotalariana.

2.2.3.5 Movimientos de Rotación Longitudinal y Lateralidad del Pie

Además de los movimientos de flexión y extensión ya mencionados, el pie también realiza movimientos de aducción cuando la punta del pie se dirige hacia adentro y abducción, al contrario cuando la punta del pie se dirige hacia afuera alejándose del plano de simetría del cuerpo. Existen dos movimientos más, donde el pie gira y la planta del pie se orienta hacia dos direcciones, cuando sucede hacia adentro, el movimiento es denominado supinación; o al contrario, cuando es hacia afuera se lo llama pronación.

Cabe recalcar que estos movimientos definidos “no existen en estado puro en las articulaciones del pie”,²² estas articulaciones están diseñadas para que cualquier movimiento que realicen se encuentre obligatoriamente acompañado de otro, en otras palabras la aducción se acompaña necesariamente de una supinación y una ligera extensión, estos tres componentes unidos en un solo movimiento toma el nombre de inversión; así mismo la abducción se acompaña de la pronación y de la flexión tratándose del término eversión.

2.2.3.6 Biomecánica de la Articulación Subastragalina

Existe una sola posición en la que esta articulación presenta congruencia articular, cuando el pie se encuentra alineado con el astrágalo, es decir sin inversión ni eversión, parado y con apoyo simétrico, es aquí donde las superficies articulares de la subastragalina corresponden a la perfección. La carilla del cuello del astrágalo descansa sobre la carilla de la apófisis excepto del calcáneo y la carilla media de la cabeza del astrágalo descansa en la carilla horizontal de la apófisis mayor. Esta posición de alineamiento sucede gracias a la gravedad y no gracias a los ligamentos; permitiendo que se mantenga este estado por largo tiempo gracias a su congruencia. “Todas las posiciones restantes son inestables y conllevan una incongruencia más o menos acentuada”.²³ Tanto la inversión como la eversión son dos posiciones que son inestables e incongruentes de tal forma que sin los

²² Ibíd. p. 178

²³ Ibíd. p. 182

ligamentos no se podrían mantener, por lo que estos movimientos no serian más que transitorios.

- Durante la eversión

El extremo anterior del calcáneo se desplaza y tiende a acostarse sobre su cara interna, en este movimiento las dos carillas permanecen en contacto, mientras que la subastragalina se desliza hacia bajo y delante.

- Durante la inversión

El calcáneo se desplaza a la inversa, el extremo anterior se dirige hacia dentro y tiende a acostarse sobre su cara externa, las dos carillas se mantienen en contacto.

Dentro de la articulación subastragalina, el calcáneo y el astrágalo se encuentran unidos mediante ligamentos cortos y potentes, debido a que tienen que soportar fuerzas importantes durante las actividades de la vida diaria como la marcha o actividades deportivas como carrera y salto. Está compuesto por dos sistemas ligamentarios, uno principal conformado por el ligamento interóseo, el cual es descrito en la siguiente tabla, y un secundario conformado por el ligamento calcáneoastragalino externo y posterior.

TABLA # 22 LIGAMENTO PRINCIPAL DE LA ARTICULACIÓN SUBASTRAGALINA

Ligamento interóseo	
Forma parte del sistema ligamentoso principal de esta articulación está formado por dos láminas tendinosas fuertes y rectangulares que ocupan el seno del tarso.	
El haz anterior se inserta en la ranura calcánea, se dirige oblicuamente hacia arriba adelante y afuera para insertarse en la ranura astragalina, en la parte inferior del cuello del astrágalo formando el techo del seno del tarso.	FUNCIÓN Este ligamento interóseo desempeña un papel esencial en la estática y la dinámica de la articulación subastragalina
El haz posterior se inserta por detrás del haz anterior, en el suelo del seno y se inserta en el techo del seno.	

Fuente: A.I.Kapandji (1998). Fisiología Articular del Miembro Inferior (5ª ed.). Tomo II, Miembro Inferior. Madrid Editorial Médica Panamericana, p 186.

Elaborado por: María Paz Velásquez

Dentro del sistema secundario, el ligamento calcáneoastragalino externo se origina en la apófisis externa del astrágalo y si dirige a la cara externa del astrágalo; el posterior se expande desde el tubérculo posteroexterno del astrágalo a la cara superior del calcáneo.

2.2.3.7 Biomecánica de la Articulación Mediotarsiana

Para poder mantener la posición y la integridad, la articulación mediotarsiana, depende principalmente de la tensión ligamentaria y muscular. “La estabilidad mediotarsiana está directamente relacionada con la posición de la articulación subastragalina.”²⁴

²⁴ Prentice William. E. (2001). Técnicas de rehabilitación en medicina deportiva, (1ª ed.). Barcelona, Editorial Paidotribo, p148

TABLA # 23 LIGAMENTOS DE LA ARTICULACIÓN MEDIOTARSIANA

Ligamentos	Recorrido
Ligamento Glenoideo	También llamado calcáneo escafoideo inferior, une el calcáneo con el escafoides y sirve de inserción a la base de ligamento deltoideo.
Ligamento astrágalo escafoideo superior	Se dirige desde el cuello del astrágalo hasta la cara dorsal del escafoides
El ligamento en y de Chopart	Constituye la clave para la articulación por su posición media, esta compuesto por dos haces, los dos parten del mismo origen que se encuentra en la apófisis mayor del calcáneo. El haz interno se dirige hacia el escafoides, y el haz externo se dirige al cuboides.
Ligamento calcaneocuboideo dorsal	Se dirige desde el calcáneo hacia el cuboides en la cara superoexterna.
Ligamento calcaneocuboideo plantar	Se extiende sobre la cara inferior de los huesos del tarso, su capa profunda se dirige desde la tuberosidad anterior del calcáneo hacia el cuboides, mientras que la capa superficial se dirige desde la tuberosidad posterior del calcáneo hacia el cuboides. Este ligamento es uno de los elementos de sostén de la bóveda plantar.

Fuente: A.I.Kapandji (1998). *Fisiología Articular del Miembro Inferior* (5ª ed.).Tomo II, Miembro Inferior. Madrid. Editorial Médica Panamericana, p 186.

Elaborado por: María Paz Velásquez.

2.2.3.8 Funcionamiento Global de las Articulaciones del Tarso Posterior

La articulación subastragalina y mediotarsiana se encuentran mecánicamente unidas, equivalen todas a una sola articulación. Durante el movimiento de inversión y eversión provocan un cambio de orientación del escafoides y del cuboides en relación al astrágalo que aparentemente permanece fijo.

- Movimiento de Inversión

Este movimiento depende íntimamente de los músculos tibial anterior y posterior, en ocasiones el músculo extensor y flexor del dedo gordo ayudan en el mismo. Para que se pueda producir este, los efectos de la dorsiflexión y flexión plantar de la musculatura tibial se anulan. “Bajo la acción del músculo tibial posterior, el escafoides, con el cuboides se mueve medialmente en aducción de forma que el antepié se mueve en sentido anterior medial”.²⁵

Nigel Palastanga, Derek Fiel, Roger Soames (2000), detallan que este movimiento requiere que sea detenido en cierto momento, y sucede gracias a la tensión del ligamento calcaneoescafoideo. Al mismo tiempo que estos huesos giran en torno a un eje anteroposterior, a través del ligamento en forma de (Y), que se opone de manera activa a movimientos relacionados con la torsión y la tracción. Así mismo para que la planta se oriente respectivamente hacia un sentido medial, la elevación como la depresión de los arcos longitudinales medial y lateral participan gradualmente.

- Movimiento de eversión

Este sucede gracias a la acción muscular del peróneo lateral largo y corto. “Bajo la acción de los músculos peróneos los huesos escafoides y cuboides se desplazan lateralmente en abducción de forma que el antepié se mueve en sentido anterior y lateral. El efecto sobre los arcos longitudinales lateral y medial es de girar la planta lateralmente.”²⁶

A, I. Kapandji (1998), Palastanga Nigel y colaboradores (2000), coinciden con que la eversión va a detenerse gracias al impacto del astrágalo contra el suelo del seno del tarso, donde la parte superior del tálamo queda al descubierto. El movimiento ascendente del cuboides sobre el calcáneo igualmente se encuentra

²⁵ Palastanga Nigel, et al. (2007), Anatomía y movimiento humano, estructura y funcionamiento (1ª ed.). Barcelona. Editorial Paidotribo, p, 373.

²⁶ *Ibíd.* p. 374

limitado por la tensión del poderoso ligamento calcaneocuboideo plantar, el cual va a actuar con bastante rapidez.

Durante los movimientos de inversión y eversión el calcáneo no va a permanecer fijo debajo del astrágalo, en el movimiento de inversión se dirige en sentido anterior empujando al cuboides y al contrario durante la eversión se dirige en sentido posterior.

2.2.3.9 Las Cadenas Ligamentosas de Inversión y Eversión

A.I. Kapandji (1998) describe que la limitación de estos dos grandes e importantes movimientos del tobillo, se encuentran limitados tanto por topes óseos como por cadenas ligamentosas del retropié.

- Durante la inversión

Como se ha mencionado con anterioridad, durante la inversión el desplazamiento del calcáneo hacia bajo y dentro provoca que el astrágalo suba, donde no encuentra ningún tope óseo que lo limite; mientras que la parte anteroinferior del tálamo permanece al descubierto, al mismo tiempo la cabeza del astrágalo queda al descubierto por el escafoides que se desliza hacia bajo y dentro sin ser detenido por ningún tope óseo. Es muy importante tener en cuenta que durante este movimiento no existe una superficie ósea excepto el maléolo interno que trata de mantener hacia adentro la polea astragalina.

La cadena ligamentosa será el único factor que limite este gesto motor como se muestra en la siguiente tabla realizada en el orden en el que sucede la limitación ligamentaria.

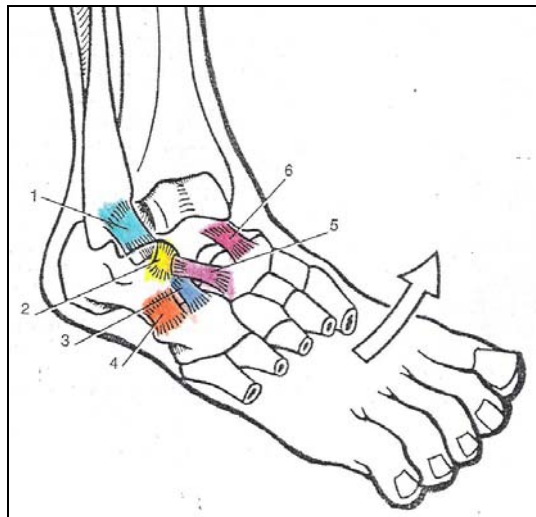
TABLA # 24 (A) LIMITACIÓN LIGAMENTARIA DEL MOVIMIENTO DE INVERSIÓN

1.- La línea de tensión principal parte del maléolo externo
2.- Después continua el haz anterior del LLE de la tibiotalariana
3.- Se desdobla hacia el calcáneo y el cuboide
4.- El ligamento interóseo
5.- El haz calcaneocuboideo del ligamento de Chopart
6.- El ligamento calcaneocuboideo superoexterno
7.- El ligamento calcaneocuboideo plantar
8.- El haz escafoideo del ligamento de Chopart
9.- A partir del astrágalo, la tensión se transmite al escafoide mediante el ligamento astragaloescafoideo dorsal.
10.- La línea de tensión accesoria se inicia en el maléolo interno
11.- Continúa con el haz posterior del LLI de la tibiotalariana
12.- Sigue por último con el ligamento calcáneoastragalino posterior

Fuente: A.I.Kapandji (1998). *Fisiología Articular del Miembro Inferior* (5ª ed.). Tomo II, Miembro Inferior. Madrid. Editorial Médica Panamericana, p 200

Elaborado por: María Paz Velásquez

GRÁFICO # 46 LIGAMENTOS QUE SE TENSAN DURANTE LA INVERSIÓN



- | |
|--|
| <p>1.- HAZ ANTERIOR DEL LIGAMENTO LATERAL EXTERNO
 2.- LIGAMENTO INTEROSEO
 3.- HAZ CALCANEOCUBOIDEO DEL LIGAMENTO CHOPART
 4.- LIGAMENTO CALCANEOCUBOIDEO SUPEROEXTERNO
 5.- HAZ ESCAFOIDEO DEL LIGAMENTO CHOPART
 6.- LIGAMENTO ASTRAGALOESCAFOIDEO DORSAL</p> |
|--|

Fuente: A.I.Kapandji (1998). *Fisiología Articular del Miembro Inferior* (5ª ed.). Tomo II, Miembro Inferior. Madrid. Editorial Médica Panamericana, p 201.

- Durante la eversión

En este movimiento la superficie posterior de la cara inferior del astrágalo desciende por el tálamo para impactarse contra la cara superior del calcáneo, a la altura del seno del tarso; la carilla externa del astrágalo es desplazada hacia afuera he impactada contra el maléolo externo, existiendo fractura si el desplazamiento continúa; por lo tanto al contrario de la inversión los topes óseos van a tener un papel muy significativo.

Igualmente que en la inversión van a existir ligamentos que se tensan y limitan durante este movimiento como se describe en la siguiente tabla y lo demuestra el gráfico.

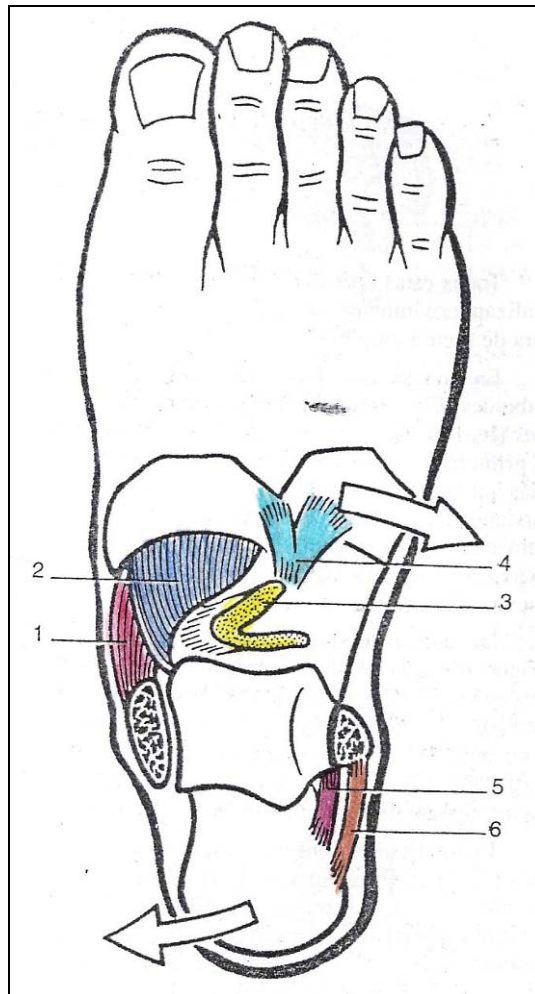
TABLA # 24 (B) LIGAMENTOS QUE SE TENSAN DURANTE LA EVERSIÓN

La línea de tensión principal se inicia en el maléolo interno, utilizando los dos planos del haz anterior del Ligamento lateral interno de la tibiotalar
1.- Primeramente actúa el ligamento deltoideo, que une directamente el calcáneo con el escafoide y el glenoideo que los une entre sí
2.- Ligamento interóseo
3.- Ligamento de Chopart, que asegura la cohesión entre los tres huesos en el transcurso tanto de la inversión como de la eversión.
4.- Ligamento calcaneocuboideo plantar
5.- La línea de tensión accesoria se origina en el maléolo externo
6.- Haz posterior del ligamento LLE de la tibiotalar
7.- Haz medio del ligamento LLE de la tibiotalar

Fuente: A.I.Kapandji (1998). Fisiología Articular del Miembro Inferior (5ª ed.). Tomo II, Miembro Inferior. Madrid. Editorial Médica Panamericana, p 200.

Elaborado por: María Paz Velásquez

GRÁFICO # 47 LIGAMENTOS QUE SE TENSAN DURANTE LA EVERSIÓN



- 1.- LIGAMENTO DELTOIDEO
- 2.- LIGAMENTO GLENOIDEO
- 3.- LIGAMENTO INTEROSEO
- 4.- LIGAMENTO DE CHOPART
- 5.- LIGAMENTO CALCANEOASTRAGALINO EXTERNO
- 6.- HAZ MEDIO DEL LIGAMENTO LATERAL EXTERNO DE LA TIBIOTARSIANA

Fuente: A.I.Kapandji (1998). *Fisiología Articular del Miembro Inferior* (5ª ed.). Tomo II, Miembro Inferior. Madrid. Editorial Médica Panamericana, p 201

2.3 LA MARCHA

2.3.1 La Postura y la Posición Bípeda

La postura del ser humano es el resultado de una adaptación postural lograda gracias a cientos de cambios a nivel ontogénico y filogénico. La interacción del hombre con el entorno a lo largo de su vida y la relación con el mundo que rodea al

ser humano, es lo que actualmente permite tener la postura a la que estamos adaptados. Es importante mencionar que en la postura no solo están involucradas las extremidades inferiores, es una actividad compleja en conjunto, que integra terminaciones nerviosas sensoriales que corresponden a los propioceptores presentes en músculos, tendones y articulaciones, que se encuentran conectados con el oído interno donde residen las células del órgano del equilibrio; la información es transmitida desde los propioceptores al encéfalo, pasando por la médula espinal, con el fin de adoptar los músculos mediante ajustes continuos para que la postura y el equilibrio sean mantenidos.

La postura en pie es la base de todas las posturas: la postura originaria o postura humana por excelencia. Es la manera mas sencilla y propia de permanecer el hombre sobre la tierra, puesto que tiene relación con el ser mismo del hombre, que no es tan solo un ser natural si no cultural. En efecto la postura bípeda tiene en si misma el significado de elevación cultural y superación de la naturaleza.²⁷

2.3.2 Análisis de la Marcha y su Concepto

Javier Daza Lesmes (2007), en su libro de Evaluación Clínico Funcional del movimiento corporal humano, define a la marcha como el paso bípedo que utiliza la raza humana para desplazarse de un lugar a otro, con bajo esfuerzo y mínimo consumo energético.

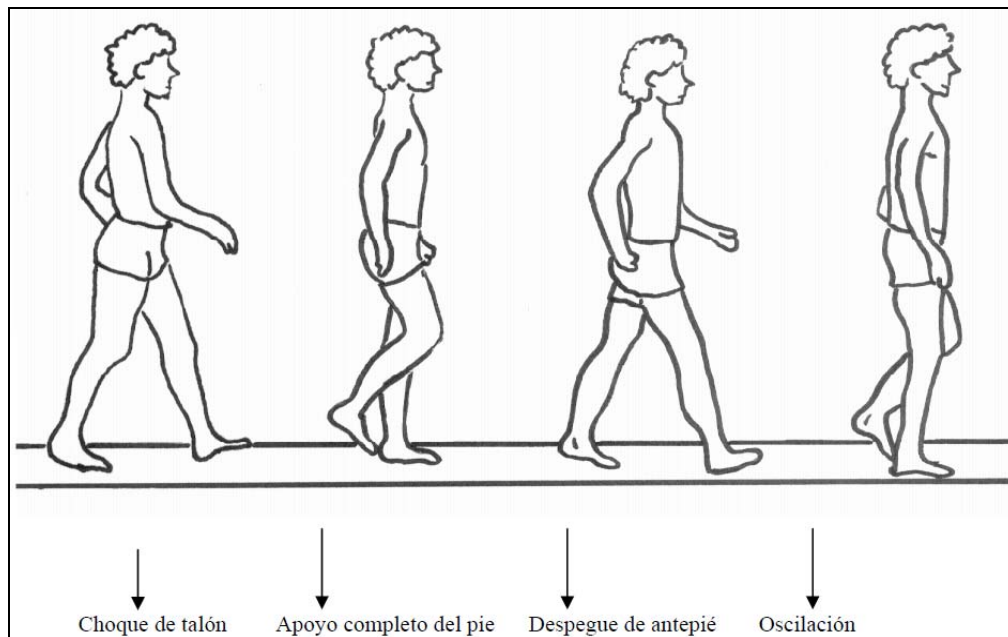
Para poder analizar a la marcha en conjunto, cabe recalcar que el ciclo de la marcha comienza cuando un pie hace contacto con el suelo y termina con el siguiente contacto del mismo pie. Una pierna está en fase de apoyo cuando está en contacto con el suelo y está en fase de balanceo cuando no contacta con el suelo.

La locomoción es una función compleja. Los movimientos de los miembros inferiores durante la marcha sobre una superficie plana pueden dividirse en fases alternantes de oscilación y apoyo. El ciclo de la marcha consta de un ciclo de oscilación y apoyo de un miembro. La fase de apoyo empieza con golpe de talón, que es cuando el talón contacta con el suelo y empieza a soportar el peso completo del cuerpo, y finaliza con el

²⁷ Antonio Viladet Pericé. (1996), Significado de la postura de la marcha humana. (1ª ed.). Madrid, Editorial Complutense, p26.

despegue del pie anterior, resultado de la flexión plantar. La fase de oscilación empieza después del despegue, cuando los dedos dejan el suelo y finaliza cuando el talón golpea el suelo. La fase de oscilación ocupa aproximadamente el 40% del ciclo de la marcha y la fase de apoyo el 60%. La fase de apoyo de la marcha es más larga que la fase de oscilación por que empieza y termina con períodos relativamente cortos.²⁸

GRÁFICO # 48 CICLO DE LA MARCHA



Fuente: <http://movementsofthehuman.blogspot.com/2011/06>

2.3.2.1 Fases de la Marcha

La marcha consta de un ciclo formado por dos períodos básicamente:

Un período estático, que representa un 60% del ciclo de la marcha y se refiere al tiempo que el pie se encuentra en contacto con el suelo, y un período oscilatorio, representado por el 40% del ciclo, donde el pie se mueve hacia adelante, sin encontrarse en contacto con la superficie sobre la que se camina.

Chaitow León junto con Walker Judith Delany (2006), explican detalladamente estos períodos de la marcha de la siguiente manera.

²⁸ Moore Keith L, et al, (2007), Anatomía con orientación clínica, (5ª ed.), Madrid, Editorial Médica Panamericana p. 588

2.3.2.2 Período Estático

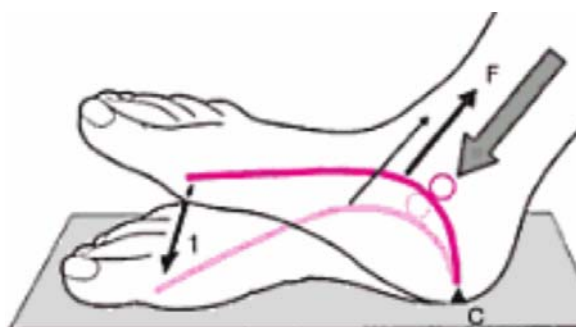
Comienza con el primer contacto del talón, también denominado contacto inicial, en este período la rodilla se encuentra totalmente extendida, la cadera flexionada, y el tobillo a 90 grados, gracias a la participación de la musculatura dorsiflexora, es decir al tibial anterior, extensor propio o largo del dedo gordo y extensor común de los dedos

Este contacto da inicio así mismo a la posición estática inicial sobre ambas extremidades, dado que la segunda pierna aún está en contacto con el suelo

En cuanto al peso corporal, ya no hay igual participación en el soporte del peso por parte de ambas piernas. Para colaborar a la aceptación del peso corporal el talón va a actuar como balanceador, donde la posición posterior del calcáneo hace contacto con la superficie y el cuerpo se balancea sobre la superficie ósea redondeada en el momento en que el resto del pie cae simultáneamente al suelo en la respuesta de carga.

Esta rápida caída del pie es desacelerada por los dorsiflexores que también limitan el movimiento del tobillo y actúan absorbiendo el impacto, como lo muestra el siguiente gráfico.

GRÁFICO # 49
BALANCEO DEL TALÓN



Fuente: Chaitow Leon, Delany Walker Judith. (2006). Aplicación Clínica de las técnicas neuromusculares, Tomo II, Extremidad Inferior. (1ª ed.). Badalona. Editorial Paidotribo. p76

Una vez que el antepié toma contacto con el suelo, el movimiento articular se desvía al tobillo en el momento en el que el movimiento de la tibia comienza a balancearse sobre el talón y la rodilla se flexiona ligeramente.

Esto da lugar a la fase estática media, que consiste en la introducción del apoyo sobre una única extremidad, que requiere no solo la aceptación de todo el peso corporal, si no el reposicionamiento lateral de la unidad para alinearse sobre el pie portador del peso.

El músculo sóleo debe actuar rápidamente y hacer un control selectivo para estabilizar la parte inferior de la pierna, mientras que al mismo tiempo permite a la tibia avanzar sobre el tobillo.

Una vez que el peso corporal ha pasado sobre el tobillo, se extienden la rodilla y la cadera, y el peso comienza a transferirse al antepié.

Cuando el pie se prepara para abandonar el suelo, sucede el despegue, el talón se eleva del piso, dando inicio a la fase estática terminal, donde el movimiento se desvía a las cabezas de los metatarsianos que operan como balanceadores del antepié durante la fase pre oscilatoria que será explicada previamente a la oscilatoria a continuación.

2.3.2.3 Fase Pre Oscilatoria

Esta es una fase que la califican los autores como compleja, se da inicio a esta con el contacto inicial del pie opuesto, por lo que representa el segundo intervalo estático doble del ciclo de la marcha, y así mismo da lugar a la fase final del período estático.

- El gastrocnemio, junto con el sóleo actúan vigorosamente en la desaceleración del avance tibial, se da inicio a la flexión de rodilla así como a la flexión plantar.

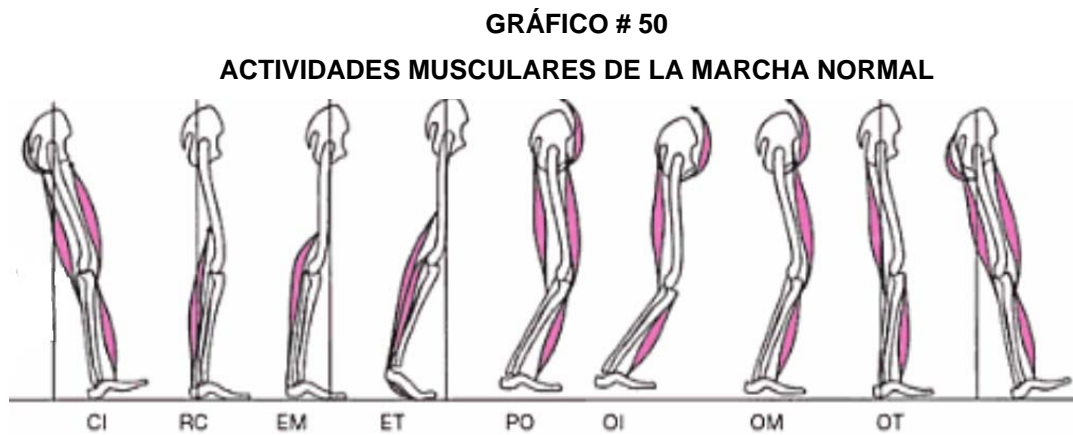
- Así mismo los aductores van a participar, actuando para impedir que el cuerpo caiga medialmente.
- Se da inicio a la flexión de cadera y el consecutivo avance del muslo que da lugar finalmente a la fase oscilatoria.

2.3.2.4 Período Oscilatorio

Se describen tres fases dentro de este período, los cuales se describen a continuación.

- La fase oscilatoria inicial comienza cuando el pie se eleva del suelo y llega a su fin cuando el pie oscilante se pone al pie contralateral, que se encuentra en su fase estática media, esta fase debe producir el despegue del pie por medio de la dorsiflexión del tobillo, acompañado de una flexión de rodilla, así mismo con la progresión del muslo dada por la flexión de la cadera. Cabe recalcar que si no se da la flexión adecuada de estos tres segmentos, puede que los dedos o el pie toquen el suelo durante la oscilación, como sucede cuando el pie esta descendido.
- La fase oscilatoria media permite el despegue del pie, respecto del suelo, por medio de la dorsiflexión del tobillo, simultáneamente la cadera continua flexionándose y así la rodilla comienza a extenderse. Cabe recalcar que durante la primera parte de esta fase, los músculos tibial anterior y extensor propio del dedo gordo incrementan su actividad.
- La fase oscilatoria terminal sucede cuando se presenta una completa extensión de la rodilla, el tobillo se encuentra en posición neutra y sucede la preparación para un contacto inicial con el suelo, es decir el contacto del talón. Esta proceso finaliza las fases de la marcha, y así se da nuevamente mediante un contacto con el suelo, un nuevo ciclo de marcha.

El siguiente gráfico explicará de una manera gráfica y práctica lo mencionado anteriormente.



Fuente: Chaitow Leon, Delany Walker Judith. (2006). Aplicación Clínica de las técnicas neuromusculares, Tomo II, Extremidad Inferior. (1ª ed.). Badalona. Editorial Paidotribo. p76

Robert H, Herbert y Arthur (2004), mencionan ciertos objetivos de realizar una correcta valoración de la marcha, y son los siguientes:

- Documentar la marcha del paciente
- Ayuda a tomar decisiones terapéuticas destinadas a corregir las alteraciones de la marcha.
- Un análisis posquirúrgico, que contribuyen a un correcto planteamiento del tratamiento en el paciente.

CAPITULO III

3 PROPIOCEPCION Y EL SISTEMA PROPIOCEPTIVO

Este sistema, forma parte de un sistema más grande, conocido como sistema somatosensorial, este incorpora y procesa distintos tipos de información. Dentro de sus funciones existen dos principalmente, la primera relacionada con el sistema sensorial, encargado de recibir información proveniente, de la parte interna y externa del cuerpo. La recepción de información interna o interocepción se encarga del estado de órganos viscerales; o al contrario la exterocepción encargada de recibir información proveniente de estímulos externos del cuerpo como el tacto, presión profunda, dolor y temperatura. La segunda función, de interés está vinculada con la información propioceptiva, refiriéndose a la información proveniente de músculos y tendones que determina la posición de extremidades y cuerpo, así mismo se encarga de la kinestesia que se refiere a la conciencia de movimiento y posición de articulaciones.

“El sistema somatosensorial es uno de los modelos que se desarrolla más temprano en el ser humano”,²⁹ y es por esto que los principios comunes de este sistema realzan la importancia del sistema propioceptivo como un sistema clave y elemento fundamental en el desarrollo del hombre.

3.1 DEFINICIÓN DE PROPIOCEPCIÓN

Existe un sin número de autores que definen a la propiocepción de diferente manera, entre ellos he escogido los de mas relevancia, como se describe a continuación.

²⁹ Bastidas Lemp Rodolfo A. “Sistema Propioceptivo un pilar de intervención kinésica” [en línea], Disponible: < <http://www.prematuros.cl>> [Fecha de consulta: 04 de Marzo del 2012]

El término propiocepción proviene del latín proprius, (propio), que significa pertenece a si mismo; y (cepción), que se refiere a sensación y percepción. Es sensible a la posición de las extremidades y del cuerpo, y por lo tanto al movimiento.

Stefano Tamarri (2004), en el libro de Neurociencias y deporte; menciona que la propiocepción esta relacionada con el sentido de la posición y con la sensación de movimiento. Estas sensaciones surgen de una integración efectuada a escala del sistema nervioso central, de las señales procedentes de distintos receptores, de cápsulas articulares, receptores de la piel periarticular y husos neuromusculares.

Así mismo Thomas R. Beachle, Roger W. Earle (2007), en el libro de principios de entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico, describen que la propiocepción es similar al equilibrio en que aporta un sentido de posición y movimiento de la articulación. “La propiocepción es la capacidad del músculo de responder a posiciones y situaciones anormales. Por ejemplo, al correr sobre una superficie irregular el tren inferior, especialmente los tobillos, de los corredores de campo, tienen que adaptarse al terreno para evitar caídas y lesiones”.³⁰ Esa capacidad para adaptarse es lo que denominamos propiocepción.

Otros autores mencionan que la propiocepción se define como “la variación especializada de la modalidad sensitiva del tacto que acompaña a la sensación de movimiento y de la posición de las articulaciones”.³¹

Walter R. Frontera y colaboradores (2008), en el libro de Medicina Deportiva Clínica, Tratamiento médico y Rehabilitación, recalcan dos puntos sumamente importantes, el primero se refiere a que la propiocepción abarca dos aspectos del sentido de posición; en cuanto al estático va a estar encargado de la orientación consciente de una parte del cuerpo respecto a

³⁰ Baechle Thomas R, Earle Roger W. (2007), Principios de Entrenamiento de la Fuerza y del Acondicionamiento físico., (2ª ed.). Madrid. Editorial Médica Panamericana, p 537.

³¹ Angelo Richard L, et al. (2012), Artroscopia avanzada del hombro.(1ª ed.). Barcelona. Editorial Elsevier, p19.

otra, por el contrario el dinámico aporta al sistema neuromuscular información retrógrada sobre la dirección y velocidad con la que se encuentra el movimiento.

3.2 FISIOLÓGÍA DE LA PROPIOCEPCIÓN

Los conceptos mencionados anteriormente afirman que la propiocepción es entonces la mejor fuente sensorial para proveer la información necesaria para medir el control neuromuscular, y así mejorar la estabilidad articular funcional. Es por esto que la propiocepción es entendida como un sistema complejo que incluye constantemente dos vías, la vía aferente o sensitiva “que es la que lleva información desde los sensores, a la médula espinal y al resto del Sistema Nervioso Central”³², para que posteriormente sea transmitida a los órganos efectores mediante la vía eferente o motora.

También hay dos niveles de propiocepción: consciente (voluntaria) e inconsciente (iniciada por reflejos). La propiocepción consciente permite una función articular óptima en el deporte, actividades y tareas laborales. La propiocepción inconsciente modula la función muscular e inicia la estabilización refleja de las articulaciones mediante los receptores musculares.³³

El sistema nervioso central, además de los recursos ofrecidos por el sistema visual y vestibular, recibe en todo momento información sobre los cambios que se producen en el organismo y en su entorno gracias a unos receptores situados en todo el cuerpo que configuran el sistema somato-sensorial, estos cambios percibidos por los receptores son registrados por fibras nerviosas sensoriales que se encargan de transmitirlos al sistema nervioso central.

El sistema nervioso central, constituido por el cerebro y la médula espinal, responde frente a estos estímulos mediante dos maneras, la primera y de

³² Castells Molina Silvia, Hernández Pérez Margarita (2007), Farmacología en Enfermería (3ª ed.). Barcelona. Editorial Elsevier, p26.

³³ Frontera Walter R. (2008), Medicina Deportiva Clínica Tratamiento Médico y Rehabilitación.(1ª ed.). Madrid. Editorial Elsevier, p237.

interés es la de producir un movimiento, generado por fibras nerviosas motoras o motoneuronas mediante la vía eferente; y la segunda es liberando alguna hormona del sistema endocrino que ayuda a la regulación de funciones cardiocirculatorias y metabólicas.

De todo lo descrito anteriormente, cabe recalcar que la información en la que me centraré es en la proporcionada por aquellos receptores responsables de la información relacionada con los cambios de posición y con las alteraciones bioquímicas musculares. Esto supone desarrollar las características más relevantes de los propioceptores, de los receptores bioquímicos musculares y de los reflejos neurales.

“Cada uno de los patrones de movimiento del cuerpo humano consiste en una combinación coordinada de varios o numerosos movimientos de articulaciones, y cada movimiento de una articulación consiste en una combinación coordinada de acciones musculares: contracción de los desplazadores primarios, relajación de los antagonistas y contracciones de apoyo de los sinergistas y estabilizadores. Todos ellos deben estar regulados con precisión en lo que respecta a la intensidad, rapidez, duración y cambios secuenciales de la actividad desde el principio hasta el final del movimiento”,³⁴ y esto requiere un nivel considerable de función integradora, que es gran medida automática o inconsciente; y esto se va a lograr mediante una integración muscular por medio de reacciones de reflejos básicos iniciadas por receptores que se encuentran localizados específicamente para retransmitir información al sistema nervioso central.

Continuamente el sistema nervioso central recibe información respecto de la posición del cuerpo, la longitud, tensión muscular, rapidez, alcance y ángulo de movimiento, aceleración del cuerpo y equilibrio; posteriormente esta información debe ser integrada por la médula espinal y los centros encefálicos inferiores y convertirla en una modificación adecuada del flujo saliente de

³⁴ Gowitzke Bárbara A. (1999), Medicina Deportiva, El cuerpo y sus movimientos, bases científicas, (1ª ed.). Barcelona, Editorial Paidotribo. P238.

impulso para producir el ajuste necesario e inmediato en cada segmento del cuerpo.

Por otra parte, es importante recalcar que, existe una estrecha relación entre el sistema propioceptivo y el mantenimiento del equilibrio. El aparato vestibular es el órgano que detecta las sensaciones de equilibrio, está conformado por una cavidad central denominada vestíbulo, tres canales semicirculares que son, el anterior, posterior y lateral, y por último dos estructuras que son el utrículo y el sáculo. “Los estímulos originados del vestíbulo dan conocimiento en parte de la posición de la cabeza. Por sus conexiones con los núcleos de los nervios craneales oculomotor, troclear y abducen, a través del fascículo longitudinal medial, intervienen en la coordinación de la mirada con relación a la posición de la cabeza y cuello, por medio de sus conexiones con el núcleo vestibular lateral influyen directamente en el mantenimiento del tono muscular, especialmente de los músculos anti gravitatorios del organismo”.³⁵ Toda esta información es transmitida gracias a los propioceptores ubicados en el cuello y del cuerpo por la participación de los núcleos vestibulares y reticulares del tronco encefálico, e indirectamente a través del cerebelo”.

3.2.1 Fascia y Propriocepción

León Chaitow y Judith Walker DeLany, (2007), en su ejemplar Aplicación Clínica de las Técnicas Neuromusculares, mencionan a varios autores que explican la íntima relación existente entre la fascia y la propiocepción. Bonica (1990) sugiere que la fascia esta críticamente relacionada con la propiocepción, y que una vez que se ha tenido en cuenta el ingreso a través de articulaciones y husos musculares, la mayor parte de la propiocepción restante se da en las vainas fasciales. Coincidiendo con esto Earl 1965, Wilson 1966 y Staubesand (1996), lo confirman, habiendo demostrado que en la fascia existen estructuras

³⁵ Astaiza Burbano Diana, et al. “Método de evaluación propioceptiva en miembros inferiores”. [en línea], Disponible: < <http://www.efdeportes.com/efd128/metodo-de-evaluacion-propioceptiva-en-miembros-inferiores.htm>>. [Fecha de consulta: 18 de Marzo del 2012]

neurales sensoriales que se relacionan tanto con la propiocepción como con la recepción del dolor.

Los diversos órganos de información neural proporcionan una fuente constante de retroalimentación informativa al sistema nervioso central y a los centros superiores, acerca del estado actual del tono, tensión, movimiento, de los tejidos que los albergan. Es importante comprender que el tráfico de este mecanismo dinámico entre centro y periferia opera en ambas direcciones a lo largo de las vías eferentes y aferentes, de manera que cualquier alteración del funcionamiento normal en la periferia (como es una fuente propioceptiva de información) conduce a mecanismos adaptativos que dan inicio al sistema nervioso central y viceversa.³⁶

3.3 INFORMACIÓN CUTÁNEA Y KINESTÉSICA

El análisis de la información procedente del mundo que rodea al ser humano, así como del propio organismo, lo realiza el sistema nervioso central, dicha información puede clasificarse en exteroceptiva e interoceptiva; la primera se refiere a los receptores relacionados con información general como el dolor, tacto, presión, temperatura, y kinestesia, y también los más especializados que permiten analizar estímulos concretos como la luz (visión), el sonido (audición), y características químicas (olfato y gusto). Tanto la información general como la específica van a formar el sistema somático general o exteroceptivo.

Al contrario, el sistema interoceptivo recoge la información de receptores que detectan variables fisiológicas tales como la presión arterial, la presión parcial de gases, etc. Es decir que intervienen en el control de la homeostasis y del medio interno.

El sistema sensorial comprende todas las terminaciones nerviosas, las vías aferentes, las neuronas involucradas en la modulación y los centros nerviosos superiores responsables del reconocimiento consciente del estímulo aplicado. El reconocimiento de un estímulo

³⁶Chaitow Leon, Delany Walker Judith. (2006). Aplicación Clínica de las técnicas neuromusculares, Tomo II, Extremidad Inferior. (1ª ed.). Badalona. Editorial Paidotribo, p. 30.

se define como sensación y la interpretación de esta se denomina algunas veces como percepción, que comprende la comparación, discriminación e integración de diversas sensaciones. Por ejemplo la aplicación de un objeto en la piel constituye la sensación, mientras que determinar la forma del mismo es la percepción.³⁷

Según Francisco Javier Calderón Montero, Julio César Legido Arce, (2002), describen que el control de la postura y el movimiento exige indudablemente una múltiple información procedente de varios receptores que envían su información a los centros del control nervioso. “El conjunto de la información necesaria para el control de la postura y el movimiento se conoce con el término de cinestesia, propuesto por Bastian en 1888, propiocepción indicado por Sherrington a principios del siglo XX”.³⁸

3.3.1 Sistemas Leminiscal y Extraleminiscal

La información cutánea y cinestésica proviene de los receptores situados en la piel y las articulaciones, el conjunto de las vías constituyen el sistema Leminiscal, mientras que el extrameniscal comprende toda aquella información de receptores que permiten relacionar al hombre con el mundo exterior.

En cuanto a su funcionamiento las diferencias se traducen en que el sistema extrameniscal recoge la sensibilidad térmica y dolorosa, cumpliendo con la defensa del ser vivo, mientras que el leminiscal recoge la sensibilidad cinestésica es decir lo relacionado con el sistema muscular, articular y tegumentario; cumpliendo con la información de complemento de la información visual.

3.3.2 Sensación Mecánica

Para que el cuerpo reciba adecuadamente la información tanto a nivel de la piel como del movimiento es necesaria la transmisión de la sensación

³⁷ Calderón Montero Francisco Javier, Julio César Legido Arce, (2002), Neurofisiología Aplicada al Deporte, (1ª ed.). Madrid Editorial Tebar. p62.

³⁸ Ibíd. p. 60.

producida por la estimulación mecánica de la piel, que va a dividirse en tres modalidades:

- **La vibración:** es aquella que se transmite gracias al Corpúsculo de Pacini, la intensidad de la vibración reconocida por el ser humano, es determinada por el número de potenciales de acción generados por cada deformación y el número de Corpúsculos de Pacini que responden a la vibración.
- **La presión:** donde cualquier deformación o estiramiento de la piel provoca la despolarización del terminal nervioso; y esto sucede gracias a las terminaciones de ruffini que cubren toda la dermis.
- **El tacto:** esta sensación es detectada por dos tipos de estructuras, los corpúsculos de Meisner y el disco de Merkel. La deformación sucede cuando la piel es estimulada mediante una punzada o se desplaza un segmento corporal por un objeto

3.4 ÓRGANOS PROPIOCEPTIVOS

Bárbara A. Gowitzke, y Morris Milner, (1999) citan a Sherrington que en el año (1906), definió a los propioceptores como órganos terminales estimulados por las acciones del propio cuerpo. “Son órganos sensoriales somáticos situados de modo que puedan conseguir información interna y lograr una cooperación y coordinación efectivas entre los músculos.”³⁹

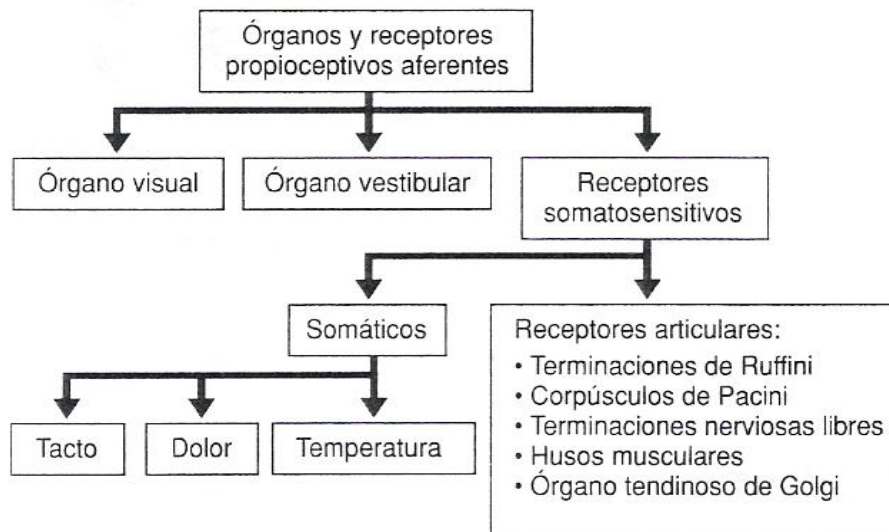
Estos órganos sensoriales son utilizados por el sistema nervioso central para ajustar y modificar la función muscular de modo que la regulación automática periférica domine en la mayor parte de nuestros movimientos voluntarios.

³⁹ Gowitzke Bárbara A, Morris Milner, (1999), Medicina Deportiva, El cuerpo y sus movimientos, bases científicas, (1ª ed.). Barcelona, Editorial Paidotribo. p238.

La comunicación bidireccional entre el sistema sensitivo y el motor es crucial para el control motor. La información que es captada visualmente es uno de los aspectos más importantes dentro de la propiocepción, así como la información procedente del aparato vestibular sobre la posición de la cabeza respecto a la gravedad y de los movimientos de la cabeza. Cabe recalcar que el resto de la información importante dentro del cuerpo suceden gracias a los receptores somatosensoriales sensitivos que como se explicó anteriormente se encuentran presentes en la piel, músculos y articulaciones, así como en ligamentos y tendones, pues estos se encargan de enviar información al sistema nervioso central sobre la deformación tisular.

A continuación se demuestra con el gráfico los órganos y receptores propioceptivos aferentes existentes en el cuerpo humano, es decir los que envían el estímulo nervioso al sistema nervioso central.

GRÁFICO # 51 ÓRGANOS Y RECEPTORES PROPIOCEPTIVOS



Fuente: Frontera Walter R. (2008), Medicina Deportiva Clínica Tratamiento Médico y Rehabilitación. (1ª ed.). Madrid. Editorial Elsevier. p238

3.4.1 Clasificación de los neuroreceptores

Según José María Rodríguez Martín (2008), “existen varios tipos y clasificaciones de neuroreceptores, y va a depender de su función, forma,

tamaño, densidad o abundancia en una zona determinada y por su especialización o por comportamiento fisiológico”.⁴⁰. El mismo señala, que existe una clasificación de los mismos que difiere según su campo receptivo; o así mismo como menciona Beatriz Gal Iglesias (2007), que la clasificación también puede ser expresada mediante la naturaleza del estímulo, como se puede apreciar en los siguiente gráficos.

TABLA # 25 CLASIFICACIÓN DE LOS NEURORECEPTORES SEGÚN MARTÍN RODRÍGUEZ (2008)

Neuroreceptor	Descripción
Exteroceptores	Relacionan al ser humano con el medio, su función es la de transmitir rápidamente al sistema nervioso central las sensaciones del tacto, temperatura, olores y visión. En su origen no tiene la función de detectar dolores
Interoceptores	Son las terminaciones que informan sobre el estado, función y niveles metabólicos de los tejidos, vísceras y órganos internos.
Propioceptores	Se localizan fundamentalmente en las cápsulas articulares, fascias y tendones para informar en todo momento de la tensión y posición de los órganos, miembros, presiones de líquidos y relación con el espacio.

Fuente: Rodríguez Martín José María, (2008), Electroterapia en Fisioterapia, (2ª ed.), Madrid, Editorial Médica Panamericana, p540

TABLA # 26 CLASIFICACIÓN DE LOS NEURORECEPTORES SEGÚN SU CAMPO RECEPTIVO

Neuroreceptores	Campo receptivo
Teleceptores	Información sobre eventos que suceden a distancia
Exteroceptores	Recepción de eventos en el entorno inmediato del individuo
Interoceptores	Receptores del medio interno
Propioceptores	Posición del cuerpo en el espacio.

Fuente: Gal Iglesias Beatriz, et al. (2007), Bases de Fisiología (2ª ed.), Madrid, Editorial Tebar, p. 540

⁴⁰ Rodríguez Martín José María, (2008), Electroterapia en Fisioterapia, (2ª ed.), Madrid, Editorial Médica Panamericana, p251.

TABLA # 27 CLASIFICACIÓN DE LOS NEURORECEPTORES SEGÚN LA NATURALEZA DEL ESTÍMULO

Forma de energía	Neuroreceptores
Mecánica	Propioceptores
Térmica	Termoreceptores
Química	Quimiorreceptores
Electromagnética	Fotoreceptores
Estímulos peligrosos o nocivos	Nociceptores

Fuente: Gal Iglesias Beatriz, et al. (2007), Bases de Fisiología (2ª ed.), Madrid, Editorial Tebar, p. 540

Dentro de las clasificaciones ya expuestas por Beatriz Gal Iglesias (2007), y José María Rodríguez Martín (2008). Así mismo será de interés describir los neuroreceptores que se encuentran relacionados con la mecánica, es decir los propioceptores, estos se encuentran tanto a nivel articular como muscular, como se demuestra en la siguiente tabla.

TABLA # 28 LOS MECANORECEPTORES PROPIOCEPTIVOS

Mecanoreceptores articulares	Mecanoreceptores Musculares
Tipo 1: Terminaciones de Ruffini (Adaptación lenta)	Tipo 3: Órgano tendinoso de Golgi (Adaptación lenta)
Tipo 2: Corpúsculo de Pacini (Adaptación Rápida)	Huso muscular (Adaptación lenta)
Tipo 3: Terminaciones Libres Amielínicas	

Fuente: Frontera Walter R. (2008), Medicina Deportiva Clínica Tratamiento Médico y Rehabilitación. (1ª ed.). Madrid. Editorial Elsevier.238

3.4.1.1 Función y Mecanismo de Acción de los Mecanoreceptores

“Los mecanoreceptores son neuronas especializadas que transmiten información sobre la deformación mecánica en forma de señales eléctricas”.⁴¹ Por ejemplo la rotación de algún segmento articular ya sea por un cambio de postura o movimiento. La estimulación de estos receptores provoca la

⁴¹Frontera Walter R. (2008), Medicina Deportiva Clínica Tratamiento Médico y Rehabilitación. (1ª ed.). Madrid. Editorial Elsevier. 238.

contracción muscular refleja alrededor de la articulación como control de adaptación a los movimientos bruscos de aceleración o desaceleración.

Cada uno de los cinco mecanorreceptores señalados responde a estímulos diferentes, donde al recibir la información transmiten la misma mediante la vía aferente específica que como respuesta modifica la función neuromuscular. Todos los receptores necesitan un estímulo para cambiar su potencial de membrana, que produce un potencial de acción que viaja hasta el sistema nervioso central. Walter R. Frontera (2008) describe que, cuando un ligamento sufre una tensión longitudinal provoca la tensión del tejido conjuntivo estimulando a los mecanorreceptores, al igual que sucede con un cambio de longitud a nivel muscular. Fisiológicamente hablando lo que va a suceder es que la deformación mecánica de un receptor estira la membrana abriendo los canales iónicos, permitiendo que los iones con carga positiva, en este caso el sodio entre a la célula, lo que provoca un neto efecto despolarizante que genera un potencial en el receptor; esta es la manera mediante la cual los mecanorreceptores detectan la deformación del propio receptor o de las células adyacentes.

Los mecanorreceptores tienen distintas características de adaptación relacionadas con su respuesta a un estímulo.

- Mecanorreceptores de adaptación rápida

Es decir los Corpúsculos de Pacini disminuyen su frecuencia de descarga a los pocos milisegundos del inicio de un estímulo continuo. Son muy sensibles a los cambios de estimulación, por lo que se encargan de transmitir la sensación de movimiento articular. Son de suma importancia en deportes en los cuales se involucren cambios bruscos de dirección.

- Mecanorreceptores de adaptación lenta

Corresponden a las terminaciones de Ruffini y Órgano Tendinoso de Golgi, estos mantienen la descarga en respuesta a un estímulo continuo. Estos

se encargan de la posición articular ya que reciben estimulación máxima en determinados ángulos articulares. La estimulación de estos receptores produce una contracción muscular refleja alrededor de la articulación, cuando no se produce tensión o carga capsuloligamentosa en la articulación, las neuronas aferentes están inactivas y no intervienen en la propiocepción.

3.4.2 Descripción de los Mecanorreceptores Propioceptivos presentes en Estructuras Articulares

Jordi Serra Catafu (2007), en el libro de Tratado de Dolor Neuropático, describe a cada mecanoreceptor propioceptivo presente en cada estructura articular y muscular del cuerpo humano, de la siguiente manera.

3.4.2.1 Terminaciones de Ruffini

Son mecanorreceptores presentes en el tejido conectivo de la dermis y las cápsulas articulares. Básicamente su acción se debe a que el estiramiento de la piel en la dirección longitudinal, produce un estrechamiento de sus fibras de colágeno, lo cual deforma las ramificaciones nerviosas aferentes y origina su despolarización.

Son las más abundantes, se caracterizan por ser receptores de tensión de adaptación lenta que informan constantemente de la posición de una articulación, ya que su grado de actividad depende de la angulación de esta.

GRÁFICO # 52 TERMINACIONES DE RUFFINI



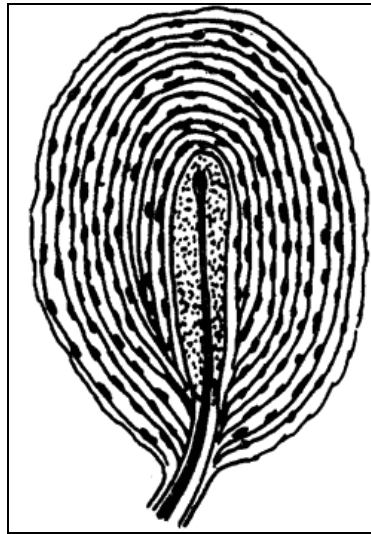
Fuente: <http://www.cecyt6.ipn.mx/academia/BASICAS/BIOLOGIA/TACTO.htm>

3.4.2.2 Corpúsculos de Pacini

Se encuentra en el tejido conectivo y en el panículo adiposo por debajo de la piel de los dedos, la palma de la mano y la planta del pie. Las aferencias transmitidas mediante estos presentan tres propiedades referentes a una gran sensibilidad a vibraciones de alta frecuencia; y debido a esto los corpúsculos producen una imagen neural de elevada fidelidad de un estímulo vibratorio y transitorio producido por un objeto sobre la piel.

Se encuentran también a nivel de las aponeurosis musculares, en la membrana interósea, en el periostio y en el tejido conectivo periarticular. A diferencia de las terminaciones de Ruffini, solo informan cambios articulares durante la extensión o la flexión pero son inactivos cuando la articulación se encuentra en estado estacionario.

GRÁFICO # 53 CORPÚSCULOS DE PACCINI

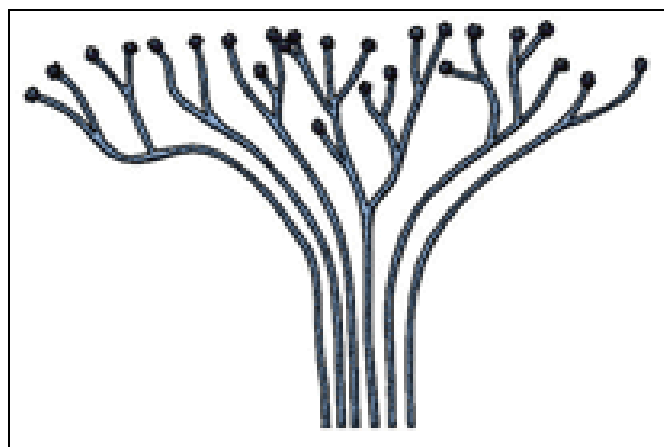


Fuente: <http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/medicina/hidalgoe01/cuerpo1>

3.4.2.3 Terminaciones Nerviosas Libres

Estas se encuentran ampliamente distribuidas en todo el cuerpo, entre las células epiteliales de la piel, la córnea y en los tejidos conectivos que incluyen dermis, aponeurosis, ligamentos y tendones, cápsulas articulares, periostio, y músculo. La mayoría de estas perciben estímulos dolorosos, aunque otras detectan presión y sensaciones de cosquilleo y prurito.

GRÁFICO # 54 TERMINACIONES NERVIOSAS LIBRES



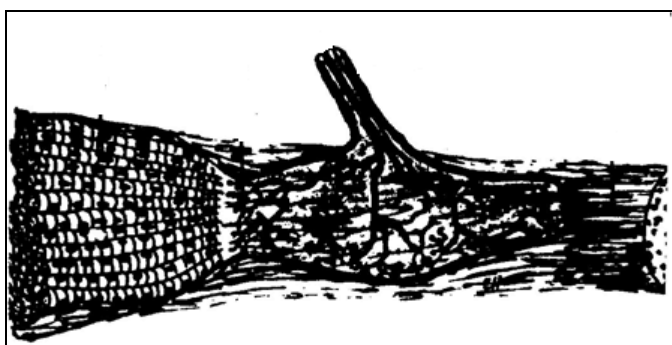
Fuente: <http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/medicina/hidalgoe01/cuerpo1>

3.4.3 Descripción de los Mecanorreceptores Propioceptivos presentes en Estructuras Musculares

3.4.3.1 Órgano Tendinoso de Golgi

Son mecanorreceptores sensibles a la tensión. Se localizan entre músculo y tendón o entre músculo y aponeurosis, en proporción variable dependiendo del tipo de músculo. Es importante recalcar que son más abundantes en los tendones de los músculos lentos como por ejemplo en el sóleo, a diferencia de músculos rápidos como es el gastrocnemio. Cada receptor está compuesto principalmente por fascículos de colágeno anclados a un extremo de la fibra muscular por un lado y en continuación con el tendón o la aponeurosis por el otro, donde a la final se terminan agrupando en serie.

GRÁFICO # 55 ORGANO TENDINOSO DE GOLGI

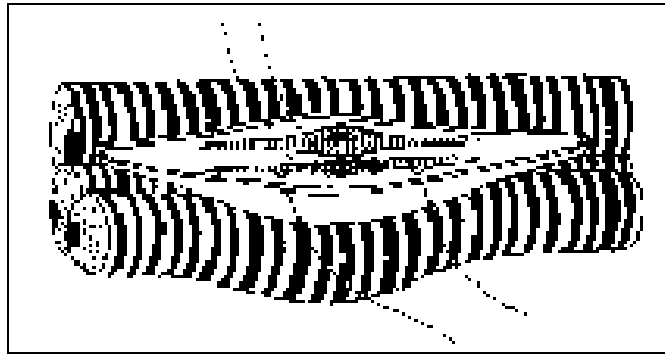


Fuente: <http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/medicina/hidalgoe01/cuerpo1>

3.4.3.2 Husos Musculares

Son receptores situados dentro del músculo, y van a poseer dos tipos de terminaciones nerviosas aferentes, terminaciones primarias que son sensibles a cambios de velocidad y por lo tanto son fundamentales para informar de los cambios bruscos en la longitud del músculo y generar una rápida respuesta. Por el contrario las terminaciones secundarias desempeñan un papel importante cuando el músculo es sometido a estiramientos prolongados, y que consiguen un aumento leve del tono contráctil durante largo tiempo.

GRÁFICO # 56 HUSO MUSCULAR



Fuente: <http://escuela.med.puc.cl/paginas/cursos/segundo/histologia>

3.5 PAPEL DE LA INFORMACIÓN SOMÁTICA GENERAL EN LA CINESTESIA

El control de la postura y el movimiento se realiza mediante señales procedentes de los mecanoreceptores, considerando a estos los situados específicamente a nivel músculo tendinoso, y también los ubicados en piel y articulaciones. Estas señales son integradas en los centros situados dentro del sistema nervioso central, el cual integra no solamente la información periférica, si no también la central; es decir “el resultado de la integración de las señales es la cinestesia o propiocepción”.⁴²

Las aferencias somestésicas procedentes de receptores cutáneos y articulares se relacionan con el comando central y con las motoneuronas del asta anterior de la médula espinal. De esta manera intervienen informando al sistema. Existe acuerdo general que, aunque los receptores articulares responden en el rango normal de la amplitud articular de un movimiento, aumentan su frecuencia de descarga cuando la articulación se encuentra en sus extremos de movimiento. La razón puede ser doble, por una parte podrían constituir una señal de protección articular cuando se alcanzan valores extremos, otra de las razones del incremento de frecuencia de descarga de estos receptores podría servir de “información complementaria” a la enviada por los receptores del músculo (huso muscular y órgano tendinoso de golgi).⁴³

⁴² Calderón Montero Francisco Javier, Julio César Legido Arce, (2002), Neurofisiología Aplicada al Deporte, (1ª ed.). Madrid. Editorial Tebar, p60.

⁴³ Ibíd. p. 68.

En la siguiente tabla que realicé, se puede distinguir de una manera práctica, los distintos pasos que forman parte de la secuencia de la transmisión de los estímulos a través de los receptores

TABLA # 29 SECUENCIA DE LA TRANSMISIÓN DE LOS ESTÍMULOS A TRAVÉS DE LOS RECEPTORES

1.- El sistema nervioso central recibe la información tanto del entorno (exteroceptiva) o medio que le rodea como de las vísceras (interoceptiva). La información exteroceptiva procede de los receptores que detectan el dolor, la presión, el tacto, la temperatura y la localización de los segmentos corporales en el espacio (cinestesia). La información interoceptiva permite el análisis de variables relacionadas con el control del medio interno.
2.- La información cutánea y cinestésica es esencial para que el animal se relacione con el entorno, esta información discurre por dos vías, lemniscal y extralemniscal que presentan diferencias de acuerdo a su índole fisiológica.
3.- La sensación producida por la estimulación mecánica de la piel procede de diversos receptores como: Pacini, ruffini, Meissner, Merkel. La información de estos receptores llega a los centros de análisis a través del haz lemniscal.
4.- Los receptores situados en las articulaciones o estructuras relacionadas (ligamentos), permiten que el sistema nervioso central reconozca la situación de diferentes segmentos corporales en relación a los ejes del espacio. La información articular que ayuda a la cinestesia o propiocepción llega por la vía lemniscal
5.- La sensación térmica es analizada por estructuras centrales mediante Termorreceptores, que detectan incremento o descenso de temperatura
6.- La sensación dolorosa o nociceptiva es detectada por terminaciones nerviosas libres
7.- El dolor visceral, también denominado en algunas ocasiones como referido, permite a los centros nerviosos controlar el estado de las vísceras
8.- La percepción de la intensidad del esfuerzo es esencial para que el sistema nervioso central conozca en todo momento la situación de la homeostasis y pueda coordinarla con la información para el control del movimiento
9.- La participación de los receptores cutáneos y articulares en el control del movimiento es muy importante, la información somestésica, complementa la correspondiente a los receptores musculares.

Fuente: Calderón Montero Francisco Javier, Julio César Legido Arce, (2002), Neurofisiología Aplicada al Deporte, (1ª ed.). Madrid Editorial Tebar p69.

Elaborado por: María Paz Velásquez.

3.6 TRASCENDENCIA CLÍNICA DE LA PROPIOCEPCIÓN

Walter R. Frontera, y colaboradores (2008), describen que cuando sucede un movimiento del cuerpo, en una situación específica hay fuerzas de

gravedad, inercia y reacción que crean una carga externa específica sobre las estructuras osteomusculares, la cual se ve contrarrestada por fuerzas internas que equilibran las externas.

Una buena propiocepción y coordinación supone que todos los componentes osteomusculares, se encuentran en equilibrio para superar cualquier sobrecarga en las estructuras, lo cual es considerado un factor sumamente primordial, para mantener la estabilidad dinámica articular

La estabilidad articular dinámica puede definirse como la capacidad de activar los músculos de forma apropiada para estabilizar una articulación junto con el soporte de los estabilizadores mecánicos. En esencia, la estabilidad articular dinámica es el producto del sistema propioceptivo.⁴⁴

Con relación a la estabilidad articular dinámica funcional, la programación cognitiva también interviene en el mecanismo del control neuromuscular que implica al nivel más superior del sistema nervioso central es decir, la corteza motora, ganglios basales y cerebelo. Esta función se refiere a los movimientos voluntarios repetidos y almacenados como órdenes centrales. La apreciación de la posición y movimiento corporal permiten realizar distintas habilidades sin una referencia continua a la conciencia. “La retroregulación propioceptiva es crucial para la apreciación consciente e inconsciente de una articulación o extremidad en movimiento, por lo tanto la mejora de la estabilidad articular dinámica funcional es importante para prevenir y rehabilitar las lesiones deportivas, esto requiere un flujo adecuado y constante de información sensitiva integrada con las órdenes motoras de manera coordinada”.⁴⁵

Tras sufrir una lesión traumática se producen cambios en el organismo que ocasionan una pérdida de las propiedades del tejido dañado, lo que provoca una ausencia parcial de la transmisión nerviosa. La lesión induce una modificación que se refiere a la disminución de las aferencias de los

⁴⁴ Frontera Walter R. (2008), Medicina Deportiva Clínica Tratamiento Médico y Rehabilitación. (1ª ed.). Madrid. Editorial Elsevier 239.

⁴⁵ Ibíd., 240.

mecanorreceptores y estimulación de los nociceptores; esto repercute en la información que los propioceptores envían desde la región afectada, lo que genera un cambio a nivel del esquema corporal, que se traduce en una alteración del movimiento normal.

Cuando existe una lesión en algún miembro, existen casos en los que se produce un descenso en la retroregulación propioceptiva, por ejemplo cuando existe un traumatismo en los tejidos, así sea mínimo, se produce una desaferencia parcial al haberse producido daño en los mecanorreceptores, y sucede en fin un déficit propioceptivo.

El efecto de un traumatismo ligamentoso que provoca inestabilidad mecánica y déficit propioceptivos contribuye a la inestabilidad funcional, que puede finalmente provocar microtraumatismos y recaída de la lesión. Es posible recuperar las actividades funcionales y específicas de los deportes tras un traumatismo osteomuscular, cuando se realice un adecuado tratamiento de rehabilitación en el que se incluya trabajo de la propiocepción.

3.7 PROPIOCEPCIÓN DEL TOBILLO

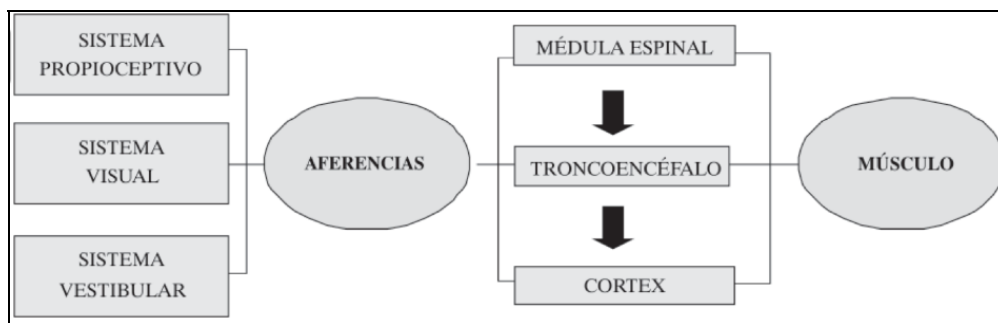
El Doctor Miguel A. Castellano del Castillo, junto con sus colaboradores, realizaron un estudio sobre la rehabilitación propioceptiva en la inestabilidad de tobillo, en el cual explican que para poder comprender a la propiocepción en su totalidad de un miembro, es necesario conocer previamente bases tanto anatómicas, como fisiológicas. Definen a la propiocepción, como una variación especializada de la sensibilidad táctil que engloba dos componentes, la cinestesia o percepción del movimiento articular y la sensación de la posición articular o percepción de la posición de la articulación en un momento dado.

Describen que la integración y control del aparato locomotor, se lleva a cabo a nivel del Sistema Nervioso Central, donde se gestiona la información proveniente de tres grandes sistemas periféricos, el sistema propioceptivo, el sistema visual y por último el sistema vestibular.

El sistema visual proporciona información que es la referencia para la orientación del cuerpo y sus partes en el espacio, el sistema vestibular recibe información del vestíbulo y los canales semicirculares del oído, y así esta información en conjunto permite mantener la postura corporal. Recalcan que cuando ya se encuentran en juego el sistema propioceptivo junto con el visual, el vestibular pierde participación en el control postural.

Toda esta información recogida a nivel de estos tres sistemas se procesa y controla a nivel de tres niveles, a nivel de la médula espinal, del tronco del encéfalo y a nivel del córtex, como lo demuestra el siguiente gráfico.

GRÁFICO # 57
EQUEMA DE AFERENCIAS PERIFÉRICAS Y NIVELES DE CONTROL DEL SISTEMA PROPIOCEPTIVO



Fuente: http://femedede.es/documentos/Revision_Rehabilitacion_297_132.pdf

A nivel medular existen mecanismos, que originan la respuesta refleja de la articulación, mediante la contracción de los músculos agonistas y antagonistas. El reflejo miotático es el primero en actuar y sucede a los 40 milisegundos, a pesar de esto a veces su reflejo no es suficiente para estabilizar la articulación, el siguiente sistema en actuar es el que constituyen los reflejos automáticos medulares, que lo hacen a los 90 milisegundos, se considera como el primer sistema eficiente, y se encuentra influenciado por la intensidad del estímulo propioceptivo y por las experiencias previas del sujeto. El tercer sistema en actuar es el sistema voluntario y actúa a los 150 milisegundos.

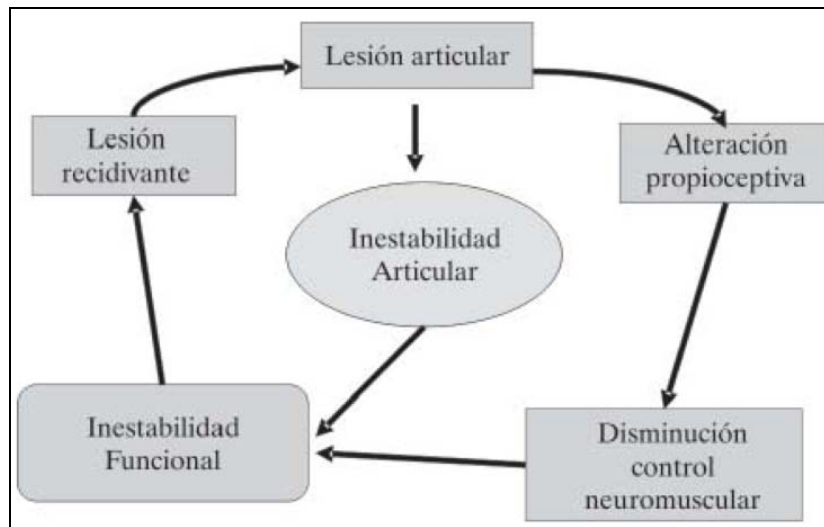
Una vez que esta aferencia propioceptiva ya se encuentre trabajando en conjunto con el sistema visual y vestibular, la información es procesada para así poder controlar la postura y el equilibrio. A nivel central superior tiene lugar el punto final del control, específicamente es el córtex motor y los ganglios basales, a este nivel se programa y se da inicio a la actividad neuromuscular voluntaria consciente en función de las aferencias recibidas. El resultado final de todo este proceso, y toda la información recogida es la percepción consciente de la posición y el movimiento articular, la estabilización articular inconsciente sucede mediante los reflejos espinales medulares y el mantenimiento de la postura y el equilibrio.

La capacidad para detectar el movimiento del tobillo y del pie y realizar el ajuste postural correspondiente, así como la capacidad de sentir la posición del pie previo al apoyo en el suelo, son fundamentales para evitar lesiones, si el tobillo se encuentra en una posición inadecuada, cuando el mismo va a hacer contacto con el suelo, debido a un déficit propioceptivo, el resultado puede ser negativo si no se contrarresta con una contracción rápida y fuerte de los músculos periarticulares.

Freeman (1965) introdujo a la inestabilidad de tobillo como consecuencia de la desaferenciación de los mecanorreceptores articulares por una lesión articular, observó un deterioro de la capacidad para mantener el apoyo sobre una pierna en el tobillo lesionado, frente al tobillo no lesionado.

En el siguiente esquema se puede observar la interrelación y secuencia que sucede cuando se produce una lesión a nivel articular.

GRÁFICO # 58
ESQUEMA DE LAS BASES FISIOPATOLÓGICAS DE LA INESTABILIDAD DE TOBILLO



Fuente: http://femedede.es/documentos/Revision_Rehabilitacion_297_132.pdf

Álvaro Reina Gómez (2003), Licenciado en Ciencias de Actividad Física y Deporte de la Universidad de Málaga en España, realizó un interesante artículo, enfocado a la propiocepción vista desde dos perspectivas, denominado: “Problemas de propiocepción: ¿consecuencia o causante de los esguinces de tobillo?”,⁴⁶ donde la American Orthopedic Society for Sports Medicine realizó con 53 bailarines del Ballet Real Sueco, se analizó la influencia que tenían los esguinces de tobillo en la propiocepción de dicha articulación.

El estudio se basó en evaluar a bailarines en una sala silenciosa donde se pedía a los bailarines, que durante 60 segundos se mantengan con un pie elevado en contacto con la pierna de apoyo y con los brazos mantenidos sobre el pecho, mirando un punto de una pared a 4 metros. Amplificaron, digitalizaron y analizaron los datos con un ordenador, atendiendo a la amplitud principal de la oscilación en las direcciones medio lateral y anteroposterior, y el número de veces que la línea media fue cruzada en las direcciones medio lateral y anteroposterior, y el área total de oscilación.

⁴⁶ Reina Gómez Álvaro. “Problemas de propiocepción: ¿consecuencia o causante de los esguinces de tobillo?” [en línea], Disponible:<<http://www.efdeportes.com/efd62/ballet>>. [Fecha de consulta: 19 de Marzo del 2012].

La investigación demuestra que un esguince agudo de tobillo lleva a un incremento de la oscilación postural de los bailarines de ballet clásico, lo cual es explicado por la propiocepción dañada de la articulación del tobillo. Así mismo durante el estudio, existen varias lesiones de esguinces de tobillo, sin que antes de la lesión estuviese dañada la oscilación postural, lo cual permite concluir que los problemas de propiocepción y de control postural anteriores a la lesión son los que la predisponen.

Con este estudio, el autor concluye datos muy interesantes realizándose la siguiente pregunta: ¿Realmente es imprescindible saber si el perjuicio en la propiocepción es la consecuencia o el causante de los esguinces de tobillo?, donde se describe que posiblemente no sea ni una cosa ni la otra sino las dos al mismo tiempo. Menciona como ejemplo en caso de que un bailarín de ballet clásico tenga inestabilidad en su tobillo, debido a cualquier circunstancia, este puede llegar a ser un factor predisponente importante que aumente considerablemente la probabilidad de lesión ante situaciones de salto y pirueta u otros gestos técnicos exigentes. De igual modo, si un bailarín se afecta por un esguince ligamentoso en uno de sus tobillos, se le perturbará el sistema propioceptivo, causándole un incremento en la inestabilidad de su tobillo.

Mediante este estudio descrito se puede reafirmar que el trabajo propioceptivo se lo puede utilizar realmente como técnica preventiva, reduciendo al máximo el riesgo de la lesión. Así mismo se puede utilizar, para recuperar la propiocepción dañada en la lesión y fortalecer así los músculos peróneos, facilitando la reducción de la oscilación por inestabilidad funcional de la articulación del tobillo sin dejar ninguna secuela que traiga consigo nuevas lesiones.

Otro de los factores imprescindibles, que no se deben dejar de mencionar, ya que se encuentran íntimamente relacionados con la propiocepción es el tiempo de reacción muscular, que puede verse reflejado en una lesión ligamentosa, como nos explica Walter R. Frontera, Stanley A Herring, Lyle J. Micheli, y Julie K. Silver (2008); describen que en términos de perturbaciones de la región del tobillo, varios especialistas han evaluado la secuencia y

potencia de la respuesta neuromuscular en los músculos de las extremidades inferiores, tanto como de pierna como de tobillo donde han encontrado varios resultados que se asemejan a una disminución del tiempo reflejo en la musculatura perónea en comparación con el cuádriceps y los isquiotibiales.

Mencionan que el tiempo de reacción perónea es significativamente más corto en tobillos con estabilidad mecánica, no obstante cabe recalcar que estos estudios fueron realizados con personas en posición de pie, con los músculos de la extremidad inferior en reposo, ya que haciendo un análisis comparativo al andar, correr, saltar existe una preactivación considerable de los músculos relacionados antes del apoyo; por lo tanto concluyen que tanto los ejercicios, como las perturbaciones en la tabla oscilante pueden mejorar la estabilidad del tobillo con intención preventiva y rehabilitadora.

3.8 IMPORTANCIA DEL ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO

Posiblemente, existan cada vez más y mejores técnicas rehabilitadoras, nuevas tecnologías que sean mejores cuantitativamente, que reducen el tiempo de rehabilitación, y también mejores cualitativamente, que aseguren una recuperación perfecta de la lesión sin dejar ningún tipo de secuela.

Sin embargo el entrenamiento propioceptivo debe ser considerado como un método de prevención como de rehabilitación; es decir su eficacia podría ser vista mediante el desarrollo de un programa preventivo, con el que se consiga reducir al máximo el número de lesiones; donde en caso de que la articulación tenga problemas de estabilidad funcional debido a una mala propiocepción y este sea el causante de la lesión, se buscará los mecanismos oportunos para prevenirlo, desarrollando programas específicos para mejorar la propiocepción de los pacientes. Al contrario, si la lesión ligamentosa de la articulación del tobillo no responde al hecho anteriormente citado, se tratará la propiocepción, en principio, no como una técnica preventiva sino como rehabilitadora, que será utilizada para recuperar la estabilidad funcional junto con otras técnicas de la rehabilitación que serán descritas en el siguiente capítulo.

La importancia del entrenamiento propioceptivo está directamente relacionada con la creación de un programa del entrenamiento que recoja ejercicios en los que se trabaje la estabilidad de la articulación del tobillo para así reducir las oscilaciones del tobillo y evitar al máximo la probabilidad de producirse nuevamente la lesión. En caso de que el programa de rehabilitación no sea elaborado correctamente independiente de la actividad física que realice un paciente sucederá que, cuando el paciente requiera integrarse nuevamente a su actividad deportiva normal, sea cual sea, en el que se incluyan saltos, piruetas, cambios de dirección, cargas de peso, patadas etc; el paciente no tendrá el suficiente control para disponer su pie y amortiguar correctamente en el impacto contra el suelo.

De igual modo, el entrenamiento debe ser trasladado no únicamente en caso de que el paciente sea deportista, al contrario un individuo sedentario, se enfrentará igualmente que el deportista diariamente a una multitud de situaciones en las que la articulación del tobillo juega un papel importante. El cuerpo necesita en todas las actividades de la vida diaria, un control neuromuscular adecuado, para poder realizar cada movimiento correctamente sin que se produzca ningún tipo de lesión.

Pedro Chana Valero (2010), afirma lo mencionado, en el artículo de *“Eficacia del ejercicio propioceptivo combinado con vendaje neuromuscular en la inestabilidad funcional de tobillo”*. Recalca que, a lo largo de los últimos 40 años los investigadores han demostrado que ejercicios de fuerza y propiocepción a través de tablas de ejercicios son efectivos; menciona que durante la última década los estudios, se han centrado en conseguir y desarrollar un programa de ejercicios, con el fin de estimular somato sensorialmente los mecanorreceptores propioceptivos, para corregir y prevenir la inestabilidad articular asociada, y así reducir el alto riesgo de incidencia.

La importancia del entrenamiento propioceptivo, es un tema muy relevante que ha surgido gracias a la vulnerabilidad de sufrir un esguince de tobillo, y al alto riesgo de incidencia. Esto ha hecho que grandes autores

definan a la inestabilidad crónica de tobillo, desde varios aspectos y dimensiones.

Carrie L Docherty, y colaboradores realizaron un artículo en el (2006), *“Development and Reliability of the Ankle Instability Instrument”*, en el cual nombran a Freeman M. A. R. como uno de los primeros en definir a la inestabilidad crónica de tobillo en el año (1965), el cual define a esta como una sensación subjetiva de inestabilidad tras varios episodios de esguinces de tobillo que daban como resultado déficits propioceptivos.

Más adelante describen que el término de inestabilidad crónica de tobillo, fue redefinido por Tropp H, Odenrick P, Gillquist J. en el año (1985), como el movimiento más allá del control voluntario, pero sin exceder del rango fisiológico articular; donde se recalca que entre el 10 y el 60% de los pacientes que han sufrido un esguince, desarrollaran una inestabilidad funcional, debido a la suma de factores como déficit de propiocepción, debilidad muscular, déficit neurológico central o periférico y un aumento de la laxitud del ligamento peróneo astragalino anterior.

Con todo lo mencionado durante este capítulo es relevante recalcar que el trabajo propioceptivo es de suma importancia durante el planteamiento del tratamiento del esguince de tobillo. Cuando el ligamento sufre una lesión, va a tener como respuesta una pérdida de la percepción perceptiva, esto va a ocasionar una disminución de la actividad refleja de la musculatura, y en fin todo esto conllevará a una alteración cinestésica, que da lugar a alteraciones del movimiento y la estabilidad.

CAPÍTULO IV

4 EL ESGUINCE DE TOBILLO Y EL ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO

El aparato locomotor se relaciona mucho con uno mismo, y es una parte esencial que se hace difícil entender la existencia, cuando alguna enfermedad, priva la posibilidad normal de movimiento. El cuerpo humano se encuentra atravesado por innumerables caminos por los cuales la fuerza atraviesa desde o hacia el suelo. Los segmentos que componen el aparato locomotor se comportan y reaccionan según las leyes de la física ofreciendo límites de resistencia, elasticidad y firmeza.

Conseguir la simetría perfecta actualmente en calles, escaleras, canchas, es una meta prácticamente imposible, el entorno natural no es regular ni simétrico; por el contrario, encontrar superficies perfectamente horizontales, planas y uniformes era absolutamente excepcional hasta hace tan solo cien años. “Por ese motivo, la simetría y el equilibrio perfectos no son imprescindibles; que importancia tiene que un miembro sea 0,5 o 1 cm más largo que otro, cuando la orografía ofrece continuos desniveles y rugosidades de una magnitud mucho mayor, incluso en el interior de las chozas, cabañas, viviendas rurales etc.”⁴⁷

Así mismo, Anna Esther Levy y José Manuel Barragán (2003), explican como actualmente en las sociedades urbanas y desarrolladas, la orografía es totalmente uniforme, las superficies planas, horizontales, duras, los desniveles se salvan mediante escalones simétricos de igual altura y proporciones, todo en nuestro medio resulta limpio, plano, uniforme, brillante y funcional. “En estas condiciones, hasta las asimetrías pequeñas, producen compensaciones

⁴⁷ Levy Benasuly Anna Esther, José Manuel Cortés Barragán, (2003), Ortopodología y Aparato Locomotor. Ortopedia de pie y tobillo, (1ª ed.), Barcelona, Editorial Masson, p2.

permanentes que con el tiempo terminarían siendo la causa de sobrecargas y dolor en la espalda, las articulaciones y los pies”.⁴⁸

4.1 EPIDEMIOLOGÍA DEL ESGUINCE DE TOBILLO

Las lesiones agudas del tobillo, constituyen casi el 10% de los traumatismos agudos tratados por médicos. Se estima que se produce una lesión de tobillo diaria cada 10.000 personas”.⁴⁹ “Los esguinces de tobillo representan cerca del 15% del conjunto de las lesiones deportivas. En Estados Unidos ocurren cada día 23.000 lesiones de los ligamentos del tobillo. Aunque la mayor parte de los pacientes se recuperan por completo, aproximadamente del 20% al 40% desarrollan síntomas crónicos de dolor e inestabilidad.”⁵⁰

William E. Garret, Donald T. y S. Robert Contiguglia (2005), mencionan que, los esguinces laterales son las lesiones más frecuentes entre los atletas, describen que el 85% de todas las lesiones de tobillo son esguinces. Aproximadamente un tercio de las lesiones futbolísticas, la mitad de baloncesto, y un cuarto de las volleyball, corresponden a esguinces agudos de tobillo.

Por otro lado Bahr y colaboradores (2007), describen un estudio en su libro de Lesiones deportivas, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación, realizado en Noruega, donde tomando en cuenta el índice poblacional de alrededor de 4,5 millones de personas, diariamente se producen más de 400 lesiones de este tipo o 150 000 o 200 000 anuales. Menciona que las lesiones ligamentosas del tobillo son claramente las más comunes en la actividad deportiva, y representan la quinta parte de todas las lesiones deportivas, y que en algunos deportes, especialmente en los de tipo fútbol y baloncesto, volleyball y balonmano, las afecciones de tobillo comprenden hasta la mitad de las lesiones agudas; aclara también que existe una muy alta incidencia de lesiones de tobillo en algunos deportes individuales, y en particular los que

⁴⁸ *Ibíd.* p. 3.

⁴⁹ Bahr, et al (2007), Lesiones deportivas, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación.(1ª ed.). Madrid, Editorial Médica Panamericana, p 393.

⁵⁰ Brent Brotzman S, Wilk Kevin. (2005), Rehabilitación Ortopédica Clínica (2ª ed.). Madrid, Editorial Elsevier, p357.

requieren correr en un terreno irregular, o por ejemplo actividades que se relacionen al salto con frecuencia.

TABLA # 30 PANORAMA DIFERENCIAL DE LAS LESIONES AGUDAS DE TOBILLO

Más frecuente	Menos frecuente	No pasar por alto (!)
Lesiones de los ligamentos laterales	Fracturas maleolares	Lesiones de la sindesmosis (p. 404)
	Fractura de la base del quinto metatarsiano	Lesiones de la placa epifisaria (niños)
	Fractura del astrágalo	
	Fractura del calcáneo	
	Lesiones del ligamento medial	
	Luxación de tobillo	
	Rotura del tendón tibial posterior	
	Luxación/rotura del tendón peroneo	
	Rotura del tendón de Aquiles	

Fuente: Bahr, et al (2007), Lesiones deportivas, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación.(1ª ed.). Madrid, Editorial Médica Panamericana, p 393

La tabla expuesta por Bahr y colaboradores, explica el panorama del diagnóstico diferencial de las lesiones agudas de tobillo. Explica que los pacientes activos y jóvenes que experimentan traumatismo con inversión cuando corren saltan o se caen, por lo general sufren lesiones de los ligamentos laterales. Los niños pueden experimentar lesiones de la placa epifisaria debido a este tipo de traumatismo, mientras que los ancianos con frecuencia sufren fracturas en el maléolo externo o en la base del quinto metatarsiano.

4.2 FACTORES DE RIESGO

Los factores de riesgo se dividen en intrínsecos y extrínsecos; el correcto entendimiento del mecanismo que produjo la lesión hace posible el tratamiento causal, ya que mediante la eliminación total o parcial de los factores desencadenantes, permite el correcto planteamiento del tratamiento y recomendaciones al paciente. Un ejemplo sucede con algunos de los deportistas, que con mucha frecuencia, la base de una lesión por uso excesivo se elimina una vez que los factores internos y externos son corregidos con éxito, y pueden recuperarse tomando esta medida solamente. Cabe recalcar que esto no sucede siempre así, en otros casos, sin embargo, es necesario

incluir otras medidas para contrarrestar la inactividad, como suprimir la inflamación y estimular la curación del tejido lesionado, y así permitirle al deportista retornar a nivel de actividad deseado.

4.2.1 Factores de Riesgo Externo

“Los factores de riesgo externo son muchos; por ejemplo, con el entrenamiento inadecuado, el clima frío y una superficie resbaladiza o dura. Los antecedentes completos del entrenamiento suelen revelar que la lesión es el resultado de cambios producidos en éste: demasiado, muy frecuente, muy temprano o con poco descanso”.⁵¹ El objetivo de investigar esos antecedentes es documentar como se preparó el deportista, y en particular centrarse en los cambios en la rutina de entrenamiento, si el deportista lo reforzó durante el período anterior a la lesión.

Esto sucede frecuentemente en los deportistas de alto nivel y en general a la gente que se ejercita con propósitos de mejorar su aptitud física, sin tener una base establecida de su aptitud física. Esto da lugar a que la persona se encuentre en una etapa vulnerable. Por ejemplo una persona que no realiza deporte usualmente y comienzan a un nivel demasiado elevado, sin ningún tipo de supervisión, ni examen físico previo.

Así mismo, existen deportistas que entrenan en forma intensa, lo cual les hace vulnerables a sufrir lesiones por sobreuso. Por lo general, estas lesiones ocurren cuando el atleta retoma su entrenamiento luego de estar cierto tiempo en inactividad, con alguna enfermedad, de una lesión o simplemente de una pausa durante el ejercicio físico. Sin embargo, cuando se realice la valoración al paciente, es importante tomar en cuenta que, la lesión no siempre se encuentra relacionada con el aumento en la cantidad de entrenamiento, sino que puede ser el resultado de un cambio en los patrones de carga, como cuando se comienza un nuevo ejercicio o cuando el deportista cambia su técnica de ejercicio.

⁵¹ Bahr, et al (2007), Lesiones deportivas, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. (1ª ed.). Madrid, Editorial Médica Panamericana, p 29.

Los cambios en la carga del entrenamiento, pueden producir lesiones también, siendo la mayoría de casos, consecuencia de factores externos más que de entrenamiento. Algunos atletas usan un equipo que no se adaptan ellos o a la magnitud del entrenamiento que están realizando, el cambio del equipo por uno mejor también es un factor de riesgo, ya que el equipo nuevo puede producir un cambio en el patrón de carga, a la que la persona no estaba acostumbrada. Un factor muy importante, del cual posteriormente se hablará, es el uso incorrecto del calzado para una actividad deportiva; ya que esto puede llegar a causar una lesión. Por ejemplo, la carga sobre el codo del jugador de tenis depende del tamaño de la raqueta y de su agarre, y de cuán tensas están las cuerdas.

Bahr, y colaboradores (2007), afirman que, el clima en la superficie es otro de los factores externos, que pueden dar lugar a una lesión en el aparato locomotor. Mencionan ejemplos muy válidos en caso de deportistas, uno de ellos son los jugadores de voleibol y baloncesto, que con mayor frecuencia sufren lesiones causadas por uso excesivo de sus rodillas, que producen mas molestias cuando saltan sobre una superficie dura, que cuando lo hacen sobre la arena blanda. Así mismo los corredores que entrenan sobre superficies resbaladizas o irregulares, deben tomar en cuenta que técnica utilizar en cada superficie, y así se reduciría el riesgo a sufrir cualquier tipo de lesión. “Como la mayoría de los caminos son más elevados en el centro que a los costados para asegurar el drenaje de agua, correr sólo sobre el mismo costado del camino aumenta la carga, donde un pie estará más en pronación y el otro más en supinación”.⁵²

4.2.2 Factores de Riesgo Interno

A estos se los conoce, como los más complicados de corregir, se los denomina también como factores dependientes de la persona. Los factores internos rara vez causan lesiones, sin embargo pueden aumentar el riesgo de padecerlas; como señala Bahr, y colaboradores (2007), en un estudio

⁵² Bahr, et al (2007), Lesiones deportivas, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. (1ª ed.). Madrid, Editorial Médica Panamericana, p. 29

realizado, al 40% de los corredores lesionados se encontraron factores de riesgo interno, pero únicamente el 10% de los casos fueron el factor desencadenante.

Se considera que el defecto de alineación en el cuerpo, es un factor de riesgo interno muy importante; aunque este defecto está presente con más frecuencia en los corredores con lesiones por uso excesivo, ninguna desviación específica provoca una lesión en particular. Es muy probable que la afectación de la alineación, impida la distribución óptima de la carga, y así cuando las estructuras específicas están sobrecargadas se produzca una lesión.

“En teoría, la posición en varo de la extremidad inferior producirá fuerzas comprensivas mayores sobre el lado medial y aumento de las fuerzas de distensión sobre el lado lateral de los tobillos y rodillas, mientras que la posición en valgo originará patrones de carga opuestos”.⁵³ Cuando existan este tipo de casos, se recomienda realizar una valoración en la cual la alineación debe ser examinada tanto en reposo como durante la carga. Esto puede ser un factor detonante para un deportista, aunque resulte insignificante para una persona que corre sólo con fines deportivos, al contrario puede ser crucial para un corredor de maratones que corre 150 a 200 km por semana.

Otro factor crucial es la fuerza muscular insuficiente o el desequilibrio en las fuerzas relativas de los músculos que tienen efectos opuestos en una articulación y pueden contribuir a las lesiones. “Por ejemplo, algunos atletas tienen los músculos de la cara posterior del muslo débiles en relación con la fuerza del cuádriceps. Esto puede causar cargas asimétricas de la rodilla o de los músculos cercanos a esta, un patrón que favorecerá la aparición de una lesión”.⁵⁴ Esto sucederá en un deportista que se ha lesionado previamente, en donde si la rehabilitación no fue óptima, el paciente puede tener un patrón de movimientos anormal y desarrollar una lesión por uso excesivo.

⁵³ Ibid, p. 30

⁵⁴ Ibíd. p. 30

Es muy común también que un movimiento articular incida sobre el riesgo de una lesión; en caso de que la movilidad sea escasa o también llamada hipomovilidad; puede llegar a originar lesiones por uso excesivo. Por el contrario, la excesiva movilidad o también llamada hipermovilidad también puede dar lugar a lesiones. Algunos pacientes presentan laxitud articular generalizada; en otros casos, sólo una articulación es hiper móvil; sea cual sea el caso, el deportista deberá fortalecer los músculos que actúan sobre esa articulación para que ellos puedan cumplir la función protectora que no es provista por las estructuras pasivas.

La lista de los factores internos, comprende factores innumerables, se han nombrado las más relevantes que pueden producir lesiones. Algunos factores, como la edad, son imposibles de cambiar; otros, como la fuerza muscular disminuida, escasa movilidad o el sobrepeso, pueden corregirse y hacerlo es crucial para tratar las lesiones por uso excesivo.

4.3 DEFINICIÓN DE ESGUINCE Y SUS GRADOS

José Manuel Ania Palacio (2005), en su libro de Atención especializada del Instituto Catalán de la salud, define al esguince como una torcedura violenta de una articulación sin que se produzca una luxación, pudiendo, incluso, llegar a la ruptura de algún ligamento o fibras musculares próximas al lugar donde se produce el traumatismo; y los clasifica en tres tipos:

- **Esguince leve:** No existe rotura de ligamentos
- **Esguince moderado:** Existe una rotura parcial
- **Esguince grave:** Existe rotura completa del ligamento.

Igualmente Ronald P Pfeiffer, y Brent C Mangus (2007), definen a los esguinces como: “lesiones de los ligamentos que envuelven a las articulaciones sinoviales del cuerpo”.⁵⁵ Clasifican al esguince en tres grados:

⁵⁵ Pfeiffer P. Ronald, Mangus C. Brent. (2007). Las lesiones deportivas (2a ed.), Barcelona, Editorial Paidotribo, p. 19.

- **Esguinces de primer grado:** Son los esguinces de menor gravedad, pues únicamente implican discapacidad funcional y dolores leves. Presentan una ligera hinchazón, a veces ninguna, y hay una afección mínima en los ligamentos.
- **Esguinces de segundo grado:** Son más graves y comportan un daño mayor en los ligamentos, lo cual aumenta el grado de dolor y disfunción. La hinchazón se presenta de manera más acentuada, y se observa una movilidad anormal.
- **Esguinces de tercer grado:** Corresponden a los esguinces más graves y suponen una ruptura total de los ligamentos implicados, la intensidad del daño, del dolor, la hinchazón y la hemorragia son importantes y se asocian con una pérdida considerable de la estabilidad de la articulación.

4.4 MECANISMO DE LESIÓN

Bahr y colaboradores (2007), recalcan que la descripción exacta del mecanismo de lesión es esencial para establecer el diagnóstico apropiado, y particularmente de las lesiones menos frecuentes.

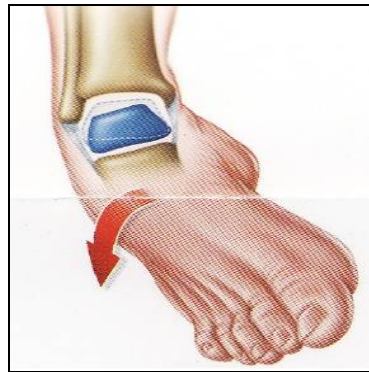
4.4.1 Traumatismos por Inversión

Los traumatismos por inversión, que “ocasionan cerca del 85% de las lesiones del tobillo”,⁵⁶ por lo general van a comprometer a los ligamentos laterales en los pacientes más jóvenes. Tres unidades anatómicas son las que participan directamente en esta lesión, los ligamentos peróneoastragalino anterior, peróneocalcaneo y peróneoastragalino posterior. Son estos tres los actores principales de la estabilidad lateral del tobillo.

⁵⁶ Bahr, et al. (2007), Lesiones deportivas, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación.(1ª ed.). Madrid, Editorial Médica Panamericana.p14.

Por lo general se lesiona primero el ligamento peróneoastragalino anterior donde “alrededor del 50% de los esguinces agudos de tobillo corresponde a roturas aisladas del ligamento peróneoastragalino anterior, cuando este ligamento está comprometido, el ligamento peróneocalcaneo también puede verse afectado, y solo en casos excepcionales, cerca del 1% se lesionan los tres ligamentos laterales”.⁵⁷ El porcentaje de pacientes que presentan una lesión ligamentosa de tipo combinada, es decir de ligamento peróneoastragalino anterior y peróneocalcaneo es más alto cuando ya tienen antecedentes de la lesión.

GRÁFICO # 59 MECANISMO DE LESIÓN POR INVERSIÓN



Fuente: <http://chica-alvarez-entrenamiento-salud.blogspot.com/2011/04>

4.4.2 Traumatismo por Eversión

El traumatismo por eversión generalmente compromete el ligamento deltoideo, “una unidad ligamentosa continua que se desplaza a lo largo del maléolo interno”.⁵⁸ Por lo general las lesiones del ligamento medial se producen solas o asociadas con lesiones de las sindesmosis y fracturas de maléolo externo. “Las lesiones ligamentosas aisladas en la cara media son excepcionales, ya que ascienden solo 1 a 2% de las lesiones de ligamentos en el tobillo”.⁵⁹

⁵⁷ Ibíd. p. 14

⁵⁸ Ibíd. p. 395

⁵⁹ Ibíd. P. 395

Existen varios factores que sustentan el hecho de que la lesión causada por una eversión sea menos frecuente, y según Bahr y colaboradores (2007) son:

- El patrón de movimiento natural en el aterrizaje se produce con el pie en flexión plantar y ligera supinación.
- Otro factor importante, es que el ligamento deltoideo posee una gran fuerza de tracción en comparación con los ligamentos laterales, por este motivo cuando suceden lesiones por eversión, así sea en un mínimo porcentaje, habitualmente comprenden fracturas o traumatismos de la sindesmosis, además de la lesión del ligamento medial.

GRÁFICO # 60 MECANISMO DE LESIÓN POR EVERSIÓN

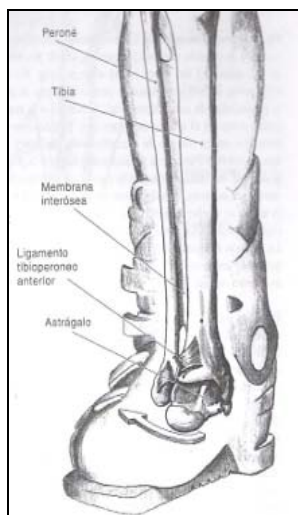


Fuente: <http://chica-alvarez-entrenamiento-salud.blogspot.com/2011/04>

4.4.3 Traumatismo por Rotación Externa

Bahr y colaboradores (2007), describen que la rotación externa fuerte del tobillo puede producir la separación de la tibia y el peroné, acompañado de un desgarro de la sindesmosis anterior; esto por ejemplo puede ocurrir cuando el pie se queda atrapado en una bota de esquí alpino o en un patín de hockey, como lo señala el siguiente gráfico.

GRÁFICO # 61 ROTURA DE LA SINDESMOSIS



Lesión por rotación externa con rotura de la sindesmosis, puede producirse la rotura aislada de la sindesmosis anterior además de la ruptura del Ligamento peróneo astragalino anterior, cuando el pie se bloquea en posición neutra o en ligera dorsiflexión dentro de una bota.

Fuente: Bahr, et al. (2007), Lesiones deportivas, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. (1ª ed.). Madrid, Editorial Médica Panamericana.395.

4.5 CLASIFICACIÓN DE LOS ESGUINCES DE TOBILLO

Los esguinces de tobillo se clasifican según los segmentos ligamentarios afectados, como ya se ha mencionado anteriormente. Los esguinces más comunes se presentan por un mecanismo de inversión, sin embargo por eversión también resultan afectados partes blandas que influirá en la estabilidad articular.

4.5.1 Clasificación de los Esguinces Laterales

Maribel Caraballo y Mónica Núñez Rodríguez (2004), clasifican a los esguinces laterales de la siguiente manera:

El esguince **de tobillo leve o grado 1 lateral**, se produce la rotura de algunas fibras del ligamento peróneo astragalino anterior. El paciente presenta una tumefacción moderada, leve derrame y dolor discreto localizado en la zona de la rotura, el tobillo esta estable y permite la carga. Como lo demuestra el siguiente gráfico.

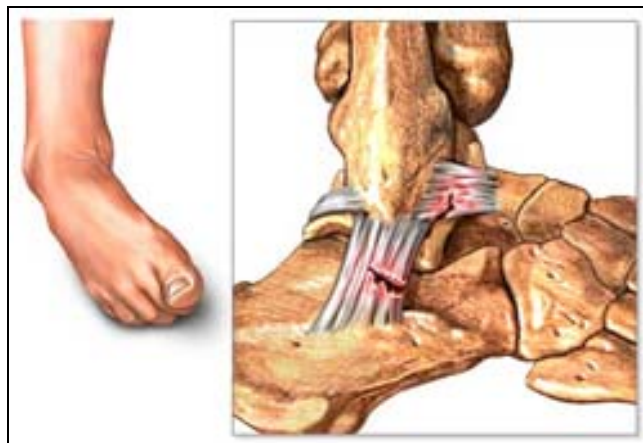
GRÁFICO # 62 ESGUINCE DE TOBILLO LATERAL GRADO 1



Fuente: <http://www.vitonica.com/lesiones>

En el esguince de tobillo **moderado o de grado 2, lateral**, se encuentra una rotura casi completa del ligamento peróneo astragalino anterior, así como una discreta distensión del ligamento peróneo calcáneo, como lo demuestra el siguiente gráfico. Clínicamente se observa inflamación importante, hemorragia, y dolor localizado en la cara anterolateral o anteromedial. La inestabilidad puede o no aparecer, existe impotencia funcional.

GRÁFICO # 63 ESGUINCE DE TOBILLO LATERAL GRADO 2

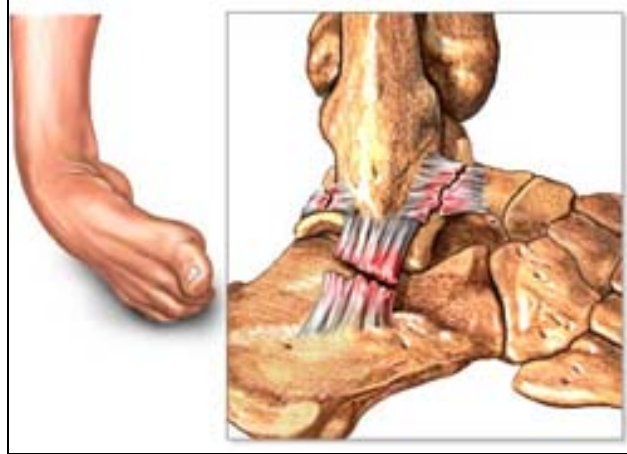


Fuente: <http://www.vitonica.com/lesiones>

El esguince **grave o de grado 3 lateral**, implica la rotura completa del ligamento peróneo astragalino anterior y peróneo calcáneo como lo señala el gráfico; así como un desgarramiento capsular, en caso de exista ruptura del ligamento peróneo astragalino posterior, se origina una luxación de tobillo, y la prueba de

cajón anterior será positiva. Existe una total inestabilidad articular e impotencia funcional.

GRÁFICO # 64 ESGUINCE DE TOBILLO LATERAL GRADO 3



Fuente: <http://www.vitonica.com/lesiones>

4.5.2 Clasificación de los esguinces en la que se afecta el sistema ligamentario medial o interno

Cuando se produce una lesión del sistema ligamentario interno del tobillo, el mecanismo de lesión como se explicó anteriormente, es por eversión; y pueden ocasionar un desgarro incompleto del ligamento deltoideo. “Las lesiones del ligamento medial también se observan asociadas a fracturas maleolares y a lesiones de los ligamentos laterales”.⁶⁰

“Cuando la planta del pie gira hacia afuera durante la pronación, suele producirse este tipo de desgarro que genera dolor al mover o cargar la articulación del tobillo. Este tipo de lesión es frecuente tanto en jóvenes con ligamentos fuertes, como en personas de edad mayor con huesos frágiles”.⁶¹

Al igual, como sucede en la lesión de los ligamentos laterales, “los principales hallazgos comprenden dolor con la palpación y la tumefacción por debajo del maléolo interno, con la rotura completa del ligamento deltoideo, a

⁶⁰ Bahr, et al. (2007), Lesiones deportivas, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación.(1ª ed.). Madrid, Editorial Médica Panamericana, p399

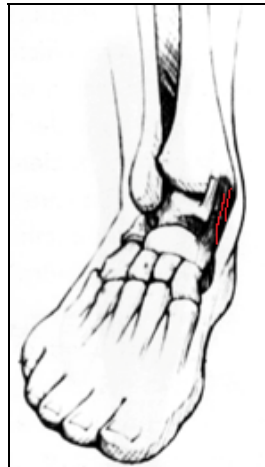
⁶¹ Ibid, p399

menudo se puede palpar un defecto en la estructura”.⁶² El esguince de tobillo causado por una eversión va a presentar la misma clasificación y grados, sin embargo como se ha mencionado el ligamento afectado va a ser el único variante.

“El ligamento deltoideo, que estabiliza el lado medial del tobillo, es tan fuerte que el traumatismo que tensa esta estructura, tiende a una fractura del maléolo interno en vez de producirse el desgarro del ligamento”.⁶³ El grado de severidad de esta clase de esguince, es paralela y de idéntica característica del esguince externo; con excepción de que tras la lesión casi nunca se aprecia un inflamación inmediata, y normalmente el individuo puede continuar con la actividad.

En el esguince **de tobillo medial leve** existe un estiramiento del ligamento deltoideo, con ausencia de desgarro macroscópico, tumefacción y dolor a la palpación, trastorno funcional mínimo, y ausencia de inestabilidad articular, como lo señala el siguiente gráfico.

GRÁFICO # 65 ESGUINCE DE TOBILLO MEDIAL GRADO 1



Fuente: <http://www.traumatrucos.es>

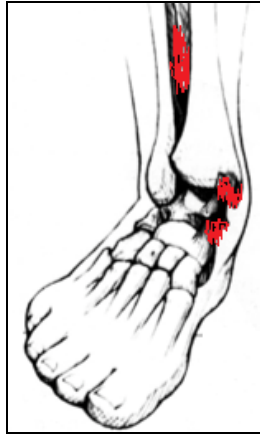
En el esguince de tobillo **moderado o de grado 2, medial** existe un desgarro parcial del ligamento deltoideo, tumefacción y dolor a la palpación

⁶² Ibid, p399

⁶³ Ward, Robert, C. Osteopathic Asociation American. (2006). Fundamentos De Medicina Osteopática. (2ª ed.), Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana, p864.

moderada, cierta pérdida de la función articular e inestabilidad articular leve. Puede haber afectación y un desgarro parcial del ligamento interóseo, por ende afectación de la sindesmosis tibioperónea, como lo indica el siguiente gráfico.

GRÁFICO # 66 ESGUINCE DE TOBILLO MEDIAL GRADO 2



Fuente: <http://www.traumatrucos.es>

En el esguince **grave o de grado 3**, se asocia a un desgarro completo de los ligamentos, (ligamento deltoideo con sus tres porciones, ligamento interóseo, algunas veces ligamento peróneo astragalino anterior. Presenta tumefacción intensa, equimosis, dolor a la palpación, extremidad inferior incapaz de mantener el peso corporal e inestabilidad articular mecánica, en este grado, la mayoría de casos la acompaña una fractura de maléolo interno, externo, o bimalleolar, con ruptura total de la sindesmosis tibioperónea, como lo señala el siguiente gráfico.

GRÁFICO # 67 ESGUINCE DE TOBILLO MEDIAL GRADO 3



Fuente: <http://www.traumatrucos.es>

4.6 FISIOLÓGÍA DE LA LESIÓN

Según como lo describe Tom Bisio (2007), el esguince de tobillo, además de ser una de las lesiones deportivas más comunes, puede ocurrir simplemente al cruzar la calle. “Los esguinces de tobillo pueden tardar mucho en curarse, y muchas veces evitan o interfieren en las actividades deportivas, durante un largo período de tiempo.”⁶⁴

4.6.1 El Proceso Inflamatorio

Siempre que los tejidos sufren algún daño como resultado de una lesión, el cuerpo reacciona con rapidez, llevando a cabo una serie de acciones fisiológicas predecibles y destinadas a reparar los tejidos afectados. Sin importar que tipo de tejidos hayan sido afectados la respuesta inicial del cuerpo frente a un traumatismo es la inflamación. Este proceso empieza durante los primeros minutos; los signos y síntomas normales de la inflamación, incluyen hinchazón, dolor, enrojecimiento de la piel conocido como eritema y aumento de la temperatura de la zona lesionada.

Ronald Pfeiffer P y Brent Mangus (2007) describen al proceso inflamatorio como un proceso en el que incluyen fases específicas, iniciando con una fase aguda, la sigue la fase de resolución y finaliza con la fase de regeneración y reparación; cada una cumple una función específica y todas son esenciales para la reparación correcta de las estructuras dañadas.

4.6.1.1 Fase Inflamatoria Aguda

Cuando existe daño de tejido óseo, ligamentario o tendinoso, existe daños de millones de células. Para iniciar se presenta un proceso de vasoconstricción en el cual el flujo del área se reduce, pero tan solo unos minutos más tarde el flujo comienza a aumentar denominado por el contrario, vasodilatación. La fuerza mecánica de la lesión normalmente produce daños

⁶⁴ Bisio Tom. (2007). Tratamiento y Terapias de la Medicina Deportiva China. (1ª ed.). Badalona. Editorial Médica Paidotribo, p. 31.

en distintos tejidos blandos, incluidos los vasos sanguíneos. Como resultado el súbito aumento de flujo sanguíneo entre las células en el espacio intersticial va a llevar a la formación de un hematoma. El Dorland's Pocket Medical Dictionary (1977) define al hematoma como una acumulación localizada de sangre extravascular; el cual es a su vez un paso importante del proceso inflamatorio.

“Según Lachman (1998), los hematomas pueden presentarse con rapidez ya que durante la fase aguda de una lesión el flujo sanguíneo puede llegar a ser hasta diez veces mayor que el flujo normal.”⁶⁵ La coagulación y cese de la hemorragia distal en el punto de la lesión, reduce el riego sanguíneo a los tejidos circundantes del área primaria de la lesión; esta interrupción del riego sanguíneo de los tejidos sanos causa muerte celular y disrupción de la membrana plasmática por falta de un adecuado aporte de oxígeno.

Ronald Pfeiffer P. y Brent Mangus (2007) (2007) citan a Fick y Jhonson, que en el año (1993), describen tres sustancias químicas principales que se activan durante la fase aguda de inflamación y son:

- Enzimas degenerativas que destruyen las células.
- Sustancias vasoactivas que actúan como vasodilatadoras
- Factores quimiotácticos que atraen otros tipos de células

La histamina, como la describe Ronald Pfeiffer P. y Brent Mangus (2007) es una poderosa sustancia química inflamatoria. Es liberada por distintos tipos de células y produce en poco tiempo vasodilatación y un aumento de la permeabilidad vascular. Otro actor principal dentro de este proceso es el factor hageman, que es transportado por la sangre y se activa cuando encuentra tejidos afectados, produciendo una serie de cambios localizados en la región dañada activando el sistema de complemento, donde actúan distintas sustancias químicas similares a las estructuras que desempeñan las

⁶⁵ Pfeiffer P. Ronald, Mangus C. Brent. (2007). Las lesiones deportivas (2a ed.), Barcelona, Editorial Paidotribo, p. 113.

principales funciones en la reacción inflamatoria y que ayudan a traer a otras estructuras celulares a la zona, y es cuando sucede el proceso de quimiotaxis cuando los leucocitos, o células blancas son atraídos formando una parte clave dentro del proceso de inflamación.

“El factor hageman, antes nombrado, es el responsable, así mismo de la creación de otra poderosa sustancia inflamatoria llamada bradicinina”.⁶⁶ Esta incide directamente en el tejido vascular aumentando la permeabilidad y activando la liberación de las prostaglandinas, que según como lo describe John L. Ingrahamy junto con Catherine A. Ingrahamy (1998), esta sustancia induce la vasodilatación y a un aumento considerable de la permeabilidad de los capilares sanguíneos, y como consecuencia a esto, se produce una pérdida de líquidos del torrente circulatorio, acompañado de hinchazón en tejidos cercanos. Una vez que las distintas sustancias químicas se han juntado para aumentar la permeabilidad vascular, inicia el proceso denominado como fagocitosis, en el cual se produce un englobamiento y destrucción de las células.

“Los neutrófilos constituyen uno de los principales componentes celulares de la respuesta inflamatoria”.⁶⁷ El número de neutrófilos que se hallan en el área dañada pueden aumentar mucho durante las primeras horas de inflamación aguda, y según Guyton (1986), pueden llegar a ser cuatro veces el nivel normal. Estos llegan con gran rapidez al lugar de la lesión, pero viven poco tiempo, únicamente alrededor de 7 horas sin tener medios de reproducción, y cuando mueren participan sustancias esenciales, que por el contrario estos viven meses y se encargan de consumir restos celulares mediante el proceso de la fagocitosis.

Finalmente, Ronald Pfeiffer P. y Brent Mangus (2007), describen otra sustancia muy importante que interviene en el proceso inflamatorio, es el ácido araquidónico, que resulta ser el producto de la interacción de las enzimas de

⁶⁶ Ibid, p113.

⁶⁷ Montero Benzo Rafael, Vicente Guillén Rosario. (2006). Tratado de trasplante de órganos, Volumen 2. Madrid. Editorial ARAN, p6.

los leucocitos y fosfolípidos generados por las membranas de las células destruidas. Este ácido sirve como catalizador de una serie de reacciones que producen distintas sustancias, entre las que se incluyen los leucotrienos, que atraen durante la fase inflamatoria los leucocitos a la zona dañada.

En resumen se podría decir que la fase inflamatoria aguda consiste en apartar la zona dañada del resto del cuerpo, junto con la formación de restos celulares, enzimas y otras sustancias que sirven para deshacerse de las estructuras destruidas y que proporcionan los componentes necesarios para la reparación de los tejidos. Según Arnheim (1989), autor citado por Ronald Pfeiffer P. y Brent Mangus (2007) en su libro de las Lesiones deportivas. La fase inflamatoria aguda de la lesión dura hasta 3 a 4 días; a menos que este se agrave por un traumatismo adicional, como cuando un deportista regresa a su actividad deportiva demasiado pronto después de ha sucedido la lesión.

4.6.1.2 Fase de Resolución o de Curación

Ronald Pfeiffer P. y Brent Mangus (2007), describen que este proceso sucede, una vez que la fase inflamatoria haya sido resuelta, en ese momento empieza la reparación de los tejidos, donde células especializadas entre las que influyen polimorfos nucleares, monocitos considerados células especializadas de leucocitos, e histocitos perteneciente a una clase de macrófagos, acuden al área afectada e inician el proceso de destrucción de los restos celulares, dejando el sitio libre para la creación de un nuevo tejido, donde el terreno queda libre, y este se prepara para la fase final del proceso inflamatorio.

4.6.1.3 Fase de Regeneración y Reparación

Ronald Pfeiffer P. y Brent Mangus (2007), mencionan que, a excepción de los huesos, los tejidos conectivos del cuerpo se curan por sí mismos creando un tejido cicatrizal, que comienza a formarse 3 o 4 días después de haberse producido la lesión; y todo este proceso sucede gracias a los fibroblastos, que según el Dorland's Pocket Medical Dictionary (1977), estas son células que

generan fibras inmaduras de tejido conectivo que devienen en distintos tipos de células, estos se vuelven activos en este período y producen fibras de colágeno y proteoglicanos, que ayudan a retener el agua en los tejidos.

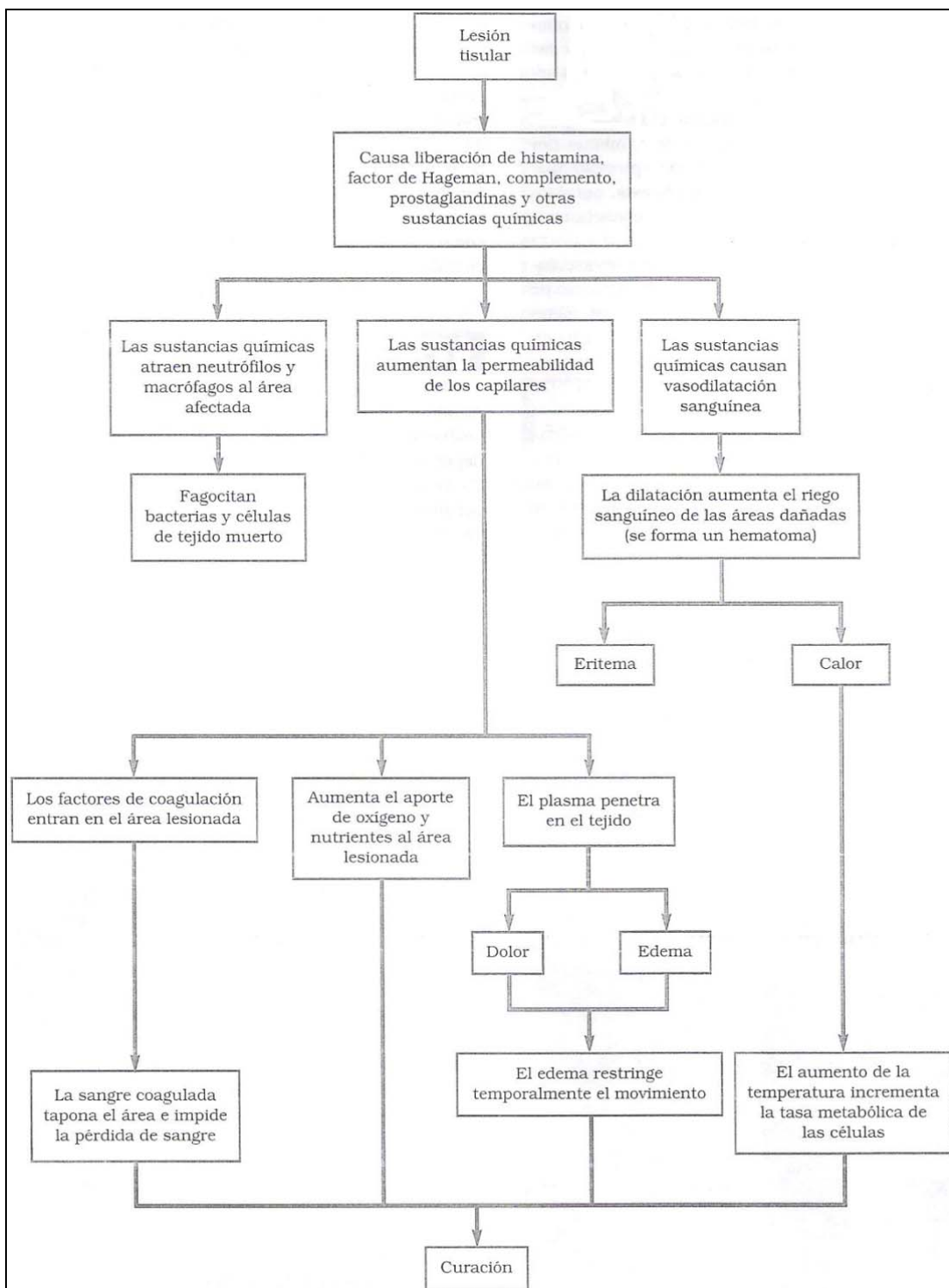
El sistema circulatorio, específicamente los capilares dañados comienzan a repararse por sí mismo tan sólo unos días después de la lesión. Este proceso que se conoce como angiogénesis, consiste en la creación de nuevos capilares que se conectan entre sí para formar nuevos vasos.

Con la formación de nuevos suministros vasculares los nuevos tejidos pueden continuar su proceso de maduración lo cual puede durar hasta cuatro meses, “el tejido cicatrizal en condiciones ideales puede ser hasta un 95% más fuerte que el tejido original pero su fuerza es muy inferior hasta un 30% menos.”⁶⁸ Es necesario cierto esfuerzo para que los tejidos se activen y las fibras de colágeno formen líneas paralelas y den así origen a una configuración más fuerte. Hacer ejercicios de rehabilitación adecuados es de vital importancia en este proceso.

En la siguiente tabla, se describirá el proceso inflamatorio descrito anteriormente.

⁶⁸ Pfeiffer P. Ronald, Mangus C. Brent. (2007). Las lesiones deportivas (2a ed.), Barcelona, Editorial Paidotribo, p. 116.

GRÁFICO # 68
PROCESO INFLAMATORIO



Fuente: Pfeiffer P. Ronald, Mangus C. Brent. (2007). Las lesiones deportivas (2a ed.), Barcelona, Editorial Paidotribo p115,

4.7 LAS LESIONES AGUDAS Y EL DOLOR

Ronald Pfeiffer P. y Brent Mangus (2007), mencionan que, aunque a menudo la inflamación sea el aspecto más visible de una lesión aguda, desde la perspectiva de los deportistas el dolor es el mayor problema inmediato. Citan a Thomas (1997), quien explica que se trata de un proceso psicológico, con respecto a lo emocional, y fisiológico refiriéndose a daños de tejidos. Como fenómeno fisiológico el dolor es el resultado de las señales sensoriales aferentes que transmite el sistema nervioso y que identifica la localización de los daños cuando los tejidos sufren daños ocurre una alteración de la homeostasis normal de las estructuras afectadas.

4.7.1 El dolor de los Tejidos Blandos y sus Mecanismos de Valoración

“Ante el concepto de dolor no podemos exigir la objetividad de la ciencia física; aunque en el dolor físico pueda medirse la magnitud de la sensación en un fisiógrafo” .⁶⁹

Michelle H. Cameron (2009), describe al dolor como una experiencia basada en una interacción compleja de procesos físicos y psicológicos. Se considera una experiencia sensitiva y emocional desagradable que se asocia a una lesión tisular posible o real descrita en términos de dicha lesión. Explica que, el dolor por lo general actúa como una alarma para proteger al organismo de las lesiones, y por lo tanto, presta una función fundamental a la supervivencia. Es importante destacar que “el dolor no es sólo la activación de receptores de estímulos nocivos, conocida como nocicepción, sino también las experiencias sensoriales, el sufrimiento y las alteraciones del comportamiento que se asocian con dicha activación.” ⁷⁰

Así mismo Michelle H. Cameron (2009), considera que el síntoma del dolor se origina en los tejidos blandos, lo que indica que existen vías nerviosas

⁶⁹ Vélez Correa Luis Alfonso. (2003), Ética Médica, interrogantes acerca de la medicina la vida y la muerte, (3ª ed.). Medellín. Editorial CIB, p58.

⁷⁰ Cameron Michelle H. (2009), Agentes Físicos en Rehabilitación de la investigación a la práctica (3ª ed.). Barcelona. Editorial Elsevier, p.49.

que se originan en estos tejidos. El tema del dolor es muy amplio y, en décadas recientes ha recibido gran interés y estudio, puede afirmarse con seguridad que el dolor se considera como una sensación desagradable de naturaleza aguda o crónica, es decir, diferenciada por el factor tiempo.

4.7.2 Fundamentos Anatómicos del Dolor

“El dolor es una respuesta subjetiva por lesión o agresión a un tejido del cuerpo. Para la transmisión de este impulso, debe intervenir un nervio, desde el tejido lesionado hasta los mecanismos espinales que al final se registran y se interpretan como dolor por el cerebro” ⁷¹

La iniciación de la conducción nerviosa es electroquímica, se considera molecular, en donde hay paso de sodio, potasio y cloruros a través de una membrana semipermeable que rodea al axón de un nervio. Este paso de iones, cambia el estado eléctrico del axón, y esta alteración despolariza al nervio, lo que da por resultado la transmisión de un impulso.

La información originada por un estímulo nocivo se transmite por los nervios periféricos que después hacen sinapsis con las vías nerviosas de la médula espinal y, la información asciende mediante numerosas vías hasta el cerebro, sigue por el bulbo y cerebro medio y termina en el tálamo. Desde aquí la información se transmite a la corteza, en donde se interpreta su significado. Los estímulos nociceptivos se originan en tejidos blandos para su transmisión mediante nervios periféricos.

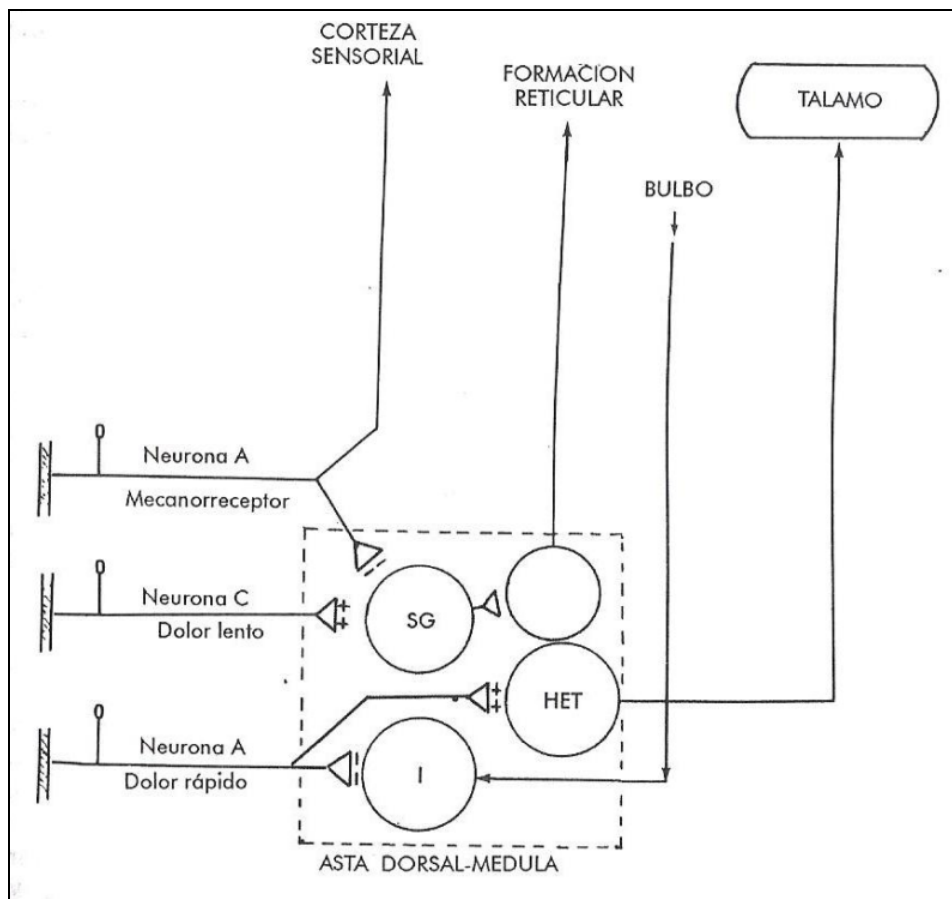
- Mecanismos de recepción nociceptiva

Existen tres clases principales de receptores de dolor relacionados específicamente con los estímulos antes mencionados, que serán descritos y señalados en el gráfico siguiente.

⁷¹ Cailliet Rene. (1997). Síndromes Dolorosos, incapacidad y dolor de los tejidos blandos, (3ª ed.). México D. F. Editorial El Manual Moderno, p, 17.

- **Los mecanorreceptores:** tienen umbral muy alto y responden a estímulos mecánicos que no producen lesión, sus impulsos se transmiten a través de fibras delta (A) en los nervios periféricos.
- **Los termorreceptores:** responden a cambios de temperatura e inician impulsos en fibras delta (A), así como en fibras C no mielinizadas.
- **Los receptores polimodales:** reaccionan a estímulos potencialmente dañinos, como químicos, de altas temperaturas o mecánicos intensos; crean impulsos transmitidos por fibras C.

GRÁFICO # 69 MECANISMOS DE RECEPCIÓN DEL DOLOR



Fuente: Cailliet Rene. (1997). Síndromes Dolorosos, incapacidad y dolor de los tejidos blandos, (3ª ed.). México D. F. Editorial El Manual Moderno p19.

4.7.3 Tipos de Dolor

Según Michelle H. Cameron, (2009), el dolor se puede clasificar según su duración u origen. Es primordial determinar qué tipo de dolor presenta el paciente ya que esto ayudará a los profesionales del área de salud a determinar los mecanismos y los procesos que pueden contribuir a la sensación dolorosa, y facilitará la selección de la intervención más adecuada para controlar o aliviar el síntoma.

Luis Miguel Torres Morera (2001), en su libro de Tratado de Anestesia y Reanimación, menciona que el dolor según su etiología, mecanismo fisiopatológico, sintomatología y función biológica el dolor puede clasificarse en agudo y crónico, afirma que mientras el dolor agudo es el síntoma de determinada enfermedad, el crónico constituye con frecuencia la propia enfermedad, como se describe a continuación.

- **Dolor Agudo:** se define como una compleja constelación de experiencias sensoriales, perceptivas, emocionales que llevan asociadas repercusiones emocionales y conductuales. Se producen fundamentalmente por estímulos nociceptivos, es decir suceden por la estimulación de estructuras nerviosas. El mecanismo de producción por lo general suele ser bien conocido y el diagnóstico no es complicado. Es un mecanismo biológico de alarma, que pretende el mantenimiento de la homeostasis, da lugar a la aparición de reflejos de protección y posturas de defensa.
- **Dolor Crónico:** este es un dolor que persiste al menos un mes más que la lesión causal, y permanece una vez que dicha lesión haya desaparecido. No produce grandes alteraciones en las respuestas simpáticas y puede originarse por la cronificación de procesos agudos, alteraciones psicopatológicas o factores ambientales.

4.7.4 Medición del Dolor

Para determinar el tratamiento más adecuado para el dolor de un paciente y para valorar la eficacia de dicho tratamiento, es muy útil valorar la naturaleza e intensidad del dolor que experimenta el paciente, dicha valoración debe intentar dilucidar las causas, origen, intensidad, duración, grado, e incluso si la intensidad del mismo llega o no a afectar las actividades diarias del paciente.

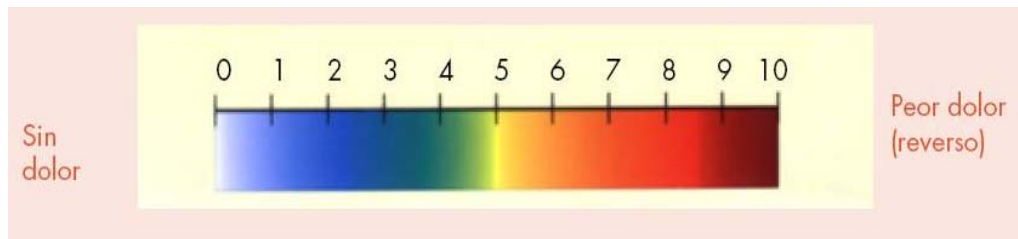
Michelle H. Cameron, (2009) menciona que actualmente, se han desarrollado diversos métodos y herramientas de valoración para cuantificar y cualificar el dolor. Estos métodos se basan, en que los pacientes definen su nivel de dolor en una escala bien analógica visual o numérica; en el cual se realiza una comparación del dolor actual con el dolor experimentado al sufrir la lesión, en respuesta a un estímulo doloroso predefinido y cuantificable; o en la selección de palabras de un listado para describir la experiencia actual del dolor. “Estas herramientas proporcionan diferentes cantidades y tipos de información, y requieren un tiempo y capacidad cognitiva variables para su utilización”.⁷²

- Escalas visuales analógicas y numéricas

Michelle H. Cameron, (2009), describe que estas escalas son las que permiten valorar la gravedad del dolor pidiendo al paciente que indique el nivel actual de dolor sobre una línea, o que elija un número de una escala que va de 0 a 10, como lo explica el gráfico siguiente. También existen otros tipos de valoraciones de dolor, en la que se puede utilizar dibujos que representen caras con distintas expresiones, para representar distintas experiencias de dolor. Las escalas de dolor basadas en la expresión y el comportamiento de un niño se utilizan para cuantificar el dolor en niños muy pequeños o personas que presenten una disminución del coeficiente intelectual.

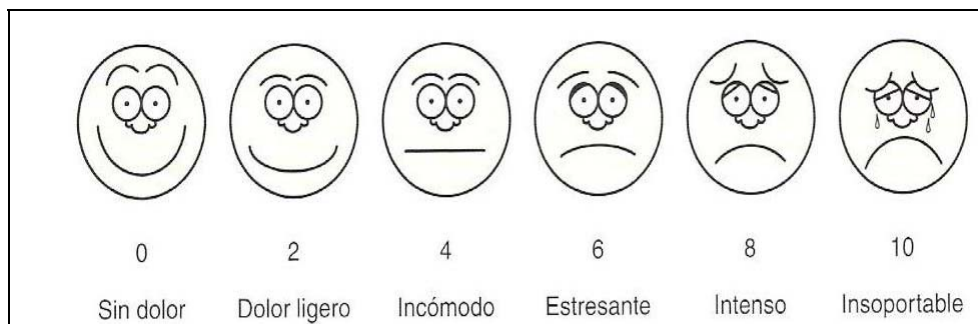
⁷² Cameron Michelle H. (2009), Agentes Físicos en Rehabilitación de la investigación a la práctica (3ª ed.). Barcelona. Editorial Elsevier.p60.

GRÁFICO # 70 ESCALAS PARA VALORAR EL DOLOR (ADULTOS)



Fuente: <http://ucienf.blogspot.com/2011/02/eva-escala-simple-y-visual-para-valorar.html>

GRÁFICO # 71 ESCALAS PARA VALORAR EL DOLOR A NIÑOS, O A ADULTOS CON PROBLEMAS COGNITIVOS



Fuente: Cameron Michelle H. (2009), Agentes Físicos en Rehabilitación de la investigación a la práctica (3ª ed.). Barcelona. Editorial Elsevier 61.

4.8 CLÍNICA DEL ESGUINCE DE TOBILLO




La clínica del esguince de tobillo se va a presentar de igual forma, sin depender el mecanismo de lesión, ni el sistema ligamentario afectado.

Miguel Ángel Arcas Patricio (2006), describe que la clínica del esguince de tobillo se presenta frecuentemente con signos de inflamación, síntomas de dolor muy intenso localizado a nivel de la articulación mediotarsiana. En unos instantes después de haber sido producida la patología, la impotencia funcional puede ser absoluta, e inclusive en casos el apoyo del miembro afectado resulta ser imposible.

Los movimientos de aducción acompañados de supinación pasiva de la articulación mediotarsiana y la palpación a nivel de la interlínea articular agravan el dolor.




A continuación se presentan dos tablas, las cuales de una manera gráfica describen los síntomas y signos del esguince de tobillo.

TABLA # 31 SIGNOS DEL ESGUINCE DEL TOBILLO

SIGNOS	IMAGEN
Tumefacción pre maleolar o submaleolar	
Edema	
Equimosis	

Elaborado por: María Paz Velásquez, 22/02/2012

TABLA # 32 SÍNTOMAS DEL ESGUINCE DE TOBILLO

SÍNTOMAS	IMAGEN
Dolor en región maleolar, o retromaleolar	
Impotencia Funcional	
Inestabilidad Articular	

Elaborado por: María Paz Velásquez, 22/02/2012

4.9 VALORACIÓN DEL ESGUINCE DE TOBILLO

4.9.1 Datos Anatómicos significativos para la Valoración de un Esguince de Tobillo

“La estabilidad de una articulación depende de las restricciones inherentes debidas a la configuración ósea y, así mismo, de las limitaciones activas y pasivas de los tejidos blandos”.⁷³ La articulación del tobillo es muy

⁷³Brent Brotzman S, Wilk Kevin E. (2005), Rehabilitación Ortopédica Clínica (2ª ed.). Madrid. Editorial Elsevier, p. 357.

estable en posición neutra, puesto que la ancha porción anterior del astrágalo encaja cómodamente en la mortaja del tobillo, como ya se explicó anteriormente en la estabilidad biomecánica del pie y tobillo.

Brent Brotzman S, Wilk Kevin E (2005), menciona que la restricción activa de los tejidos blandos depende de las unidades musculotendinosas que participan en el movimiento y sostén de la articulación del tobillo, sin embargo, el astrágalo no presenta inserciones tendinosas, lo cual le obliga a depender indirectamente de las acciones musculares de los huesos adyacentes a la articulación del tobillo. Menciona que el sostén pasivo de la articulación del tobillo lo proporcionan la sindesmosis y los ligamentos mediales, laterales y posteriores.

4.9.2 Diagnóstico Médico

“La mayoría de las lesiones de tobillo deben tratarse en el ámbito de la atención primaria, por lo general el problema radica en la diferenciación entre las lesiones de los ligamentos laterales y las fracturas del maléolo externo”.⁷⁴ Bahr y colaboradores (2007), destacan que la exploración física debe ser precisa, ya que dependiendo de su resultado, se determina si el paciente debe ser sometido a una evaluación radiológica, que de ser el caso, debe hacerlo de inmediato.

El objetivo de la exploración física en la etapa aguda es un factor primordial, ya que a partir de este proceso, se realiza el diagnóstico diferencial, es decir, se define si existe compromiso de los ligamentos laterales, mediales, o de otras lesiones que requieran inmovilización temprana o tratamiento quirúrgico de inmediato. “Durante la etapa aguda no se requieren otros estudios cuando la exploración física permite la exclusión de los diagnósticos más importantes”.⁷⁵

⁷⁴ Bahr, et al. (2007), Lesiones deportivas, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación.(1ª ed.). Madrid, Editorial Médica Panamericana.p394.

⁷⁵ *Ibíd.* p. 394.

A pesar de que la exploración física es realizada con la misma precisión en todos los pacientes sea cual sea su actividad, es necesario recalcar que en caso de que el paciente sea deportista, es importante obtener un completo historial del mismo, así como conocer los detalles del incidente, incluyendo la actividad en el momento de la lesión y la posición/rotación del pie y el tobillo durante el episodio traumático. “También es importante recabar información acerca de anteriores esguinces de tobillo.”⁷⁶

4.9.2.1 Exploración Física

Según S. Brent Brotzman y Kevin E. Wilk (2007), la exploración física revela una tumefacción leve en los esguinces de grado 1, y una tumefacción moderada o intensa y difusa en los esguinces de grados 2 y 3. Por regla general, el paciente presenta dolor a la palpación del borde anterior del peroné en las lesiones del ligamento peróneo astragalino anterior, o en el extremo del peroné en las lesiones del ligamento calcáneo peróneo. También deben palparse la región de la sindesmosis y la base del quinto metatarsiano para descartar posibles lesiones de estas estructuras. Ya que como se ha comentado, cuando existe una afectación de la estabilidad ligamentaria de la sección interna del tobillo, esta puede estar acompañada muchas veces de fracturas maleolares, o una afectación directa del ligamento interóseo involucrando directamente a la sindesmosis de la articulación.

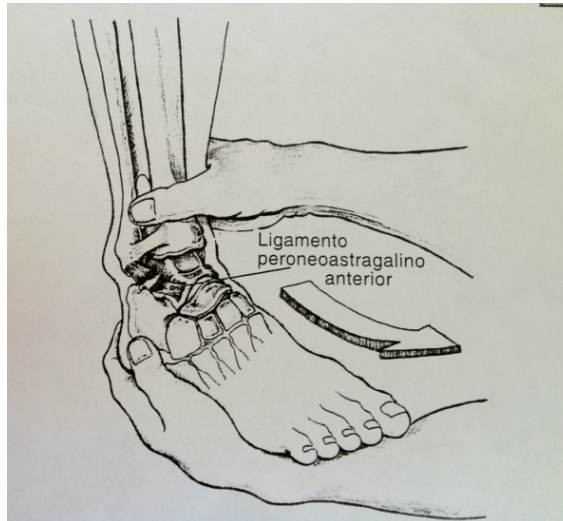
En la identificación de los signos de inestabilidad articular se utiliza la prueba del cajón anterior y la prueba de inversión forzada. S. Brent Brotzman y Kevin E. Wilk (2007), describen que esta prueba se realiza estabilizando con una mano la parte distal de la tibia por delante y, con la otra mano, traccionando del pie en ligera flexión plantar hacia adelante detrás del talón. El hallazgo de una traslación anterior de más de 5 mm indica un desgarro del ligamento peróneo astragalino anterior. Así mismo se debe realizar la prueba de inversión forzada, esta se realiza estabilizando con una mano la parte distal de la tibia mientras con la otra mano se realiza una inversión subastragalina. El

⁷⁶ Garret William E, et al (2005), Medicina del fútbol, (1ª ed.). Badalona. Editorial Paidotribo, p. 12.

hallazgo de más de 5 mm junto a una parada final blanda indica una lesión combinada del ligamento peróneo astragalino y el ligamento calcáneo peróneo.

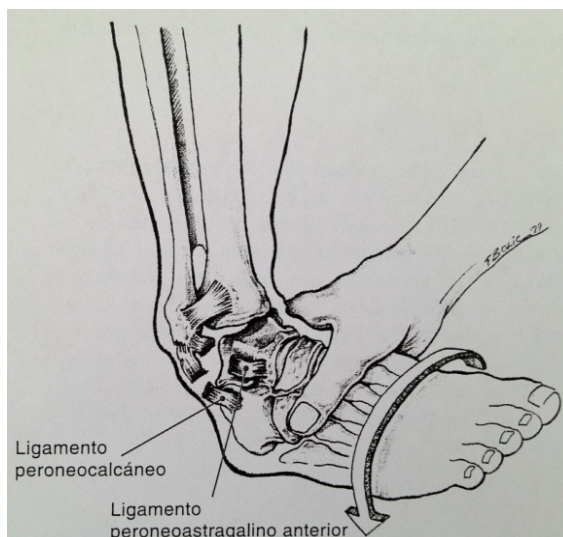
A continuación se describen los gráficos de las dos pruebas mencionadas.

GRÁFICO # 72 PRUEBA DE CAJÓN ANTERIOR



Fuente: Bahr, et al. (2007), Lesiones deportivas, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación, (1ª ed.). Madrid. Editorial Médica Panamericana, p15.

GRÁFICO # 73 PRUEBA DE INVERSIÓN FORZADA



Fuente: Bahr, et al. (2007), Lesiones deportivas, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación, (1ª ed.). Madrid. Editorial Médica Panamericana, p15.

Así mismo Garret, y colaboradores (2006) en el libro de Medicina del fútbol, mencionan que el examen físico se realiza posterior a la elaboración de un historial detallado del paciente; aclaran que dentro del examen se debe incluir tanto pie como rodilla, ya que a menudo se descubren lesiones combinadas, debe realizarse una comparación con el tobillo opuesto. Recalcan que las lesiones de la sindesmosis tibioperoneal distal, deben ser evaluadas cuidadosamente, ya que a menudo, son pasadas por alto. Esta evaluación se lleva a cabo mediante la prueba de compresión interna del peroné contra la tibia estable, y esto hará que el paciente manifieste dolor en región anterolateral.

De igual manera Bahr junto a sus colaboradores (2007), en el libro de Lesiones Deportivas, Diagnóstico, Tratamiento y Rehabilitación propone que dentro de la exploración física se incorporen los siguientes parámetros:

- Inspección

Donde menciona que la lesión de los ligamentos laterales por lo general produce tumefacción por delante y por detrás del maléolo externo, igualmente el edema puede acumularse rápidamente y ser bastante pronunciado; sin embargo, sobre todo en los deportistas, el tratamiento inmediato es tan efectivo con compresión y enfriamiento, que al momento del examen puede que no haya tumefacción o es mínima. Recalca que el personal médico que efectúe la evaluación puede que pase por alto o subestime una lesión si ignora el tratamiento recibido anteriormente, ya que el masaje con hielo y el tratamiento con frío pueden reducir notablemente el dolor espontáneo, así como el dolor a la palpación.

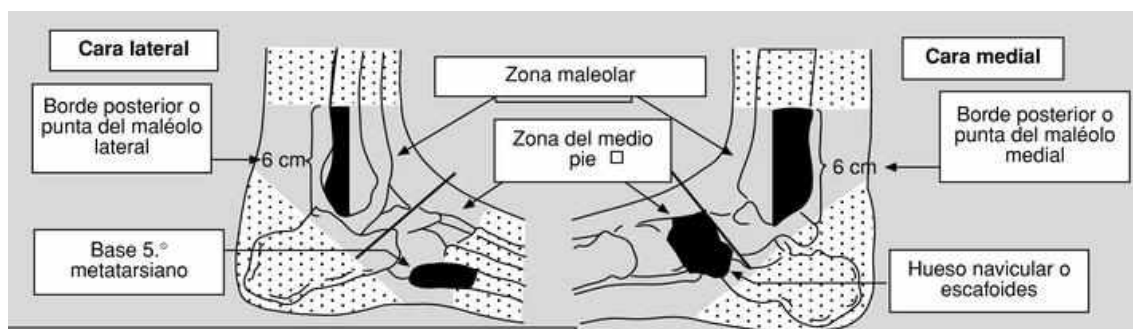
- Palpación

Bahr junto a sus colaboradores (2007), ponen énfasis en este procedimiento, debe realizarse muy minuciosamente, ya que se lo considera como uno de los elementos más importantes durante la exploración física. El

personal médico debe recordar que el ligamento peróneoastragalino anterior está por delante y debajo del extremo del peroné.

Mencionan que de acuerdo con las reglas de Ottawa, hay que destacar la palpación de las cuatro estructuras siguientes: maléolo externo, maléolo interno, base del quinto metatarsiano y hueso navicular, como se muestra en el siguiente gráfico. “La exploración dirigida de estas cuatro estructuras proporciona 100% de sensibilidad en el caso de fracturas clínicamente importantes, con especificidad de 59%. Por lo tanto, la exploración radiológica sólo es necesaria cuando el examen palpatorio es positivo”.⁷⁷

GRÁFICO # 74
PALPACIÓN DE ESTRUCTURAS ÓSEAS SEGÚN LA OTTAWA



Fuente: http://www.laalamedilla.org/Utilidades/reglas_de_ottawa.htm

Se debe palpar el borde medio del peroné y la tibia, la base del quinto metatarsiano, y sobre el hueso navicular. La exploración radiológica no será necesaria en la fase aguda cuando el paciente no experimenta dolor con la palpación en estas áreas y puede apoyar el peso de la extremidad afectada.

- Movimiento

Bahr junto a sus colaboradores (2007), recomiendan evaluar la amplitud del movimiento de manera activa y pasiva. El dolor al final de la amplitud con flexión plantar o dorsiflexión forzada, puede revelar una compresión del

⁷⁷ Bahr, et al. (2007), Lesiones deportivas, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación.(1ª ed.). Madrid, Editorial Médica Panamericana.p14

compartimento anterior o posterior, así mismo el dolor al realizar inversión o eversión máxima puede ser indicativo de una lesión osteocartilaginosa.

Para realizar la evaluación de la amplitud de movimiento, es necesario conocer los grados de amplitud articular normal, como lo demuestra la siguiente tabla, y siempre compararlos con el lado sano.

TABLA # 33 GONIOMETRÍA DEL TOBILLO

Movimiento	Grados
Dorsiflexión o Flexión Dorsal	20 grados
Plantiflexión o flexión Plantar	30 a 50 grados
Pronación	15 a 30 grados
Supinación	45 a 50 grados

Fuente: Bahr, et al. (2007), Lesiones deportivas, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación.(1ª ed.). Madrid, Editorial Médica Panamericana, p14.

Elaborado por: María Paz Velásquez.

- Pruebas de esfuerzo

Bahr junto a sus colaboradores (2007), afirman que la integridad de los ligamentos, y la estabilidad mecánica del tobillo, se evalúa mediante dos pruebas. La primera denominada prueba de cajón anterior, resulta positiva en caso de que el paciente haya sufrido una ruptura del ligamento peróneoastragalino anterior, donde al realizar la misma la traslación anterior aumentará notablemente, así mismo en caso de que también exista ruptura del ligamento peróneocalcaneo, la segunda prueba, la de inversión astragalina será positiva, cuando la supinación será mayor en el lado comprometido durante la prueba. Cabe recalcar que el personal médico que se encuentre a cargo de la valoración debe comparar las respuestas de las pruebas de estabilidad en ambos tobillos, es decir en lado sano y afectado.

- Función neuromuscular

Bahr junto a sus colaboradores (2007), mencionan que la evaluación completa de la función neuromuscular, no siempre es posible durante la etapa aguda de las lesiones del tobillo, ya que a menudo la intensidad del dolor limita al paciente.

Sin embargo, se puede comprobar la función muscular perónea, palpando la trayectoria del tendón y así determinar la posibilidad de compromiso del retináculo o la rotura de la inserción del tendón peróneo corto en el quinto metatarsiano. El paciente que puede contraer los músculos peróneos en un intento de estabilización dinámica del tobillo y de protección frente una lesión con frecuencia presentará dolor con la palpación de la musculatura peronea, porque el mecanismo de lesión puede haber sobrecargado excéntricamente la unidad músculo tendinosa, con desgarro muscular parcial y distensión importante.

En caso de que el dolor no sea intenso, y no ocasione impotencia funcional en el paciente, la función neuromuscular puede evaluarse mediante una prueba de equilibrio muy sencilla, en la que el paciente está parado sobre una pierna con los brazos cruzados, sobre su pecho y con la mirada hacia al frente, donde en condiciones normales, el paciente logra la posición únicamente sostenido con el tobillo para mantener el equilibrio, al contrario, el resultado será patológico cuando se ve obligado a compensar el equilibrio utilizando las caderas, rodillas y la región superior del cuerpo para poder corregir y mantener el equilibrio, en esta prueba al igual que la anterior, debe ser comparada con el lado sano.

4.9.2.2 Exploración Radiológica

Según Alfonso Martínez (2006), en el Libro de Podología, Atlas de cirugía ungueal, la radiología sigue teniendo un importante papel como estudio básico inicial de las alteraciones del aparato locomotor, esta exploración se encarga de resolver por sí sola problemas de diagnóstico, evolución y estado final de las

enfermedades, cabe recalcar que también se la utiliza como guía e indicador de otros procedimientos. Se la considera una de las técnicas más utilizadas por los profesionales de salud, y puede tener las siguientes aplicaciones:

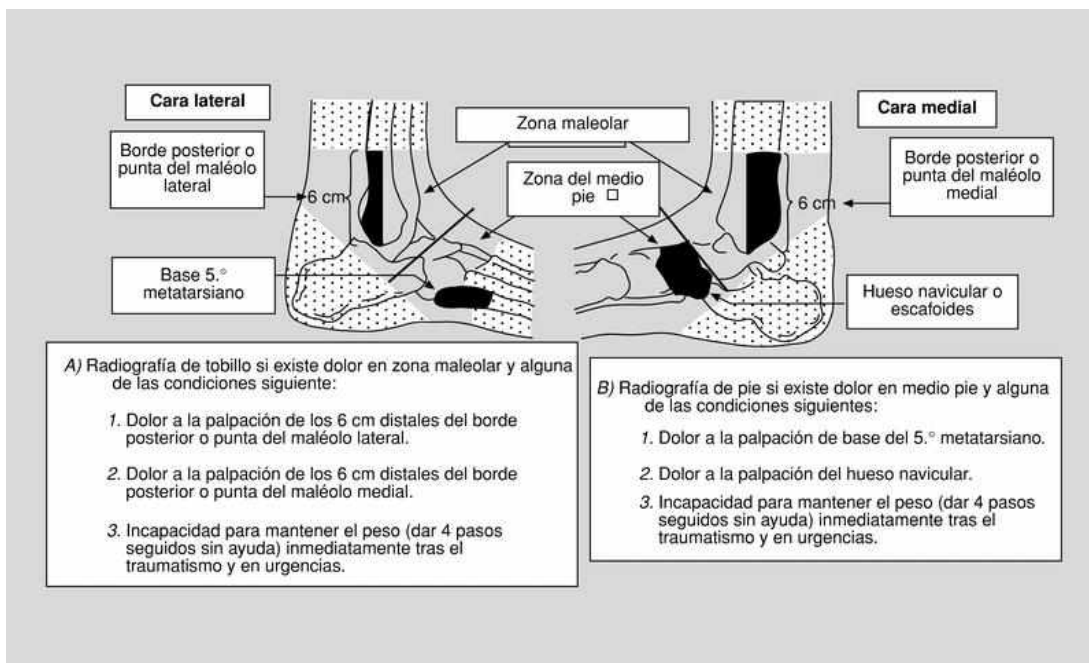
- Valoración de densidad ósea
- Realización de mediciones goniométricas
- Estudio de alteraciones congénitas
- Estudio y valoración de la patología articular y traumática.
- Estudio y valoración de la patología tumoral ósea.

La radiografía de tobillo es un estudio seguro e indoloro en el que se utiliza una pequeña cantidad de radiación para obtener una imagen del tobillo del paciente. Este examen complementario ayuda a complementar la historia clínica del paciente y así el grado de magnitud de la misma.

Cabe recalcar que el esguince de tobillo, es un tipo de lesión donde se afecta la estructura ligamentaria; sin embargo con este tipo de examen se delimita en caso de que simultáneamente haya ocurrido alguna afectación ósea.

Según las reglas de Ottawa a exploración radiológica, se hace para descartar algún tipo de lesión ósea, tanto de maléolo interno, maléolo externo, astrágalo y la base del quinto metatarsiano tomando en cuenta los aspectos que indican en el siguiente gráfico.

GRÁFICO # 75
ASPECTOS A TOMAR EN CUENTA EN RADIOGRAFÍA DE TOBILLO SEGÚN LA
OTTAWA



Fuente: http://www.laalamedilla.org/Utilidades/reglas_de_ottawa.htm

Las Reglas de OTWA, mencionan que se debe realizar una radiografía de rodilla en aquellos pacientes con traumatismo que presentaran cualquiera de estos supuestos:

- 55 o más años
- Dolor aislado de rótula
- Dolor en la cabeza del peroné.
- Imposibilidad para la flexión a 90 °
- Incapacidad para soportar el peso del cuerpo inmediatamente después del traumatismo.

4.10 TRATAMIENTO DEL ESGUINCE DE TOBILLO

El tratamiento del esguince de tobillo debe reflejar los objetivos propuestos con el paciente, se debe dar prioridad a la disminución del dolor, inflamación, y gradualmente implementar ejercicios de fuerza, así como otros específicos para mejorar la función neuromuscular y estabilidad articular.

4.10.1 Tratamiento General del Esguince de Tobillo

Bahr junto a sus colaboradores (2007), mencionan que la mayoría de las lesiones agudas de los músculos, ligamentos, tendones o huesos se caracterizan, por un sangrado que sucede inmediatamente a la lesión. “Si el paciente tiene una rotura ligamentosa sin tratamiento, a los pocos minutos será visible un hematoma importante”.⁷⁸ Por lo tanto, el objetivo principal del tratamiento inmediato para las lesiones agudas es básicamente, limitar el sangrado interno y evitar el dolor o aliviarlo, a fin de mejorar las condiciones para un tratamiento posterior y para la curación de la lesión.

Tradicionalmente, las medidas para limitar el sangrado luego de una lesión aguda se denominaron tratamiento ICE, el acrónimo de *I*ce (frío), *C*ompression (compresión con un vendaje) y *E*levation (elevación de la parte del cuerpo lesionada). No hace mucho este acrónimo fue ampliado a PRICE, con la P de *P*rotection (protección) y la R de *R*est (reposo). El principio PRICE ha sido bien establecido.⁷⁹

Los autores mencionados anteriormente, describen que para que el tratamiento PRICE sea efectivo es esencial comenzar lo antes posible luego del traumatismo, aunque, en principio, siempre es preferible conocer con exactitud qué lesión tiene el paciente, durante la etapa aguda y una vez definido, dar prioridad al tratamiento inmediato, y obtener los beneficios de cada uno como se describe a continuación.

- Protección y Reposo

Los objetivos de este, son evitar una lesión posterior y reducir el suministro de sangre a la zona lesionada, que cabe recalcar que puede ser diez veces mayor durante la actividad deportiva que en reposo. Esto es particularmente cierto en los tejidos con flujo de sangre alto durante la actividad, por ejemplo en el caso de lesión muscular. El reposo solo no es

⁷⁸ Bahr, et al. (2007), Lesiones deportivas, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación.(1ª ed.). Madrid, Editorial Médica Panamericana.p25.

⁷⁹ *Ibíd*, p25

suficiente para detener el hematoma que se produce luego de una lesión muscular o ligamentosa porque una actividad posterior causa nuevamente, aumento del sangrado.

- Tratamiento con hielo

El principal efecto de este procedimiento, es el alivio del dolor. El frío produce un buen efecto analgésico, aunque el término 'anestesia dolorosa' se usa para indicar la molestia que el paciente experimenta al comienzo, previo al efecto analgésico. Sin embargo, el tratamiento únicamente con frío no es muy efectivo para disminuir el sangrado.

Cuando se coloca una bolsa común con hielo, el flujo sanguíneo a 2 cm por debajo de la superficie de la piel se reduce en solo de 5% a 10 % durante los primeros diez minutos, pero mucho más de 50% durante media hora. En consecuencia, disminuye significativamente la irrigación, pero toma un tiempo; el tratamiento con frío solo es insuficiente para detener el sangrado durante los primeros minutos críticos posteriores a la lesión. Si el dolor lo torna necesario, el frío puede repetirse a intervalos de 20 minutos cada 3 o 4 horas durante las primeras 48 horas.⁸⁰

Según Walter R. Frontera y colaboradores (2008), la aplicación del frío produce distintos efectos fisiológicos, entre ellos esta la disminución de la actividad del huso muscular, ralentiza la velocidad de conducción nerviosa, y afecta los patrones de activación de las fibras dolorosas sensitivas periféricas, disminuye el metabolismo local, así mismo cabe decir que la crioterapia en comparación con el calor terapéutico, aumenta la rigidez del tejido conjuntivo y la viscosidad muscular, lo cual disminuye la flexibilidad.

Así mismo Walter R. Frontera junto con otros autores en el Libro de Medicina Deportiva Clínica Tratamiento Médico y Rehabilitación (2008), citan a Hocutt JE (1981), quién demostró que mediante la aplicación de crioterapia inmediata, es decir durante las primeras 36 horas siguientes a la lesión permitió a los pacientes con esguinces de tobillo recuperar la actividad al completo en

⁸⁰ Ibíd., p26

13 días aproximadamente, al contrario de los que no recibieron la crioterapia inmediata, donde recién lograron recuperarse a los 30 días.

Así mismo, debe ser mencionado que el frío también presenta contraindicaciones las cuales están relacionadas con isquemia, intolerancia al frío, incapacidad para comunicarse y piel sensible, en caso de que existan esos se recomienda la aplicación de hielo menos de 30 minutos protegiendo los nervios periféricos de la región.

- Tratamiento por compresión

El tratamiento por compresión mediante un vendaje elástico es probablemente la medida más importante para limitar la formación del hematoma; “Este va a aumentar la presión sanguínea diastólica debajo del vendaje hasta alrededor de 85 mm Hg y reduce en forma efectiva el aporte sanguíneo, en cerca de 95% en pocos segundos”.⁸¹

- Elevación

La elevación de la parte del cuerpo lesionada es una de las cinco medidas PRICE recomendadas, pero lo es principalmente para las lesiones de la extremidad distal, debido a la eficaz autorregulación del flujo sanguíneo, éste no disminuirá hasta que la zona lesionada sea elevada más de 30 cm por encima del nivel del corazón. “A los 50 cm de elevación, el flujo sanguíneo se reduce al 80%, y con una elevación de 70 cm, todavía es de alrededor del 65% del flujo sanguíneo normal. La combinación de la elevación con el tratamiento compresivo contribuye a una reducción más efectiva del suministro vascular”.⁸²

4.10.1.1 Fármacos utilizados en Lesiones Agudas de Tejidos Blandos

Bahr junto a sus colaboradores (2007), afirman que el tratamiento con antiinflamatorios y analgésicos es importante, y debe ser usada como una

⁸¹ Ibíd., p. 26

⁸² Ibíd. p. 28

medida de soporte para las personas que han sufrido una lesión aguda, sin embargo recalcan, que no puede ser usado como tratamiento único. El tratamiento farmacológico es útil ya que permite al paciente comenzar con los ejercicios de rehabilitación, evitar atrofia disminución de la coordinación resistencia y fuerza muscular. En general mencionan que las lesiones agudas producen un daño tisular que origina sangrado e inflamación.

Pfeiffer P. Ronald, Mangus C. Brent. (2007), citan a Fick y Johnson (1993), quienes describen que la opción más acertada para la indicación de fármacos durante este proceso son los fármacos antiinflamatorios no esteroideos, describen que estos bloquean las reacciones específicas del proceso inflamatorio, sin afectar negativamente a la formación de colágeno. Este grupo de fármacos bloquean la degradación del ácido araquidónico a prostaglandina, que a su vez disminuye la respuesta inflamatoria a la lesión.

Según J. Ignacio Ahumada Vásquez y colaboradores (2002), en el Libro de Farmacología Práctica para las Diplomaturas de Ciencias de la Salud, los AINES (antiinflamatorios no esteroideos, son los más recomendados en este tipo de lesiones, su mecanismo de acción es inhibir la producción de prostaglandinas, las cuales se liberan en distintos tejidos interviniendo en la producción de síntomas como fiebre, dolor e inflamación. Mediante el uso del medicamento, la inhibición de su síntesis conduce a la desaparición de sus efectos.

Describen que el alivio del dolor se debe fundamentalmente a dos factores, la primera es la reducción de la síntesis de prostaglandinas a nivel periférico, y la segunda gracias a la acción antiinflamatoria, que disminuye la activación que la inflamación ejerce sobre las fibras sensitivas que conducen el dolor.

En el proceso inflamatorio se produce vasodilatación, aumento de la permeabilidad celular, secreción de una serie de sustancias como la histamina, bradicidina, prostaglandinas, todas estas mediadoras de la inflamación. Durante las primeras fases de la inflamación como ya se mencionó en este

capítulo, las prostaglandinas juegan un papel importante, es por eso que la inhibición de su síntesis resulta muy importante. “Los AINES, son más eficaces para controlar procesos inflamatorios agudos, que crónicos, y esto se debe probablemente, a que en el mantenimiento del proceso inflamatorio participan otros mecanismos que son independientes de la síntesis de las prostaglandinas.”⁸³

Así mismo, Bahr junto a sus colaboradores (2007), afirman que el tratamiento con AINE, puede que contribuya a una movilización más rápida, del paciente con lesiones agudas, como por ejemplo un esguince de tobillo, sin embargo mencionan que se requiere más investigación. Describen que no existe mucha claridad si esto se debe al efecto analgésico que permite una movilización temprana, o si el efecto antiinflamatorio es también importante. “En los casos agudos, debe comenzarse el tratamiento oral lo antes posible usando dosis máximas y continuándolo durante 4 o 5 días. Para las lesiones por uso excesivo, hay poca evidencia que señale que el tratamiento antiinflamatorio brinde algo más que un alivio momentáneo de los síntomas.”⁸⁴ Se señala que esto es verdad tanto para el tratamiento oral, como para la aplicación de gel e inyecciones.

Pfeiffer P. Ronald y Mangus C. Brent. (2007), concluyen que, hasta que no exista estudios concluyentes, parece ser que el mejor tratamiento para la mayoría de las lesiones de los tejidos blandos consiste en la aplicación de hielo durante la fase inflamatoria aguda, a la cual sigue una combinación de hielo y agentes farmacológicos prescritos y finalmente ejercicios de rehabilitación convenientemente supervisados y con prescripción médica.

⁸³ Ahumada Vásquez J. Ignacio, et al. (2002). Farmacología Práctica para las Diplomaturas de Ciencias de la Salud. (1ª ed.). Madrid. Editorial Díaz de Santos, S. A. p136.

⁸⁴ Bahr, et al. (2007), Lesiones deportivas, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación.(1ª ed.). Madrid, Editorial Médica Panamericana.p35.

4.10.2 Tratamiento Fisioterapéutico del Esguince de Tobillo

4.10.2.1 Principios de Rehabilitación en la Lesión del Esguince de Tobillo

Bahr junto a sus colaboradores (2007), describen que el objetivo de la rehabilitación está dirigido al regreso del paciente al nivel de actividad deseado, y para esto, es preciso eliminar el dolor y restablecer la amplitud del movimiento, técnica y coordinación, y evitar la pérdida de fuerza muscular y resistencia durante el período de recuperación.

Bahr junto a sus colaboradores (2007), citan a Knut Joeger Hansen (2007), quien describe mediante la siguiente tabla, como deben ser planteados de manera general los objetivos en el esguince de tobillo agudo, durante las diferentes fases de rehabilitación.

TABLA # 34 OBJETIVOS Y MEDIDAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS LESIONES AGUDAS DEL TOBILLO

Fases	Objetivos	Medidas
Fase Aguda	Reducción de la inflamación	Principio del PRICE, con énfasis en la compresión, se realiza movilidad pasiva
Fase de Rehabilitación	Amplitud de movimiento normal e indolora, de modo que el paciente pueda entrenar con una función normal	Ejercicios activos libres, ejercicios de propiocepción sin apoyo del miembro y respetando el límite del dolor
Fase de Entrenamiento	1.- Función neuromuscular normal, ya que las lesiones de tobillo pueden reducir la misma 2.- Curación del ligamento o ligamentos lesionados sin disminución de la estabilidad mecánica ni de la fuerza de tracción. 3.- Reducción del riesgo de recidivas	Ejercicios activos libres y activos resistidos. Programa de entrenamiento propioceptivo. Fortalecimiento muscular, y gesto deportivo, (en caso de que el paciente lo sea).

Fuente: Bahr, et al. (2007), Lesiones deportivas, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. (1ª ed.). Madrid, Editorial Médica Panamericana. 419

4.10.2.2 El Papel de los Ejercicios durante la Rehabilitación

Pfeiffer P. Ronald, Mangus C. Brent. (2007), describen que aunque resulte paradójico, el tratamiento más eficaz en la mayoría de las lesiones deportivas, y en especial aquellas en las que sufren los tejidos blandos, es la actividad física, sin embargo recalcan que sería erróneo pedir a un deportista que corra o realice alguna actividad si padece un esguince de tobillo, a pesar de esto realizar algún tipo de ejercicio supervisado y prescrito correctamente puede llegar a tener una gran influencia sobre el proceso de curación.

Pfeiffer P. Ronald, Mangus C. Brent. (2007) mencionan que las investigaciones muestran que los ejercicios de rehabilitación pueden tener efectos positivos en la formación de colágeno, tal como lo recalca la AAOS (American Academy of Orthopaedic Surgeons), (1991). Lo mencionado anteriormente, es sustentado por Knight (1995), autor citado por Pfeiffer P. Ronald, Mangus C. Brent. (2007) quien reafirma, que el colágeno es un constituyente principal de los tejidos tanto a nivel tendinoso como ligamentario, el ejercicio, y por lo tanto resulta esencial durante el proceso de recuperación por dos razones principalmente:

- La primera por que el ejercicio provoca un aumento de circulación y un incremento del aporte de oxígeno al tejido de curación.
- La segunda por que el ejercicio, somete a tensión el tejido y dirige la correcta estructuración del colágeno

Así mismo, Carolyn Kisner junto con Allrn Colby Lynn (2005), señalan que, una vez que se haya realizado la valoración al paciente, se debe desarrollar los objetivos del tratamiento. En este proceso de toma de decisiones clínicas, el fisioterapeuta debe determinar el tipo de ejercicio terapéutico que puede emplearse para conseguir los resultados funcionales ya planteados.

Los objetivos del ejercicio terapéutico según las autoras señaladas, comprenden la prevención de la disfunción, así como el desarrollo, mejoría, restablecimiento o mantenimiento de:

- Fuerza
- Resistencia
- Movilidad
- Flexibilidad
- Estabilidad, coordinación, equilibrio y destrezas funcionales.

Afirman también que en el ejercicio terapéutico, se aplican sobre los sistemas corporales fuerzas y tensiones cuidadosamente graduadas de forma controlada, progresiva y planificada apropiadamente para mejorar la función general de las personas, y así que puedan afrontar las necesidades de la vida diaria.

Todo lo mencionado anteriormente, resulta útil dentro de cualquier programa terapéutico, pero Carolyn Kisner y Allrn Colby Lynn (2005), ponen énfasis en un factor que debe considerarse primordial dentro de este proceso, y es el hecho de involucrar al paciente en su rehabilitación, se realiza mediante la educación del mismo y la participación activa en un plan sistemático de asistencia. Las mejoras funcionales a largo plazo, y la prevención de futuras lesiones, se producen únicamente en caso de que el paciente entienda los objetivos del plan del ejercicio, e incorporar los consejos e instrucciones del fisioterapeuta en todos los aspectos de las rutinas de la vida diaria.

- **Ejercicios Auxotónicos**

Una contracción muscular es el proceso fisiológico en el que los músculos desarrollan tensión y se acortan, estiran, o permanecen en su misma longitud, estas contracciones son las que producen la fuerza motora.

Durante la etapa de rehabilitación se realizan ejercicios en los cuales están involucrados todo tipo de contracciones. Existen varios autores que clasifican a los tipos de contracciones de diferente manera.

Julio Diéguez (2007) subdivide a los tipos de contracciones de la siguiente forma:

- Contracciones dinámicas: las cuales se subdividen en isotónicas, isocinéticas y auxométricas.
 - Isotónicas: sucede cuando la contracción del músculo mantiene un nivel de tensión constante, sucede cuando un músculo se contrae, moviendo una carga que permanece constante durante todo el período de la contracción, puede ser concéntrica la cual se refiere a que la longitud del músculo se acorta venciendo la resistencia, o al contrario excéntrica donde la longitud del músculo aumenta y no se vence la resistencia.
 - Isocinéticas: se pueden obtener mediante la utilización de equipos y maquinarias diseñadas para este tipo de trabajo, donde la contracción del músculo se acorta a velocidad constante desarrollando el máximo esfuerzo permitido por tal velocidad, la tensión varía a pesar de que la velocidad no lo hace.
 - Auxométricas: estas suceden cuando tanto la tensión como la velocidad varían en algún momento; el ejemplo de este está relacionado con el trabajo de los elásticos, donde al principio del arco de movimiento se ofrece una resistencia que va a ir aumentando a medida que se estira el elástico, es decir este tipo de contracciones son aquellas en las que va a existir una combinación entre actividad isotónica e isométrica donde el nivel de tensión con la que se activa el músculo va a variar a lo largo de toda la contracción.

- Contracciones estáticas: se refiere a las contracciones isométricas, donde la longitud del músculo no varía durante la contracción, el ejemplo mas claro de esto es cuando la carga es sostenida en una posición inmóvil, gracias a la tensión del músculo.

4.10.2.3 Papel de los Agentes Físicos durante la Rehabilitación

“Los agentes físicos son herramientas disponibles para ser utilizadas como componentes de rehabilitación cuando su uso sea apropiado”. La declaración oficial de la American Physical Therapy Association (APTA) sobre el uso exclusivo de los agentes físicos, publicada en 1995 y reiterada en 2005, establece que, si no hay documentación que justifique la necesidad del uso exclusivo de agentes físicos, no debe ser considerado fisioterapia”.⁸⁵ En otras palabras, la APTA establece que la utilización solo de agentes físicos no constituye generalmente fisioterapia y que, en la mayoría de los casos, los agentes físicos deben combinarse con otras intervenciones.

El uso de los agentes físicos como componentes de la fisioterapia implica la integración de las intervenciones apropiadas en cada caso. Esta, puede incluir la aplicación de agentes físicos o educar al paciente en su aplicación como parte de un programa completo para ayudar a los pacientes a alcanzar sus objetivos de actividad y participación.

Los agentes físicos tienen efectos directos principalmente en el nivel de la deficiencia, estos pueden promover mejoras en la actividad y la participación. “Por ejemplo, en un paciente con un dolor que le afecta a la movilidad, se pueden utilizar las corrientes eléctricas para estimular los nervios sensoriales que controlan el dolor, de forma que el paciente pueda tener una mayor movilidad y aumentar así las actividades que pueda realizar, como levantar objetos, y su participación, como volver a su actividad laboral”.⁸⁶

⁸⁵ Cameron Michelle H. (2009), Agentes Físicos en rehabilitación, de la Investigación a la Práctica, (3ª ed.). Barcelona. Editorial Elsevier, p 5.

⁸⁶ *Ibíd.*

Los agentes físicos pueden aumentar también la eficacia de otras intervenciones. Se utilizan en combinación con el ejercicio terapéutico, el entrenamiento funcional y la movilización manual o como preparación para estas intervenciones. Por ejemplo, se puede aplicar una bolsa caliente antes de los estiramientos para aumentar la extensibilidad de los tejidos blandos superficiales y facilitar un aumento más eficaz y seguro de los tejidos blandos cuando se aplique la fuerza de estiramiento.

Michelle H. Cameron (2009), señala que aunque las contraindicaciones y precauciones, para la aplicación de agentes físicos varían, hay algunas condiciones que constituyen contraindicaciones o precauciones, para la mayoría de los agentes físicos. Por lo tanto recomienda tener especial cuidado cuando alguna de estas condiciones se encuentre presente. Recalca que en pacientes en los cuales esté presente alguna de estas, se debe considerar la naturaleza de la restricción, la naturaleza y distribución de los efectos fisiológicos del agente físico y la distribución de la energía del mismo.

A continuación se describe la lista, en la cual se debe tener especial cuidado cuando se considera la aplicación de un agente físico.

- Embarazo
- Proceso Patológico con proliferación de células atípicas.
- Marca Pasos u otro dispositivo electrónico
- Alteración de la sensibilidad
- Alteración de la función mental

4.10.2.4 Elección de un Agente Físico

“La aplicación de los agentes físicos causa principalmente una modificación de la inflamación y curación del tejido, alivio del dolor, aumento de la extensibilidad del colágeno o modificación del tono muscular”,⁸⁷ Las tablas que se muestran a continuación detallan la utilización de los agentes físicos

⁸⁷ Ibíd. p. 6

según los objetivos que se requieran con cada paciente en diferentes estadios en la rehabilitación.

TABLA # 35 AGENTES FÍSICOS PARA EL TRATAMIENTO DE LAS RESTRICCIONES DE MOVILIDAD

Origen de la restricción de la movilidad	Objetivos del tratamiento	Agentes eficaces	Contraindicados
Debilidad muscular	Aumentar la fuerza muscular	Ejercicio en agua, EE a nivel motor	Inmovilización
Dolor	En reposo y en movimiento	EE, crioterapia, termoterapia, DOCP, tracción espinal	Ejercicio
	Sólo en movimiento	EE, crioterapia, termoterapia, DOCP	Ejercicio con dolor
Acortamiento de los tejidos blandos	Aumentar la extensibilidad de los tejidos	Termoterapia	Crioterapia prolongada
	Aumentar la longitud de los tejidos	Termoterapia o masaje con hielo breve y estiramiento	
Bloqueo óseo	Eliminar el bloqueo	Ninguno	Estiramiento de la articulación bloqueada
	Compensar	Ejercicio Termoterapia o masaje con hielo breve y estiramiento	

Fuente: Cameron Michelle H. (2009), Agentes Físicos en rehabilitación, de la Investigación a la Práctica, (3ª ed.). Barcelona. Editorial Elsevier, p. 13

TABLA # 36 AGENTES FÍSICOS PARA EL TRATAMIENTO DEL DOLOR

Tipo de dolor	Objetivos del tratamiento	Agentes eficaces	Contraindicado
Agudo	Controlar el dolor	EE a nivel sensorial, crioterapia	
	Controlar la inflamación	Crioterapia	Termoterapia
	Prevenir el agravamiento del dolor	Inmovilización Tracción estática con poca carga	Ejercicio local, EE a nivel motor
Referido	Controlar el dolor	EE, crioterapia, termoterapia	
Radicular espinal	Disminuir la inflamación de la raíz nerviosa	Tracción	
	Disminuir la compresión de la raíz nerviosa		
Dolor causado por malignidad	Controlar el dolor	EE, crioterapia, termoterapia superficial	

Fuente: Cameron Michelle H. (2009), Agentes Físicos en rehabilitación, de la Investigación a la Práctica, (3ª ed.). Barcelona. Editorial Elsevier, 13

TABLA # 37 AGENTES FÍSICOS PARA FAVORECER LA CURACIÓN DE TEJIDOS

Fase de curación tisular	Objetivos del tratamiento	Agentes eficaces	Agentes contraindicados
Lesión inicial	Prevenir una mayor lesión o sangrado	Compresión estática, crioterapia	Ejercicio Tracción intermitente EE a nivel motor Termoterapia
	Limpia la herida abierta	Hidroterapia (inmersión o no inmersión)	
Inflamación crónica	Prevenir/disminuir la rigidez articular	Termoterapia	Crioterapia
	Controlar el dolor	EE a nivel motor Piscina de chorros Fluidoterapia Termoterapia	Crioterapia
	Aumentar la circulación	EE Láser Termoterapia	
	Progresar a la fase de proliferación	EE Compresión Hidroterapia (inmersión o ejercicio) Ultrasonido pulsátil	
Remodelación	Recuperar o mantener la consistencia	EE DOCP	Inmovilización
	Recuperar o mantener la flexibilidad	Ejercicio en agua Termoterapia	Inmovilización
	Controlar la formación de tejido cicatricial	Masaje breve con hielo Compresión	

Fuente: Cameron Michelle H. (2009), Agentes Físicos en rehabilitación, de la Investigación a la Práctica, (3ª ed.). Barcelona. Editorial Elsevier, p. 9

4.10.2.5 Importancia del Entrenamiento Propioceptivo dentro del Programa de Rehabilitación del Esguince de Tobillo

Francisco Tarantino Ruiz (2004), menciona en un artículo publicado por él que cuando se sufre una lesión articular, el sistema propioceptivo se deteriora produciéndose un déficit en la información propioceptiva que le llega al sujeto, recalca que esto es uno de los factores que convierte a la persona en ser más propensa a sufrir otra lesión.

Francisco Tarantino (2004), describe que el trabajo del sistema propioceptivo, puede entrenarse a través de ejercicios específicos para responder con mayor eficacia de forma que, ayuda al paciente a mejorar la fuerza, coordinación, equilibrio, tiempo de reacción ante situaciones determinadas y, como no, a compensar la pérdida de sensaciones ocasionadas

Mediante el entrenamiento propioceptivo, los reflejos básicos incorrectos tienden a eliminarse para optimizar la respuesta, es decir, el paciente optimiza los mecanismos reflejos, mejorando los estímulos facilitadores, aumentando el rendimiento y disminuyendo las inhibiciones que lo reducen. Así, reflejos como

el de estiramiento, que pueden aparecer ante una situación inesperada, como por ejemplo perder el equilibrio, se pueden manifestar de forma correcta ayudando a recuperar la postura incorrecta y evitar un desequilibrio mayor.

Francisco Tarantino (2004), describe a la propiocepción durante el entrenamiento, relacionado con varios beneficios que se obtienen al incluirlo en un programa de rehabilitación.

- Entrenamiento propioceptivo y fuerza

Todo incremento en la fuerza es resultado de una estimulación neuromuscular. Los procesos reflejos que incluye la propiocepción se encuentran vinculados a las mejoras funcionales en el entrenamiento de la fuerza, junto a las mejoras propias que se pueden conseguir a través de la coordinación intermuscular, haciendo referencia a la interacción de los diferentes grupos musculares que producen un movimiento determinado; así mismo a través de la coordinación intramuscular, en cuanto a la interacción de las unidades motoras de un mismo músculo.

- Entrenamiento propioceptivo y flexibilidad

Cabe recalcar, que el reflejo de estiramiento desencadenado por los husos musculares ante un estiramiento, excesivo provoca una contracción muscular como mecanismo de protección, mas conocido como reflejo miotático. Sin embargo, ante una situación en la que se realiza un estiramiento excesivo de forma prolongada, y se ha ido lentamente a esta posición, si se mantiene el estiramiento unos segundos, se anulan las respuestas reflejas del reflejo miotático activándose las respuestas reflejas del aparato de golgi, así permitiendo la relajación, y obteniendo mejoras en la flexibilidad, recalcando que al conseguir una mayor relajación muscular, se puede incrementar la amplitud de movimiento en el estiramiento con mayor facilidad.

Para activar aún más la respuesta refleja del aparato de golgi, existen determinadas técnicas de estiramientos basadas en los mecanismos de

propiocepción, de forma que en la ejecución del estiramiento, asociamos periodos breves en los que ejercemos contracciones de la musculatura agonista que se desee estirar, alternados con periodos de relajación, y así los periodos de tensión, activarán los receptores de Golgi aumentando la relajación subsiguiente y permitiendo un mejor estiramiento.

- Entrenamiento propioceptivo y coordinación

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

Los factores propios de la coordinación que se puede mejorar con el entrenamiento propioceptivo son:

- Regulación de los parámetros espacio temporales del movimiento

Este hace énfasis en ajustar los movimientos en el espacio y en el tiempo para conseguir una ejecución eficaz ante una determinada situación. Por ejemplo, cuando una pelota es lanzada, al ser atrapada involucra calcular la distancia desde la cuál ha sido lanzada, y el tiempo que tardará en llegar en base a la velocidad del lanzamiento para poder ajustar los movimientos del cuerpo.

- Capacidad de mantener el equilibrio

Esta se trabaja tanto en situaciones estáticas como dinámicas. Existen una variedad de ejercicios indicados para entrenar el equilibrio, entre ellos varían apoyos sobre una pierna, verticales, oscilaciones y giros de las extremidades superiores y tronco con apoyo sobre una pierna, mantenimiento

de posturas o movimientos con apoyo limitado o sobre superficies irregulares, e incluso se puede alternar esto con los ojos cerrados.

- Sentido del ritmo

Esta se refiere a la capacidad de variar y reproducir parámetros de fuerza velocidad y espaciotemporales de los movimientos. Al igual que los anteriores, depende en gran medida de los sistemas somatosensorial, visual y vestibular.

- Capacidad de orientarse en el espacio

Este se realiza, fundamentalmente, sobre la base del sistema visual y al sistema propioceptivo. Esta se podría mejorar a través del entrenamiento de la atención voluntaria, eligiendo los estímulos más importantes.

- Capacidad de relajar los músculos

Es muy importante, ya que una tensión excesiva de los músculos que no intervienen en una determinada acción, puede disminuir la coordinación del movimiento, limitar su amplitud, velocidad y fuerza. Se utiliza ejercicios en los que se alterna periodos de relajación y tensión, intentando controlar estos estados de forma consciente.

4.10.2.6 Indicaciones y Recomendaciones que se deben tomar en cuenta al realizar Entrenamiento Propioceptivo

El entrenamiento propioceptivo, como se ha descrito anteriormente, es muy amplio, y permite tener adaptación al paciente según su edad, tipo de lesión, estadio de la misma, e incluso en caso de que exista alguna enfermedad asociada. La ventaja primordial de este entrenamiento es que permite trabajar de forma pasiva, activa libre y resistida; y puede ser entrenada tanto a favor como en contra de la gravedad, es por esto que durante la investigación, no se han nombrado contraindicaciones absolutas, únicamente recomendaciones en las cuales se debe tener especial cuidado al realizar los

ejercicios. El fisioterapeuta debe decidir según sea el caso, y según los objetivos planteados.

TABLA # 38
INDICACIONES Y PRECAUCIONES DEL ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO

Indicaciones	Precauciones
<ul style="list-style-type: none"> • Reforzamiento muscular. • Aumento de la estabilidad y de la amplitud articular. • Reestablecimiento de la coordinación. • Reentrenamiento del equilibrio • Prevención de recidivas en el esguince de tobillo • Inestabilidad funcional • Mejora del control postural 	<ul style="list-style-type: none"> • Pacientes con osteoporosis • Pacientes que presenten fracturas con retraso de consolidación • Embarazadas, evitar el trabajo en instrumentos inestables. • Pacientes de edad avanzada • Pacientes con demencia senil • Pacientes con alguna alteración a nivel visual

Elaborada por: María Paz Velásquez

Azahara Fort, y colaboradores (2009), En un estudio realizado en Barcelona en un equipo de Volley, se analizó los efectos del entrenamiento propioceptivo sobre el control postural; en el cual citan a varios autores, Verhagen (2004), Matsusaka (2001), Bahr (1997), quienes afirman que el entrenamiento propioceptivo, mejora el balanceo postural mediante un entrenamiento realizado de 6 a 10 semanas, de 3 a 5 veces por semana, con sesiones de 10 a 20 minutos. Recalcan un tema de suma importancia, que el tiempo exacto no se puede determinar; se debe realizar un plan determinado y específico para cada paciente, valorando el tiempo de la lesión, grado, actividad que realice, y si existen lesiones pasadas. Mediante el estudio mencionado, se puede tener una idea de tiempo estimado de trabajo con los pacientes y en base a esto plantearse objetivos durante la rehabilitación.

4.11 METAS DEL ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO

Carolín Naty Avalos Ardila, junto con Javier Alirio Berrío Villegas, realizaron un estudio sobre la evidencia del trabajo propioceptivo, en la prevención de las lesiones deportivas en el año (2007), en su interesante investigación, citan a Childs (2003), quien menciona que las técnicas del entrenamiento deben promover respuestas automáticas y protectoras para cargas potencialmente desestabilizadoras, de una manera aleatorizada. Describe igualmente, que existen varias opciones de entrenamiento disponibles para potenciar las respuestas neuromusculares de los miembros inferiores, que ayudan a mantener la estabilidad mecánica ya sea durante las actividades de la vida diaria o actividades físicas deportivas.

En la misma investigación detallada anteriormente, citan a Lephart, quien en el año (2003), describe las metas del entrenamiento de la propioceptivo, las cuales son:

- Facilitar el incremento de la sensibilidad y el uso de impulsos propioceptivos de las estructuras que rodean las articulaciones.
- Evocar respuestas dinámicas compensatorias por la musculatura que rodea la articulación.
- Restablecer los patrones motores funcionales, los cuales son vitales para movimientos coordinados y la estabilidad articular funcional

4.12 EJERCICIOS DE TOBILLO Y PIE, PREVIOS AL ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO

Según Kisner (2010), Las causas de desequilibrios entre la fuerza y flexibilidad del tobillo y pie comprenden falta de uso, inmovilización, lesiones nerviosas y degeneración articular progresiva, menciona que el desequilibrio puede ser causado por sobre carga en el pie, y que pueden ser tanto causa como efecto de alteraciones biomecánicas del miembro inferior.

Brad Walker (2010), afirma que, el buen estado físico de un individuo, requiere de un gran número de componentes, entre ellos la flexibilidad es uno de los factores más importantes, sin dejar a un lado otros componentes como son la fuerza, la potencia, la velocidad. Describe que existen problemas y limitaciones al no tener una buena flexibilidad, debido a que músculos tensos y rígidos interfieren en la acción muscular correcta, si estos no pueden ser contraídos y relajados de forma eficaz, el resultado será una disminución del rendimiento y una falta de control del movimiento muscular. Así mismo señala que músculos cortos y tensos, pueden llegar a provocar una pérdida considerable de fuerza y potencia durante la actividad física.

Un factor muy importante señalado por el autor es que cualquiera de estos factores, puede aumentar en gran medida las posibilidades de sufrir una lesión, todos los componentes que se producen a causa de la falta de flexibilidad, juntos representan un conjunto que comprende molestias musculares, disminución del rendimiento, mayor riesgo de sufrir lesiones, y más posibilidades de recaer en las mismas.

Los beneficios del estiramiento según Brad Walker (2010), son:

- Mejora la amplitud del movimiento.
- Aumento de la potencia
- Reducción del dolor muscular después del ejercicio
- Reducción de la fatiga.

En fin, señala que un correcto programa de ejercicios de estiramiento, ayuda a mejorar la postura, a conocer nuestro cuerpo, mejora la coordinación y la circulación, aumenta la energía relajación y finalmente alivia tensiones.

Ejercicios de Estiramiento de la Musculatura que se deben realizar previamente y finalizando el Entrenamiento Propioceptivo.

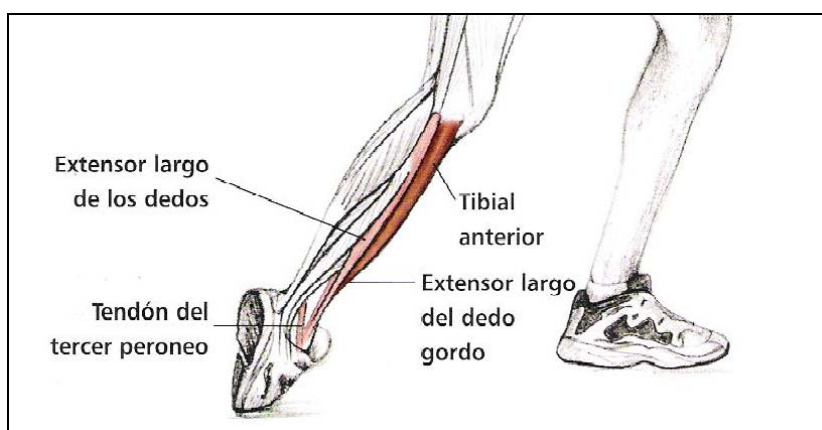
Kisner (2010), describe que algunos textos describen que el tiempo de estiramiento es de diez segundos, el reitera esta idea, y señala que ese tiempo

es considerado como el mínimo de estiramiento. Afirma que diez segundos es sólo el tiempo necesario para que los músculos se relajen y comiencen a elongarse. Para obtener beneficios reales, el autor menciona que, cada estiramiento debe ser mantenido al menos veinte o treinta segundos.

Así mismo recalca que, el tiempo que se debe dedicar al estiramiento, debe ser proporcional a lo involucrado que se encuentre el paciente o la persona al deporte, en caso de que lo realice, debe estirar cada grupo muscular entre cinco y seis veces.

Los estiramientos que Kisner (2010), señala que serán útiles para personas que han sufrido esguince de tobillo son los siguientes:

GRÁFICO # 76
ESTIRAMIENTO DE LA CARA ANTERIOR DE LA PIERNA, CON EL PIE ATRASADO



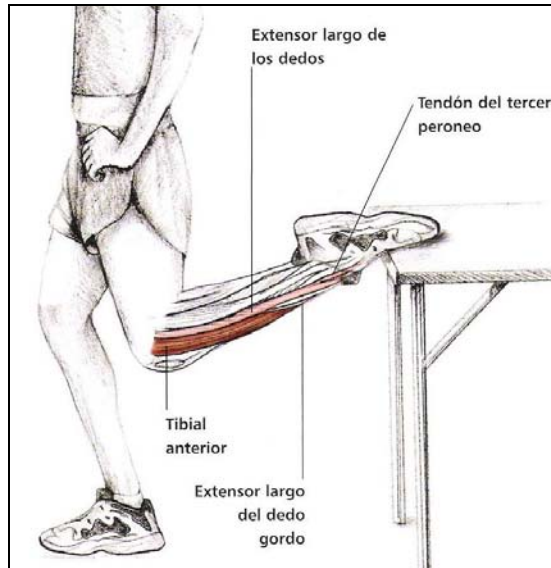
Fuente: Kisner Carolyn, Allen Colby Lynn. (2005), Ejercicios terapéuticos, fundamentos y técnicas. (5ª ed.). Barcelona. Editorial Paidotribo, p152

La técnica de este estiramiento es de pie, se coloca la punta de los dedos del pie atrasado en el suelo, y la persona debe empujar con el tobillo contra el suelo.

Los músculos estirados son el tibial anterior como principal, y secundarios el extensor largo de l dedo gordo, extensor largo de los dedos y peróneo corto.

GRÁFICO # 77

ESTIRAMIENTO DE LA CARA ANTERIOR DE LA PIERNA, CON EL PIE LEVANTADO



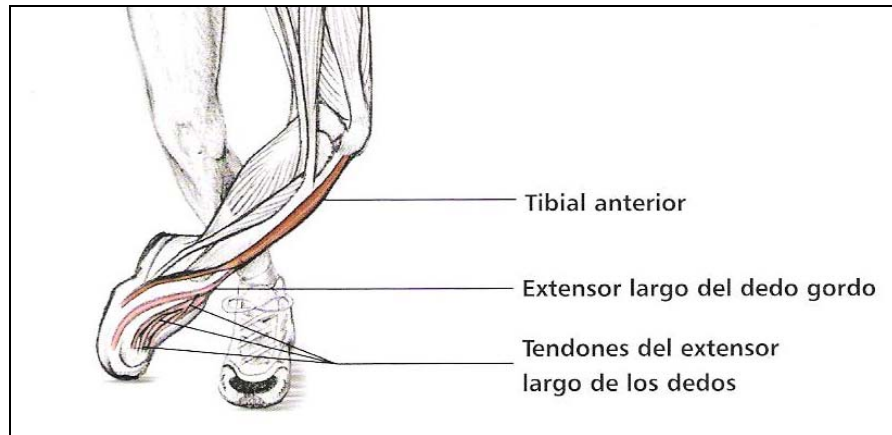
Fuente: Kisner Carolyn, Allen Colby Lynn. (2005), Ejercicios terapéuticos, fundamentos y técnicas. (5ª ed.). Barcelona. Editorial Paidotribo, p. 153

La técnica de este estiramiento es de pie, y se coloca la punta de los dedos de un pie sobre un objeto elevado por detrás de la persona, se debe empujar con el tobillo hacia abajo. Si es necesario la persona puede ayudarse sujetándose de algo para mantener el equilibrio.

Los músculos estirados son: El tibial anterior como músculo primario, y como secundarios el extensor largo del dedo gordo, extensor largo de los dedos, y peróneo corto.

GRÁFICO # 78

ESTIRAMIENTO DE LA CARA ANTERIOR DE LA PIERNA CON EL PIE CRUZADO POR DELANTE



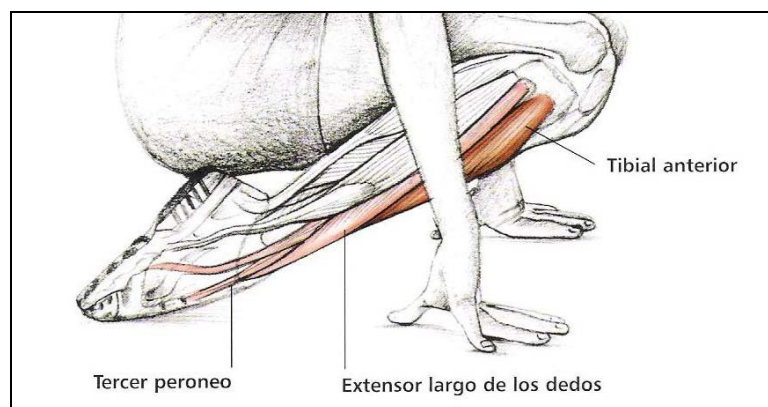
Fuente: Kisner Carolyn, Allen Colby Lynn. (2005), Ejercicios terapéuticos, fundamentos y técnicas. (5ª ed.). Barcelona. Editorial Paidotribo, p. 154.

La técnica de estiramiento es de pie, se coloca la punta de los dedos de un pie en el suelo por delante del otro pie, lentamente se debe bajar la otra pierna, y se debe forzar el tobillo contra el suelo.

Los músculos estirados son: El tibial anterior como músculo primario, y como secundarios el extensor largo del dedo gordo, extensor largo de los dedos, y peróneo corto.

GRÁFICO # 79

ESTIRAMIENTO DE LA CARA ANTERIOR DE LA PIERNA, DE RODILLAS

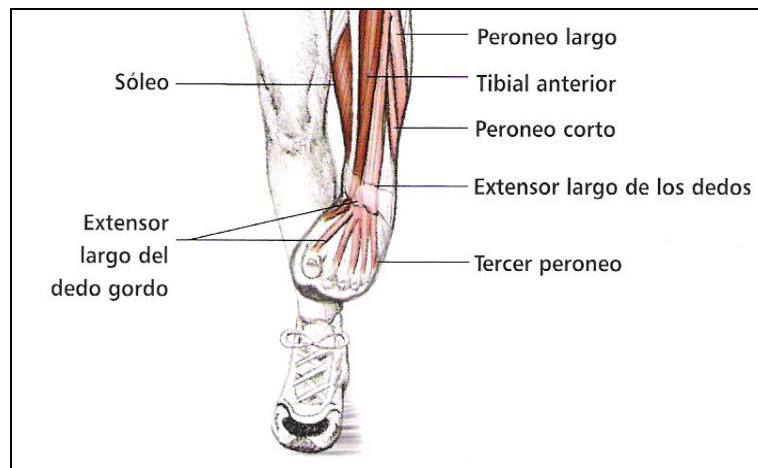


Fuente: Kisner Carolyn, Allen Colby Lynn. (2005), Ejercicios terapéuticos, fundamentos y técnicas. (5ª ed.). Barcelona. Editorial Paidotribo, p. 155.

La técnica de estiramiento es en posición de rodillas con los pies apoyados en el suelo. Se debe sentar sobre los tobillos y mantener los talones y rodillas juntas. Colocar las manos cerca de las rodillas e inclinarse levemente hacia atrás. Lentamente levantar las rodillas del suelo.

Los músculos estirados son: El tibial anterior como músculo primario, y como secundarios el extensor largo del dedo gordo, extensor largo de los dedos, y peróneo corto.

GRÁFICO # 80
ESTIRAMIENTO DE LA CARA ANTERIOR DE LA PIERNA, DE RODILLAS



Fuente: Kisner Carolyn, Allen Colby Lynn. (2005), Ejercicios terapéuticos, fundamentos y técnicas. (5ª ed.). Barcelona. Editorial Paidotribo, p156.

La técnica de estiramiento se debe levantar un pie del suelo y rotar lentamente el pie y tobillo en todas las direcciones

Los músculos estirados son: sóleo y tibial anterior de los principales, en cuanto a los secundarios son: extensor largo del dedo gordo, extensor largo de los dedos, peróneo largo, peróneo corto, peróneo tercero, tibial posterior, flexor largo del dedo gordo, flexor largo de los dedos.

4.13 CUANTIFICACIÓN DE LA PROPIOCEPCIÓN PREVIO AL ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO

Carolín Naty Avalos Ardila, junto con Javier Alirio Berrío Villegas (2007), en su estudio sobre la evidencia del trabajo propioceptivo, en la prevención de las lesiones deportivas, citan a Lephart, quien en el año (2003), menciona que el control neuromuscular y el sistema sensorio motor, tienen interacciones y relaciones sumamente complejas, que hacen difícil medir y analizar las características específicas y funciones del mismo, sin embargo recalca, que varias investigaciones muestran que existen métodos comunes, mediante los cuales la propiocepción es valorada, como se describe a continuación.

- La primera es mediante la apreciación consciente de la propiocepción, de esta depende la apreciación de la señal de los mecanoreceptores, para realizar esta, se pide al paciente que situé la articulación en una posición determinada, ya sea de forma activa o pasiva. Se debe registrar la diferencia del ángulo real medido y el solicitado inicialmente, cuanto mayor sea el error, tanto menor es la propiocepción.
- La segunda es la determinación de respuestas a la perturbación articular. El autor, recalca que este, es uno de los mecanismos más comunes, sin embargo no es completamente aclarado. Se utiliza la electromiografía para la medición de las respuestas eferentes de los músculos, generadas por órdenes motoras procedentes tanto de los niveles superiores como de los arcos reflejos, aquí se le pide al paciente que realice actividades como correr, saltar mientras que es valorado el tiempo transcurrido durante la actividad muscular en respuesta a un cambio de la articulación.
- La tercera es muy utilizada y es la más adaptable a la práctica. Es la evaluación del control postural, mide la capacidad de mantener tanto la verticalidad como la postura, la valoración incluye pruebas estáticas, dinámicas en diferentes condiciones visuales y posturales. Un gran ejemplo es la prueba de un solo pie, es utilizada ampliamente para la

medición de la estabilidad articular funcional, debido a que reproduce las fuerzas encontradas durante las actividades en un ambiente controlado.




4.14 MATERIALES QUE SE UTILIZAN PARA EL ENTRENAMIENTO DE LA PROPIOCEPCIÓN

Según Miguel Ángel Arcas y colaboradores (2004), la rehabilitación propioceptiva intenta reprogramar movimientos dirigidos a frenar las desaferenciaciones propioceptivas, o la emisión de informaciones alteradas.

A continuación se presenta una tabla, la cual especifica los materiales propioceptivos más utilizados durante la etapa de rehabilitación, su descripción y gráfico correspondiente.

TABLA # 39

MATERIALES UTILIZADOS PARA REALIZAR EJERCICIOS PROPIOCEPTIVOS

MATERIAL	DESCRIPCIÓN	GRÁFICO	FUENTE
PLATO BOLHER	Se trata de una superficie articular de madera de un diámetro aproximadamente de 40 cm, un grosor de 3cm. El centro de sus caras esta provista de una semiesfera, o convexidad externa, que le confiere inestabilidad. Apoyando el pie sobre el plato, el paciente puede realizar ejercicios de estabilidad y coordinación muscular.		Descripción: Sastre Fernández Santos. (1991). <u>Fisioterapia del pie, Podología Física</u> . (1ª ed.). Barcelona. Editorial: Edicions Universitat Barcelona. Gráfico: http://www.cadedirect.com/Catalogo/rodeosell__entrenamiento_propiocepcion .
THERABAND STABILITY TRAINER	Es un Cojín de forma ovalada, ideal para ejercicios de balance y propiocepción, su aplicación esta dirigida a trabajo relacionado con: coordinación, equilibrio, propiocepción y estabilización. Estos materiales utilizan niveles progresivos de inestabilidad dependiendo de su color, el verde es el inicial, azul nivel medio y finalmente el color negro que representa al más inestable y avanzado.		Descripción: http://www.therabandacademy.com/tba-product/stability-trainers . Gráfico: http://www.aerobicyfitness.com/cojines_de_espuma/product2353 .
THERABAND BANDAS	Son bandas de resistencia progresiva, igualmente su resistencia depende del color del material, se la utiliza para fortalecimiento muscular, resistencia, estiramiento muscular, coordinación y equilibrio. El color de la banda menos resistente corresponde al color amarillo, y al contrario la más fuerte color mostaza.		Descripción: http://www.therabandacademy.com/tba-product/thera-band-latex-freebands . Gráfico: http://www.fisioterapiaymas.com/TERA-BAND-EXERCISERS-475-m
THERABAND TUBING	Corresponden tubos elásticos de látex, están diseñados igualmente que las bandas, para fortalecimiento muscular, resistencia, estiramiento, coordinación, equilibrio. Sus colores al igual que otros materiales, varían según su color.		Descripción: http://www.therabandacademy.com/tbaproduct/theraband-tubing-loops-with-cuffs . Gráfico: http://www.fisioterapiaymas.com/THERA-BAND-EXERCISERS-475-m .

<p>PELOTA DE EJERCICIOS</p>	<p>Se las utiliza tanto en posiciones dinámicas, como en estáticas, poseen un sistema antiexplosión, lo que significa que si la pelota sufre un pinchazo, esta se desinfla de manera progresiva evitando lesiones o caídas. Entre sus usos se encuentran: estabilización de tronco, equilibrio, coordinación y propiocepción.</p>		<p>Descripción: http://www.therabandacademy.com/tbaproduct/exercise-ball. Gráfico: http://www.preciolandia.com/cl/balones-de-pilates-estriados-65-cm-8990.</p>
<p>FOOT ROLLER</p>	<p>Rodillo utilizado para proporcionar alivio temporal de dolor de la fascia plantar, se la utiliza igualmente, como un dispositivo útil para estirar la fascia plantar y aumentar la flexibilidad. Este tiene la facultad de poder ser refrigerado para procesos inflamatorios.</p>		<p>Descripción: http://www.therabandacademy.com/tba-product/foot-roller. Gráfico: http://www.runjunk.com/thera-band-foot-roller.aspx.</p>
<p>BOSÚ DE PROPIOCEPCIÓN.</p>	<p>Corresponde un sistema completo de entrenamiento en la coordinación, propiocepción, estática corporal, equilibrio, flexibilidad, fuerza muscular. Gracias a su versatilidad, se la puede entrenar tanto en entrenamiento deportivo, como en rehabilitación clínica. Se la puede usar con la base plana hacia arriba, o hacia abajo, para variar el grado de dificultad. Permite realizar ejercicios sentado, de pie, saltando o de rodillas.</p>		<p>Descripción: http://www.rehabmedic.co/catalogo/rehabilitacion-fitness/propiocepcion-equilibrio-y-coordinacion/bosu-balance-trainer.html. Gráfico: http://www.thera-bandacademy.com/search-the-academy.aspx?q=bosu.</p>

Fuente: Theraband Academy Official Web Site, products.
Elaborado por: María Paz Velásquez

4.15 EJERCICIOS DE PROPIOCEPCIÓN

Carolín Naty Avalos Ardila junto con Javier Alirio Berrío Villegas (2007), en su estudio realizado sobre la Evidencia del trabajo propioceptivo, utilizado en la prevención de lesiones deportivas, proponen un programa de ejercicios propioceptivos que se trabajan tanto para la etapa de entrenamiento de la propiocepción, en caso de que este sistema hay sufrido alguna lesión, y así mismo como entrenamiento preventivo.

Proponen realizarlo con la siguiente secuencia:

- Mínimo dos veces por semana
- Duración de 15 a 20 minutos por sesión. (tomando en cuenta que este es el tiempo en la etapa inicial, gradualmente el fisioterapeuta irá aumentando gradualmente).
- El número de ejercicios oscila entre 5 y 10 cada día, con repeticiones que varían entre las 20 y 25.
- La duración de cada repetición va de 20 a 30 segundos.

Los ejercicios que serán descritos, buscan rehabilitar la propiocepción del paciente que ha sufrido alguna lesión, y así mismo generar un sistema de defensa, que ayude al paciente a enfrentar la exigencia del deporte, como reducir el riesgo y vulnerabilidad a sufrir lesión ligamentaria del tobillo.

Carolín Naty Avalos Ardila y Javier Alirio Berrío Villegas (2007) recomiendan realizar estos ejercicios, trabajando primero en plano estable, para pasar después a inestable, primero con ojos abiertos, progresando a ejercicios con ojos cerrados. Avanzando de trabajo estático a ejercicio dinámico y de trabajo bilateral, apoyando los dos pies a unilateral sobre un solo pie. Se recomienda comenzar con los ejercicios más simples para el paciente e ir avanzando paulatinamente.

1.- Posición: pararse en puntillas

Material: ninguno

Movimiento: pararse en puntillas y regresa a doble apoyo bilateral

GRÁFICO # 81 PUNTILLAS EN APOYO BILATERAL



Fuente: Biblioteca Personal

Este movimiento ayuda a fortalecer gemelos, soleo y a trasladar el peso del cuerpo a nivel de metatarsos, refuerza el equilibrio estático.

2.- Posición: pararse en talones

Material: ninguno

Movimiento: pararse en talones y regresa a doble apoyo bilateral

GRÁFICO # 82 PARARSE EN TALONES APOYO BILATERAL



Fuente: Biblioteca Personal

Trabajo concéntrico de tibial anterior, y traslado del peso a nivel de talones

3.- Posición: Apoyarse sobre el borde externo

Material: ninguno

Movimiento: apoyo bilateral del borde externo

GRÁFICO # 83
APOYO BILATERAL DEL BORDE EXTERNO



Fuente: Biblioteca Personal

Fortalecimiento del tibial posterior, refuerza equilibrio.

4.- Posición: Marcha hacia el frente y atrás en puntas de pies

Material: Ninguno

Movimiento: Realizar la marcha hacia adelante y hacia atrás, manteniéndose en posición de puntas de pies.

GRÁFICO # 84

MARCHA HACIA ADELANTE Y ATRÁS EN POSICIÓN DE PUNTILLAS



Fuente: Biblioteca Personal

Este movimiento nos ayuda a fortalecer gemelos, soleo y a trasladar el peso del cuerpo a nivel de metatarsos, refuerza el equilibrio dinámico

5.- Posición: Marcha en talones

Material: Ninguno

Movimiento: Realizar la marcha hacia adelante y hacia atrás, manteniendo apoyados los talones

GRÁFICO # 85

MARCHA HACIA ADELANTE Y ATRÁS EN POSICIÓN DE TALONES



Fuente: Biblioteca Personal

Trabajo concéntrico de tibial anterior, y traslado del peso a nivel de talones, se trabaja equilibrio y coordinación dinámica.

6.- Posición: Propiocepción con pelota sobre superficie estable

Material: Pelota pequeña de propiocepción, se puede trabajar también con foot roller.

Movimiento: Deslizar la planta del pie, presionando la pelota contra el suelo, realizar con ambos pies, se trabaja estabilidad, equilibrio y propiocepción en planta del pie.

GRÁFICO # 86

PROPIOCEPCIÓN CON PELOTA SOBRE SUPERFICIE ESTABLE



Fuente: Biblioteca Personal

Trabajo directo sobre mecanorreceptores en la planta del pie, relajamiento de fascia plantar, y trabajo de equilibrio del lado contra lateral

7.- Posición: Desplazamiento lateral en puntas

Material: Ninguno

Movimiento: Realizar desplazamiento lateral en puntas de pies hacia ambos lados

GRÁFICO # 87
DESPLAZAMIENTO LATERAL EN PUNTAS



Fuente: Biblioteca Personal

Fortalecer gemelos, soleo y a trasladar el peso del cuerpo a nivel de metatarsos, refuerza el equilibrio dinámico y coordinación.

8.- Posición: Marcha en plano inclinado

Material: Plano inclinado

Movimiento: Realizar la marcha hacia adelante y atrás en plano inclinado, alternando subida y bajada.

GRÁFICO # 88
MARCHA EN PLANO INCLINADO



Fuente: Biblioteca Personal

Se trabaja entrenamiento de marcha en terreno inclinado, elongación de aquiles.

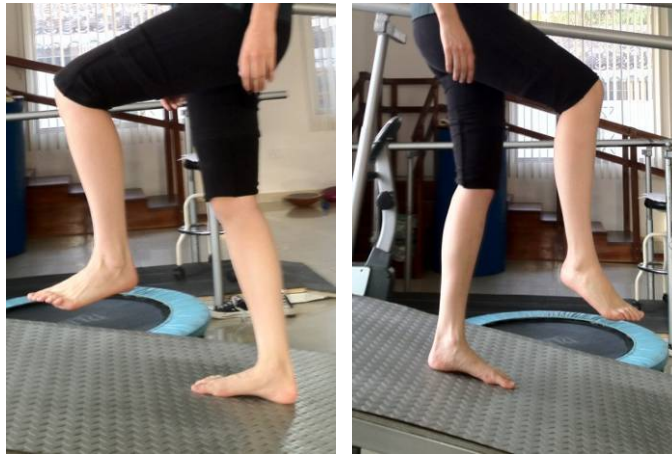
9.- Posición: Marcha en plano inclinado, con flexión de cadera y rodilla

Material: Plano inclinado

Movimiento: Realizar la marcha hacia adelante, realizando flexión de cadera y rodilla manteniendo el lado contra lateral estable, alterar subida y bajada.

GRÁFICO # 89

MARCHA EN PLANO INCLINADO, CON FLEXIÓN DE CADERA Y RODILLA



Fuente: Biblioteca Personal

Se trabaja entrenamiento de marcha, elongación de aquiles, equilibrio dinámico en ascensos, descensos y coordinación

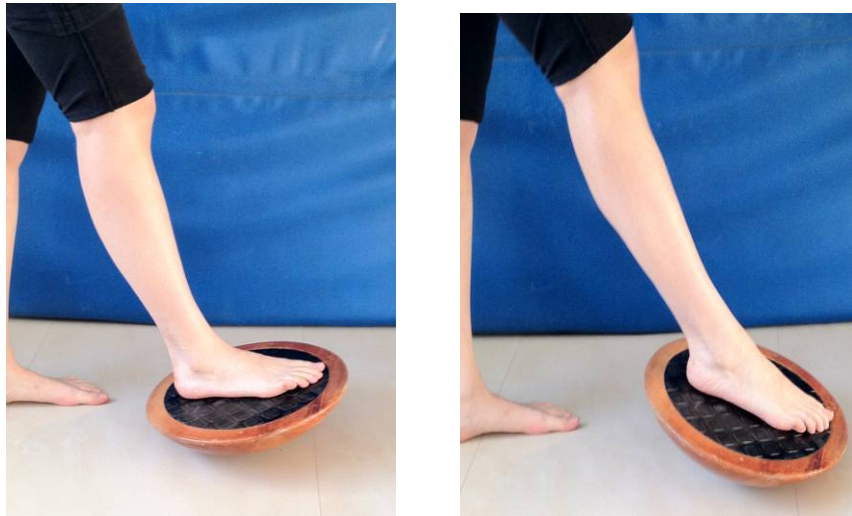
10.- Posición: Apoyarse sobre tabla inestable

Material: tabla inestable

Movimiento: mantener unilateralmente apoyado el pie sobre la tabla inestable realizando el movimiento de plantiflexión y dorsiflexión.

GRÁFICO # 90

APOYO SOBRE TABLA INESTABLE (PLANTIFLEXIÓN Y DORSIFLEXIÓN).



Fuente: Biblioteca Personal

Trabajo propioceptivo en planta del pie, dorsiflexores, y plantiflexores, y equilibrio unilateral

11.- Posición: Mantener apoyo bilateral

Material: Tabla inestable

Movimiento: Mantener la postura y estabilidad con apoyo bilateral sobre la tabla inestable

GRÁFICO # 91
APOYO BILATERAL EN TABLA INESTABLE



Fuente: Biblioteca Personal

Propiocepción bilateral, equilibrio, y trabajo de musculatura perónea.

12.- Posición: Apoyo unilateral en tabla inestable

Material: Tabla inestable

Movimiento: Mantener la posición con apoyo unilateral, mientras se realiza abducción de cadera

GRÁFICO # 92
APOYO UNILATERAL SOBRE TABLA INESTABLE



Fuente: Biblioteca Personal

Propiocepción unilateral, equilibrio, coordinación y trabajo de musculatura perónea, tibial posterior, activos libres de abductores de cadera.

13.- Posición: Apoyo unilateral en tabla inestable, con flexión de rodilla

Material: Tabla inestable

Movimiento: Mantener la posición con apoyo unilateral, mientras se realiza la flexión de rodilla del lado contrario, alternar los dos miembros inferiores con: (brazos abiertos, brazos al frente, brazos cruzados en tronco).

GRÁFICO # 93

APOYO UNILATERAL EN TABLA INESTABLE ACOMPAÑADO E FLEXIÓN DE RODILLA



Fuente: Biblioteca Personal

Propiocepción unilateral, equilibrio, coordinación y trabajo de musculatura perónea, tibial posterior, y activo libre de flexores de rodilla

14- Posición: Apoyo unilateral en tabla inestable, con flexión de cadera y rodilla

Material: Tabla inestable

Movimiento: Mantener la posición con apoyo unilateral, mientras se realiza la flexión de cadera, y rodilla del lado contrario, alternar los dos miembros inferiores con: (brazos abiertos, brazos al frente, brazos cruzados en tronco).

GRÁFICO # 94
APOYO UNILATERAL EN TABLA INESTABLE, CON FLEXIÓN DE CADERA Y RODILLA



Fuente: Biblioteca Personal

Propiocepción unilateral, equilibrio, coordinación y trabajo de musculatura perónea y tibial posterior, activos libres de flexores de cadera y rodilla.

15.- Posición: Apoyo unilateral en tabla inestable, con aducción de cadera del lado contra lateral

Material: Tabla inestable

Movimiento: Mantener la posición con apoyo unilateral, mientras se realiza la aducción de cadera del lado contrario, alternar los dos miembros inferiores con: (brazos abiertos, brazos al frente, brazos cruzados en tronco).

GRÁFICO # 95

APOYO UNILATERAL EN TABLA INESTABLE, CON ADUCCIÓN DE CADERA DEL LADO CONTRALATERAL



Fuente: Biblioteca Personal

Propiocepción unilateral, equilibrio, coordinación y trabajo de musculatura perónea y tibial posterior, y activos libres de aductores de cadera.

16.- Posición: Apoyo unilateral en tabla inestable, con extensión de cadera del lado contra lateral

Material: Tabla inestable

Movimiento: Mantener la posición con apoyo unilateral, mientras se realiza la extensión de cadera del lado contrario, alternar los dos miembros inferiores con: (brazos abiertos, brazos al frente, brazos cruzados en tronco).

GRÁFICO # 96

APOYO UNILATERAL EN TABLA INESTABLE, CON EXTENSIÓN DE CADERA EN LADO CONTRALATERAL



Fuente: Biblioteca Personal

Propiocepción unilateral, equilibrio, coordinación y trabajo de musculatura perónea y tibial posterior, activos libres de extensores de cadera.

17.- Posición: Apoyo unilateral en tabla inestable, con flexión de cadera, y extensión de rodilla del lado contra lateral

Material: Tabla inestable

Movimiento: Mantener la posición con apoyo unilateral, mientras se realiza la flexión de cadera del lado contrario, con rodilla extendida, alternar los dos miembros inferiores con: (brazos abiertos, brazos al frente, brazos cruzados en tronco).

GRÁFICO # 97
APOYO UNILATERAL EN TABLA INESTABLE, CON FLEXIÓN DE CADERA, Y
EXTENSIÓN DE RODILLA DEL LADO CONTRA LATERAL



Fuente: Biblioteca Personal

Propiocepción unilateral, equilibrio, coordinación y trabajo de musculatura perónea y tibial posterior, activos libres de flexores de cadera.

19.- Posición: Dorsiflexión de tobillo

Material: Theraband

Movimiento: Dorsiflexión de tobillo, con la resistencia de la Theraband.

GRÁFICO # 98
DORSIFLEXIÓN DE TOBILLO CON BANDA



Fuente: Biblioteca Personal

Trabajo de fortalecimiento de musculatura dorsiflexora

20.- Posición: Plantiflexión del de tobillo

Material: Theraband

Movimiento: Plantiflexión del tobillo, con la resistencia de la Theraband

GRÁFICO # 99
PLANTIFLEXIÓN DE TOBILLO CON BANDA



Fuente: Biblioteca Personal

Trabajo de fortalecimiento de musculatura plantiflexora

21.- Posición: Inversión del de tobillo

Material: Theraband

Movimiento: Inversión del tobillo, con la resistencia de la Theraband.

GRÁFICO # 100 INVERSIÓN DE TOBILLO CON BANDA



Fuente: Biblioteca Personal

Trabajo de fortalecimiento de musculatura inversora

22.- Posición: Eversión del de tobillo

Material: Theraband

Movimiento: Eversión del tobillo, con la resistencia de la Theraband

GRÁFICO # 101
EVERSIÓN DE TOBILLO CON BANDA



Fuente: Biblioteca Personal

Trabajo de fortalecimiento de musculatura eversora

23.- Posición: Apoyo bilateral en Bosú de propiocepción

Material: Balón de propiocepción, como se mostró en los materiales, existen variedad de colores, los cuales de acuerdo al mismo varían el grado de inestabilidad, por lo cual se puede empezar en el de mayor estabilidad y finalizar en el de menor.

Movimiento: Realizar el apoyo bipodal, y cambiar el peso del cuerpo aleatoriamente de un pie a otro.

GRÁFICO # 102
APOYO BILATERAL EN BOSÚ DE PROPIOCEPCIÓN



Fuente: Biblioteca Personal

Propiocepción bilateral, equilibrio y trabajo de musculatura perónea en superficie inestable

24.- Posición: Apoyo unipodal en bosú de propiocepción

Material: Balón de propiocepción

Movimiento: Se mantiene el apoyo unipodal, mientras el lado contrario realiza flexión de cadera con rodilla extendida, igualmente se puede variar alternando la posición de los brazos.

GRÁFICO # 103

APOYO UNIPODAL EN BOSÚ DE PROPIOCEPCIÓN CON FLEXIÓN DE CADERA



Fuente: Biblioteca Personal

Propiocepción unilateral, equilibrio y trabajo de musculatura perónea en superficie inestable, activos libres de flexores de cadera

25.- Posición: Apoyo unipodal en balón de propiocepción

Material: Balón de propiocepción

Movimiento: Mantener el apoyo unipodal, y el lado contrario realiza abducción de cadera, se puede alternar con posición de brazos mientras se realiza el movimiento.

GRÁFICO # 104

APOYO UNIPODAL EN BOSÚ DE PROPIOCEPCIÓN CON ABDUCCIÓN DE CADERA



Fuente: Biblioteca Personal

Propiocepción unilateral, equilibrio y trabajo de musculatura perónea en superficie inestable, activos libres abductores de cadera

27.- Posición: Apoyo bilateral en trampolín

Material: Trampolín.

Movimiento: Realizar el apoyo bipodal, y cambiar el peso del cuerpo aleatoriamente de un pie a otro

GRÁFICO # 105
DESCARGAS DE PESO BILATERAL EN TRAMPOLÍN



Fuente: Biblioteca Personal.

Trabajo propioceptivo en planta de pies, descargas de peso aleatorias.

28.- Posición: Salto en trampolín

Material: Trampolín.

Movimiento: Realizar saltos sobre el trampolín con apoyo bilateral

GRÁFICO # 106
SALTO EN TRAMPOLÍN



Fuente: Biblioteca Personal

Trabajo propioceptivo en planta de pies, descargas de peso bilateral, trabajo de gemelos, soleo, cuádriceps, tibial anterior e isquiotibiales

29.- Posición: Salto en trampolín, con apoyo unilateral

Material: Trampolín.

Movimiento: Realizar saltos sobre el trampolín con apoyo unilateral

GRÁFICO # 107
SALTO EN TRAMPOLÍN CON APOYO UNILATERAL



Fuente: Biblioteca Personal

Trabajo propioceptivo en planta de pie, trabajo de gemelos, soleo, cuádriceps, tibial anterior e isquiotibiales, equilibrio y coordinación unilateral

30.- Posición: Apoyo unilateral, recibiendo balón.

Material: Trampolín y balón

Movimiento: Mantener la posición de apoyo unilateral, alternando los dos miembros inferiores, mientras recibe el balón con las manos a diferentes alturas.

GRÁFICO # 108
APOYO UNILATERAL RECIBIENDO BALÓN



Fuente: Biblioteca Personal

Trabajo propioceptivo en planta de pie, equilibrio, coordinación unilateral, activo libre de flexores de cadera, el recibimiento del balón aporta para general inestabilidad y que el paciente la compense.

5. METODOLOGÍA

La metodología empleada en el presente estudio, es de tipo bibliográfico. Se aplica la técnica documental, en la que se presenta el desarrollo de un tema específico, fundamentado en documentos, aportes y revisiones secundarias.

Se utiliza fuentes secundarias representando el primer paso en el proceso de búsqueda de información. En este constan publicaciones periódicas, enciclopedias, diccionarios, artículos de revistas, libros y críticas literarias. Se recopila información de todo lo dicho anteriormente con el fin de realizar un análisis que permita profundizar el tema a tratar.

El estudio es basado en las últimas actualizaciones de textos, con el fin de recolectar, seleccionar, analizar y de este modo poder presentar resultados coherentes.

6. CONCLUSIONES

1.-Mediante la investigación realizada sobre la anatomía funcional del tobillo, se concluye que la articulación del tobillo es un gran complejo articular, constituido por la tibia, peroné y polea astragalina, dando así lugar a la articulación tibioperónea astragalina. Esta recibe su principal sostén a través ligamentos laterales, y ligamentos mediales, siendo estos los que aportan a la estabilidad a nivel lateral e interno de la articulación del tobillo.

La descripción de la trayectoria de cada ligamento que forma parte de dicha articulación, permite llegar a reafirmaciones relacionadas al motivo por el cual los esguinces laterales de tobillo resultan ser más comunes que los mediales, y se debe a que el complejo lateral del tobillo lo conforma el ligamento peróneo astragalino anterior, con su descripción de ser el más débil y el que se lesiona con más frecuencia. Al contrario, el compartimento medial ligamentario del tobillo, se encuentra formado por cuatro bandas del ligamento deltoideo, de estas tres superficiales y una profunda, las cuales ofrecen la ventaja de ser fuertes y estables.

2.-Para poder comprender el tratamiento y diagnóstico de las alteraciones que suceden en el pie y en general, del aparato locomotor, se debe conocer el comportamiento mecánico, anatómico y fisiológico, de las principales estructuras que componen dicho sistema; es por esto que mediante el estudio de la biomecánica de la articulación del tobillo, y en sí de la lesión, se concluye que el comportamiento mecánico de nuestro cuerpo se va a encontrar bajo la influencia constante de fuerzas y momentos, debido a sus propiedades mecánicas, características geométricas, tipo de carga aplicada, y dirección de la

misma. El comportamiento de cualquier articulación y en especial la del tobillo se va a encontrar bajo modos de carga que varían según sea el movimiento que se aplique y determine el efecto que produzca una deformación interna sobre la estructura.

Sin el estudio biomecánico del aparato locomotor no se podrá comprender de una manera adecuada, ni deducir las patologías que producen su disfunción, ni tampoco diseñar un tratamiento efectivo para las mismas.

- 3.-El sistema propioceptivo, constituye una fuente de información somatosensorial sumamente importante a la hora de mantener posiciones y realizar movimientos normales. Su complejo sistema permite al cuerpo humano expresarse con un movimiento en forma de respuesta. El entrenamiento de este, resulta ser muy efectivo tanto a nivel de rehabilitación como método preventivo según las investigaciones expuestas; se basa en someter al cuerpo a desequilibrios, cambios rápidos de dirección, movimientos a los que el sujeto no esté acostumbrado, ejercicios descalzo sobre diferentes superficies, giros, saltos y todo tipo de movimientos que sean útiles para someter a las diferentes articulaciones a un estrés que las obligue a adaptarse rápidamente a cada cambio

- 4.-A lo largo de este estudio se ha descrito que existen un sin número de datos que respaldan el hecho de que la lesión aguda del tobillo sea una de las más comunes y sin embargo, un gran porcentaje tiene problemas de inestabilidad en el futuro, se plantean ejercicios propioceptivos encaminados a un plan de rehabilitación de entrenamiento propioceptivo a pacientes que han sufrido una lesión aguda y crónica de tobillo; se detalla así mismo que esta puede ser usada como medida preventiva para deportistas o pacientes que se encuentren realizando alguna actividad que les represente vulnerabilidad a la misma; cabe recalcar que cada paciente tendrá un plan de tratamiento específico, motivo por el cual no se puede hablar

de forma general la indicación de la misma, los objetivos planteados con cada paciente serán reflejados en los ejercicios optados por el personal médico. Los esfuerzos tienen que ser adaptados a las capacidades del paciente, ya que no es lo mismo recuperar a un futbolista profesional de una lesión de tobillo que hacerlo con una persona que trabaje en una oficina. También hay que adaptar las exigencias a la fase de recuperación, siendo inicialmente ejercicios muy sencillos empezando con apoyos sobre un pie, recibir y pasar un balón, trabajo en plato basculante, caminar de puntillas, caminar descalzo por diferentes superficies, y finalmente progresar a ejercicios más intensos.

5.-En la actualidad, existe un incremento notable en el número de personas que practican alguna actividad deportiva, lo cual implica un aumento de probabilidad de presentar alguna lesión osteomuscular durante dicha práctica. En nuestro medio existe una marcada tendencia a intervenir los eventos o las patologías una vez estas se han presentado, siendo escasas las acciones preventivas, de gran relevancia en los individuos que inician el proceso o están involucrados en deportes de alta competencia. Los trabajos de propiocepción, fuerza, coordinación, son relegados en muchas ocasiones solo para la recuperación de los deportistas ya lesionados y no se utilizan como medio para prevenir la aparición de lesiones. Es por esto que la elaboración del manual realizado, permitirá tanto al paciente como al rehabilitador, tomar conciencia y conocer de ejercicios con efectividad científica, que pueden ser aplicados a cualquier paciente con una previa evaluación.

7. RECOMENDACIONES

1.-A partir de la conclusión señalada enfatizo la importancia de la musculatura perónea, también descrita en el capítulo 1, la función de estos es colaborar con la estabilidad que ofrece el complejo ligamentario, y en sí, además de realizar el movimiento de eversión del pie, trabajan constantemente para evitar la inversión. Después de haber sufrido un esguince, estos músculos pierden su capacidad de contracción refleja y gran parte de su fuerza. Lograr la recuperación de los peróneos laterales después de la lesión resulta ser tan fundamental como trabajar la propiocepción. Se recomienda al personal médico encargado de la recuperación de un paciente que ha sufrido un esguince de tobillo, dar como una de las prioridades al trabajo correcto de los peróneos laterales ya que no sólo deben ser suficientemente fuertes como para evitar una torsión del pie hacia dentro, sino también para realizar el reflejo de contracción en el momento preciso en el que el tobillo bascula hacia el interior.

2.-Cada día está más clara la necesidad de las aportaciones de la biomecánica a los entrenamientos deportivos. La mejora del rendimiento de los deportistas a lo largo de la historia se ha visto influenciada por múltiples factores entre los que se encuentra la genética, la calidad de vida, la alimentación, los controles fisiológicos, etc. Sin embargo, el motivo más importante en la actualidad es, sin duda, el perfeccionamiento de las técnicas de entrenamiento, en base a estudios biomecánicos. Se recomienda a los entrenadores deportivos y físicos a investigar e interesarse más por la biomecánica, para así realizar una planificación adecuada, obtener unas bases científicas de los gestos deportivos y técnicas de entrenamiento, realizar valoraciones funcionales y test de campo que sirvan de termómetro del

estado físico de los deportistas y así establecer comparaciones en distintos momentos de la temporada con el objetivo de que esto ayude a minimizar los riesgos de lesiones, especialmente en el deporte.

- 3.-El entrenamiento propioceptivo, como se ha descrito a lo largo de la investigación, resulta ser parte de un programa de rehabilitación para la recuperación de la lesión. Se recomienda a deportistas, tanto de alto rendimiento y más aún a personas que realicen deporte una vez a la semana, que se informen sobre esta técnica preventiva que incluye ejercicios muy prácticos que se pueden trabajar en casa y en campos deportivos. Se debe tomar consciencia sobre esta lesión que puede ser prevenida, no en su totalidad; pero si en un gran porcentaje como se ha descrito en la investigación, minimizar el riesgo de lesiones puede estar de la mano con realizar campañas preventivas en deportistas de élite y personas que les guste realizar cualquier actividad deportiva.

- 4.-Se recomienda al personal médico encargado tanto de la valoración, como de la recuperación del paciente, que realice una valoración muy detallada y minuciosa del paciente que ha sufrido el esguince de tobillo, ya que esto resulta ser el pilar fundamental del planteamiento de los objetivos a conseguir durante la fase de recuperación, y en caso de que sea deportista además de su fase de recuperación, su fase de entrenamiento y gesto deportivo.

Al disponer de una detallada historia clínica, y un adecuado examen físico podemos tener un cuadro general de las condiciones y las precauciones que requerimos para poder aprobar la participación deportiva cuando el deportista regrese a su actividad normal, y así, cumpliremos con nuestros objetivos de prevenir y mantener la salud de los participantes en los deportes o en la actividad física rutinaria.

- 5.-Se recomienda a deportistas de élite, deportistas de fines de semana, personal médico especializado en deporte, fisioterapeutas, entrenadores deportivos y físicos que tomen interés en el tema del calzado deportivo

como médica preventiva, conocer los aspectos biomecánicos y fisiológicos más relevantes del calzado deportivo resultaría ser muy interesante, y para la persona que es recomendada del uso correcto del calzado es una medida preventiva en cuanto a sufrir lesiones durante la actividad que realice.

Crear campañas y manuales preventivos como el presentado, en el cual se indique el uso correcto del calzado según la actividad física que se realice, Investigar más sobre los requisitos biomecánicos específicos que el calzado deportivo debe tener en las diferentes disciplinas deportivas, y así evitar el riesgo de que nuestros pacientes aficionados a algún deporte en específico utilice las medidas necesarias para hacerlo.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Ahumada Vásquez J. Ignacio, et al. (2002). Farmacología Práctica para las Diplomaturas de Ciencias de la Salud. (1ª ed.). Madrid. Editorial Díaz de Santos, S. A.
2. Angelo Richard L, et al. (2012), Artroscopia avanzada del hombro, (1ª ed.). Barcelona. Editorial Elsevier.
3. Ania Palacio José Manuel. (2005). Atención especializada del Instituto Catalán de la salud, Volumen II. (4ª ed.). Sevilla, Editorial MAD.
4. Arcas Patricio Miguel Ángel, et al. (2004). Manual de Fisioterapia, traumatología, afecciones cardiovasculares y otros campos de actuación, Módulo III. (1ª ed.). Sevilla. Editorial MAD S. L.
5. Astaiza Burbano Diana, et al. “Método de evaluación propioceptiva en miembros inferiores”. [en línea], Disponible: < <http://www.efdeportes.com/efd128/metodo-de-evaluacion-propioceptiva-en-miembros-inferiores.htm>>. [Fecha de consulta: 18 de Marzo del 2012]
6. Baechle Thomas R, Earle Roger W. (2007). Principios de Entrenamiento de la Fuerza y del Acondicionamiento físico. (2ª ed.). Madrid. Editorial Médica Panamericana.
7. Bahr, et al. (2007), Lesiones deportivas, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. (1ª ed.). Madrid, Editorial Médica Panamericana.
8. Ballesteros Castellanos Juan Jiménez, et al. (2002). Anatomía Humana General. (2ª ed.). Sevilla, “Universidad de Sevilla Print”.
9. Bastidas Lemp Rodolfo A. “Sistema Propioceptivo un pilar de intervención kinésica” [en línea], Disponible: < <http://www.prematuros.cl>> [Fecha de consulta: 04 de Marzo del 2012]
10. Birgit Kumbrink. (2012). K- Taping Pro. (2a ed.). Berlín. Editorial Springer.
11. Bisio Tom. (2007). Tratamiento y Terapias de la Medicina Deportiva China. (1ª ed.). Badalona. Editorial Médica Paidotribo.
12. Brent Brotzman S, Wilk Kevin. (2005), Rehabilitación Ortopédica Clínica (2ª ed.). Madrid, Editorial Elsevier.

13. Brotzman Brent S, Wilk Kevin E. (2005), Rehabilitación Ortopédica Clínica (2ª ed.). Madrid. Editorial Elsevier.
14. Bruce Salter Robert. (2005). Trastornos y lesiones del sistema músculo esquelético (3ª ed.). Madrid. Editorial Masson.
15. Cailliet Rene. (1997). Síndromes Dolorosos, incapacidad y dolor de los tejidos blandos, (3ª ed.). México D. F. Editorial El Manual Moderno.
16. Cailliet. Rene, (1998). Síndromes dolorosos tobillo y pie. (2ª ed.), México DF, Editorial Manual Moderno.
17. Calderón Montero Francisco Javier, Julio César Legido Arce, (2002), Neurofisiología Aplicada al Deporte, (1ª ed.). Madrid Editorial Tebar.
18. Cameron Michelle H. (2009), Agentes Físicos en Rehabilitación de la investigación a la práctica (3ª ed.). Barcelona. Editorial Elsevier.
19. Cameron Michelle H. (2009), Agentes Físicos en rehabilitación, de la Investigación a la Práctica, (3ª ed.). Barcelona. Editorial Elsevier.
20. Caraballo Gatón Maribel, Núñez Rodríguez Mónica, (2004), Manual de Fisioterapia, traumatología, afecciones cardiovasculares y otros campos de actuación, (1ª ed.). Sevilla, Editorial MAD.
21. Carolín Naty Avalos Ardila, Javier Alirio Berrío Villegas. “Evidencia del trabajo propioceptivo, utilizado en la prevención de lesiones deportivas.” [en línea], Disponible: <<http://viref.udea.edu.co/contenido/pdf/062-evidencia.pdf>>. [Fecha de consulta: 10 de Marzo del 2012].
22. Castellano del Castillo A, et al. “Rehabilitación propioceptiva en la inestabilidad del tobillo.” [en línea], Disponible: <http://femede.es/documentos/Revision_Rehabilitacion_297_132.pdf> [Fecha de consulta: 20 de Septiembre del 2012].
23. Castells Molina Silvia, Hernández Pérez Margarita (2007), Farmacología en Enfermería (3ª ed.). Barcelona. Editorial Elsevier.
24. Chaitow Leon, Delany Walker Judith. (2006). Aplicación Clínica de las técnicas neuromusculares, Tomo II, Extremidad Inferior. (1ª ed.). Badalona. Editorial Paidotribo.
25. Chana Valero Pedro. “Eficacia del ejercicio propioceptivo combinado con vendaje neuromuscular en la inestabilidad funcional del tobillo.” [en línea], Disponible: <<http://www.revistareduca.es/index.php/reduca-enfermeria/article/viewFile/154/172>> [Fecha de consulta: 18 de Marzo del 2012].
26. Clay James. H, et al. (2009). Masaje Terapéutico Básico, Integración de Anatomía y Tratamiento.(2ª ed.). Barcelona. Editorial Lippincott Williams y Wilkins.

27. Diéguez Papí Julio. (2007). Entrenamiento Funcional en Programas de Fitness. (1ª ed.). Barcelona. Editorial INDE.
28. Ehmer. Bernard. (2005). Fisioterapia en Ortopedia y Traumatología. Barcelona. (2ª ed.). McGraw Hill.
29. Fitzgerald Robert H. et al. (2004). Ortopedia. Volumen 1 (1ª ed.). Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana.
30. Fort Vanmeerhaeghe Azahara, et al." Efectos de un entrenamiento propioceptivo (TRAL), de tres meses sobre el control postural en jóvenes deportistas." [en línea], Disponible:<http://www.articulos-apunts.editec.com/95/es/095_049-056_es.pdf>.[Fecha de consulta: 10 de Marzo del 2012].
31. Freeman M. A. R, et al. "Instability of the foot after injuries to the lateral ligament of the Ankle". [en línea], Disponible:<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5846766>>.[Fecha de consulta: 19 de Septiembre del 2012].
32. Freeman M. A. R, et al. "The etiology and prevention of functional instability of the foot." [en línea], Disponible: <<http://www.bjj.boneandjoint.org.uk/content/47-B/4/678.full.pdf+html.pdf>> [Fecha de consulta: 20 de Septiembre del 2012].
33. Frontera Walter R, et al. (2008), Medicina Deportiva Clínica Tratamiento Médico y Rehabilitación. (1ª ed.). Madrid. Editorial Elsevier.
34. Gal Iglesias Beatriz, et al. (2007), Bases de Fisiología (2ª ed.), Madrid, Editorial Tebar.
35. Garret William E, et al (2005), Medicina del fútbol, (1ª ed.). Badalona. Editorial Paidotribo.
36. Garret William E, et al. (2005). Medicina del Fútbol. (1ª ed.). Badalona. Editorial Paidotribo.
37. Gowitzke Bárbara A. (1999), Medicina Deportiva, El cuerpo y sus movimientos, bases científicas, (1ª ed.). Barcelona, Editorial Paidotribo.
38. Guyton C. Arthur. (1986). Tratado de Fisiología Médica. (1ª ed.). Barcelona. Editorial Interamericana.
39. Hilde Sabine Reichel, E. Ploke Claudia, (2007), Fisioterapia del aparato Locomotor estructuras, funciones y medidas de actuación sobre las afecciones; exploración y tratamiento de las enfermedades ortopédicas,(1ª ed.), Badalona, Editorial Paidotribo.
40. http://www.laalamedilla.org/Utilidades/reglas_de_ottawa.htm
41. Ingrahamy John L, Ingrahamy Catherine A. (1998). Introducción a la Microbiología, Volumen II. (1ª ed.). Barcelona. Editorial Reverté, S. A.

42. Izquierdo Redín, Mikel. (2008). Biomecánica y Bases Neuromusculares de la Actividad Física y el Deporte. (1ª ed.). Madrid. Editorial Médica Panamericana S.A., Madrid.
43. Izquierdo Redín Mikel. (2008). Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y el deporte. (1ª ed.). Madrid. Editorial Médica Panamericana.
44. Kapandji A. I. (1998). Fisiología Articular del Miembro Inferior (5ª ed.). Tomo II, Miembro Inferior. Editorial Médica Panamericana.
45. Kapandji A.I, et all. (1998). Fisiología articular del miembro inferior. (5ª ed.). Madrid. Editorial Médica Panamericana.
46. Khouri Miguel. "Anatomía venosa de los miembros inferiores". [en línea], Disponible: <www.durand.org.ar/anatoven.htm>. [Fecha de consulta 25 de Diciembre del 2012].
47. Kisner Carolyn, Allen Colby Lynn. (2005), Ejercicios terapéuticos, fundamentos y técnicas. (5ª ed.). Barcelona. Editorial Paidotribo.
48. Lesmes Daza Javier. (2007).Evaluación Clínico Funcional del Movimiento Corporal Humano. (1ª ed.). Bogotá. Editorial Médica Internacional.
49. Levy Benasuly Anna Esther, José Manuel Cortés Barragán, (2003), Ortopodología y Aparato Locomotor, Ortopedia de pie y tobillo, (1ª ed.), Barcelona, Editorial Masson
50. Llanos Alcázar Luis Fernando, et al. (2003). El pie. (1ª ed.). Barcelona. Editorial Masson.
51. Margareta Nordin, Victor H. Frankel. (2001). Biomecánica Básica del Sistema Músculo Esquelético. (3ª ed.). Madrid. McGraw Hill.
52. Maritza Quintero, Jordi Monfort, Dragoslav R. Mitrovic. (2010). Osteoartrosis, Biología, Fisiopatología, Clínica y Tratamiento. (1ª ed.). Editorial Panamericana.
53. Martínez Nova Alfonso. (2006). Podología: Atlas de cirugía ungueal. (1ª ed.). Madrid. Editorial Médica Panamericana.
54. Montero Benzo Rafael, Vicente Guillén Rosario. (2006). Tratado de trasplante de órganos, Volumen 2.(1ª ed.). Madrid. Editorial ARAN.
55. Moore Keith L, et al, (2007), Anatomía con orientación clínica. (5ª ed.), Madrid, Editorial Médica Panamericana.
56. Netter Frank. H, M. D. (2007). Atlas de Anatomía Humana. (3ª ed.). Barcelona. Editorial Masson.
57. Newman Dorland William Alexander. (1977). Dorland's Pocket Medical Dictionary. (22ª ed.). Philadelphia. Editorial W. B. Saunders Company.

58. Núñez Samper Mariano, et al. (2007). Biomecánica, Medicina y Cirugía del pie. (2ª ed.). Barcelona. Editorial Masson.
59. Palastanga Nigel, et al,(2007), Anatomía y Movimiento Humano, estructura y funcionamiento, (1ª ed.), Barcelona, Editorial Paidotribo.
60. Palastanga Nigel, et al. (2007), Anatomía y movimiento humano, estructura y funcionamiento (1ª ed.). Barcelona. Editorial Paidotribo.
61. Palmer Lynn. A, et al. (2002) Fundamentos de las técnicas de evaluación músculo esquelética. (1ªed.). Barcelona. Editorial Paidotribo.
62. Pfeiffer P. Ronald, Mangus C. Brent. (2007). Las lesiones deportivas (2a ed.), Barcelona, Editorial Paidotribo.
63. Pino Ortega José. “Análisis cinemático del penalty”. [en línea]. Disponible:<http://articulosapunts.edittec.com/62/es/062_034_040_ES.pdf>. [Fecha de consulta 15 de Septiembre del 2012].
64. Porter Stuart. (2007). Diccionario de Fisioterapia. (1ª ed.). Madrid. Editorial Elsevier, p.173.
65. Prentice William. E. (2001). Técnicas de rehabilitación en medicina deportiva, (1ª ed.). Barcelona, Editorial Paidotribo.
66. Putz. R, et al. (2006). Sobotta Atlas de Anatomía Humana. (22ª ed.). Madrid: Editorial Medica Panamericana.
67. Reina Gómez Álvaro. “Problemas de propiocepción: ¿consecuencia o causante de los esguinces de tobillo?” [en línea], Disponible:<<http://www.efdeportes.com/efd62/ballet>>. [Fecha de consulta: 19 de Marzo del 2012].
68. Rodríguez Martín José María, (2008), Electroterapia en Fisioterapia, (2ª ed.), Madrid, Editorial Médica Panamericana.
69. Rouviere. H. (1984). Compendio de Anatomía y Disección. (2ª ed.). Barcelona. Salvat Editores.
70. Sastre Fernández Santos. (1991). Fisioterapia del pie, Podología Física. (1ª ed.). Barcelona. Editorial: Edicions Universidad Barcelona.
71. Serra Catafau Jordi, (2007). Tratado de dolor Neuropático. (1ª ed.). Madrid, Editorial Médica Panamericana.
72. Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología, (2010), Manual de Cirugía Ortopédica y Traumatología, (2ª ed.). Madrid, Editorial Panamericana
73. Tamorri Stefano. (2004). Neurociencia y Deporte, Psicología deportiva y procesos mentales del atleta. (1ª ed.). Barcelona. Editorial Paidotribo.

74. Tarantino Ruiz Francisco. "Propiocepción: introducción teórica." [en línea], Disponible:<<http://www.efisioterapia.net/articulos/propiocepcion-introduccion-teorica>>. [Fecha de consulta: 19 de Julio del 2012].
75. Tardáguila, Del Cura, (2005), Monografía Seram, Radiología Ortopédica y Radiología Dental: una guía práctica (1ª ed.). Madrid. Editorial Panamericana.
76. Torres Morera. (2001). Tratado de Anestesia y Reanimación. (1ª ed.). Madrid. Editorial ARAN.
77. Vélez Correa Luis Alfonso. (2003), Ética Médica, interrogantes acerca de la medicina la vida y la muerte, (3ª ed.). Medellín. Editorial CIB.
78. Viade Julia (2006). Pie Diabético, Guía práctica para la prevención, evaluación y tratamiento. (1ª ed.). Madrid. Editorial Panamericana.
79. Viladot Voegeli A, et al. (2001). Lecciones Básicas de Biomecánica del aparato Locomotor. (1ª ed.). Barcelona, Editorial Springer.
80. Vilanova García N, et al. (2007). La Tonificación Muscular. (3ª ed.). Barcelona. Editorial Paidotribo.
81. Ward, Robert, C. Osteopathic Asociation American. (2006). Fundamentos De Medicina Osteopática. (2ª ed.), Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana

ANEXOS

ANEXO 1

MANUAL DE PREVENCIÓN DEL ESGUINCE DE TOBILLO

1.- OBJETIVOS DE LA ELABORACIÓN DEL MANUAL

- Crear conciencia acerca de las lesiones más frecuentes y patologías relacionadas al deporte.
- Conocer que tipo de ejercicios propioceptivos se deben realizar en caso de que se haya sufrido un esguince de tobillo.
- Exponer las ventajas que ofrece el K- Taping como método preventivo en el esguince de tobillo.
- Informar la importancia al uso correcto del calzado según la actividad deportiva que se practique.

2.- INTRODUCCIÓN

El pie debe ser considerado como un órgano sensorial, como lo reafirman H. S. Reichel y C.E Ploke (2007), se la conoce como una de las articulaciones más complejas, ya que posee numerosas funciones, participa en la marcha por sus funciones de sostén, de propulsión, de recepción y de amortiguación; interviene de manera privilegiada en las reacciones de equilibrio, informando constantemente de los movimientos de nuestra masa corporal con relación al suelo.

Es por esto que cuando sucede una lesión en este gran complejo articular, es motivo de gran preocupación. Hoy en día no se puede hablar de un simple esguince, como lo menciona Pedro Chana Valero (2010), en su estudio sobre la eficacia del ejercicio propioceptivo combinado con vendaje neuromuscular en la inestabilidad funcional del tobillo; recalca que el 75% de todas las lesiones de tobillo, corresponden a lesiones ligamentosas, del 55 al

72 % de personas que sufren esta lesión, presentan síntomas residuales que van desde la sexta semana del mecanismo lesional a los 18 meses y finalmente, que el 85% de estas lesiones son secundarias a un esguince en inversión, convirtiéndola en la patología más frecuente de tobillo y la más frecuente entre deportistas.

Va dirigido a pacientes que realizan alguna actividad deportiva y desean evitar y disminuir factores de riesgo interno, realizando los siguientes ejercicios, y a pacientes que han sufrido un esguince de tobillo y desean evitar lesiones futuras.

Se debe tomar en cuenta muchos factores en la prevención de los esguinces de tobillo, como el tipo de actividad que realiza el paciente, el cumplimiento del uso de tobilleras o vendajes profilácticos, el coste para el paciente, e incluso algo muy importante como el uso adecuado del calzado.

Muchos asumen que la rehabilitación termina cuando desaparece el dolor, cuando se ha ganado movilidad, fuerza y función neuromuscular, y cuando se ha recuperado la resistencia perdida. La parte del cuerpo lesionada funciona nuevamente y el paciente puede retomar a su nivel normal de actividad. El estadio de rehabilitación le ha permitido entrenar a un nivel casi normal, pero probablemente todavía deba seguir en recuperación antes de que su capacidad deportiva vuelva a ser la acostumbrada.

3.- MATERIALES MAS UTILIZADOS PARA REALIZAR EJERCICIOS DE PROPIOCEPCIÓN

TABLA #

MATERIALES UTILIZADOS PARA REALIZAR EJERCICIOS PROPIOCEPTIVOS

MATERIAL	DESCRIPCIÓN	GRÁFICO	FUENTE
PLATO BOLHER	Se trata de una superficie articular de madera de un diámetro aproximadamente de 40 cm, un grosor de 3cm. El centro de sus caras esta provista de una semiesfera, o convexidad externa, que le confiere inestabilidad. Apoyando el pie sobre el plato, el paciente puede realizar ejercicios de estabilidad y coordinación muscular.		Descripción: Sastre Fernández Santos. (1991). <u>Fisioterapia del pie, Podología Física</u> . (1ª ed.). Barcelona. Editorial: Edicions Universitat Barcelona. Gráfico: http://www.cadedirect.com/Catalogo/rodeosell__entrenamiento_propiocepcion .
THERABAND STABILITY TRAINER	Es un Cojín de forma ovalada, ideal para ejercicios de balance y propiocepción, su aplicación esta dirigida a trabajo relacionado con: coordinación, equilibrio, propiocepción y estabilización. Estos materiales utilizan niveles progresivos de inestabilidad dependiendo de su color, el verde es el inicial, azul nivel medio y finalmente el color negro que representa al más inestable y avanzado.		Descripción: http://www.therabandacademy.com/tba-product/stability-trainers . Gráfico: http://www.aerobicyfitness.com/cojines_de_espuma/product2353 .
THERABAND BANDAS	Son bandas de resistencia progresiva, igualmente su resistencia depende del color del material, se la utiliza para fortalecimiento muscular, resistencia, estiramiento muscular, coordinación y equilibrio. El color de la banda menos resistente corresponde al color amarillo, y al contrario la más fuerte color mostaza.		Descripción: http://www.therabandacademy.com/tba-product/thera-band-latex-freebands . Gráfico: http://www.fisioterapiaymas.com/TERA-BAND-EXERCISERS-475-m
THERABAND TUBING	Corresponden tubos elásticos de látex, están diseñados igualmente que las bandas, para fortalecimiento muscular, resistencia, estiramiento, coordinación, equilibrio. Sus colores al igual que otros materiales, varían según su color.		Descripción: http://www.therabandacademy.com/tbaproduct/theraband-tubing-loops-with-cuffs . Gráfico:

			http://www.fisioterapiaymas.com/THERA-BAND-EXERCISERS-475-m .
PELOTA DE EJERCICIOS	Se las utiliza tanto en posiciones dinámicas, como en estáticas, poseen un sistema antiexplosión, lo que significa que si la pelota sufre un pinchazo, esta se desinfla de manera progresiva evitando lesiones o caídas. Entre sus usos se encuentran: estabilización de tronco, equilibrio, coordinación y propiocepción.		Descripción: http://www.therabandacademy.com/tbaproduct/exercise-ball . Gráfico: http://www.preciolandia.com/cl/balones-de-pilates-estriados-65-cm-8990 .
FOOT ROLLER	Rodillo utilizado para proporcionar alivio temporal de dolor de la fascia plantar, se la utiliza igualmente, como un dispositivo útil para estirar la fascia plantar y aumentar la flexibilidad. Este tiene la facultad de poder ser refrigerado para procesos inflamatorios.		Descripción: http://www.therabandacademy.com/tba-product/foot-roller . Gráfico: http://www.runjunk.com/thera-band-foot-roller.aspx .
BOSÚ DE PROPIOCEPCIÓN.	Corresponde un sistema completo de entrenamiento en la coordinación, propiocepción, estática corporal, equilibrio, flexibilidad, fuerza muscular. Gracias a su versatilidad, se la puede entrenar tanto en entrenamiento deportivo, como en rehabilitación clínica. Se la puede usar con la base plana hacia arriba, o hacia abajo, para variar el grado de dificultad. Permite realizar ejercicios sentado, de pie, saltando o de rodillas.		Descripción: http://www.rehabmedic.co/catalogo/rehabilitacion-fitness/propiocepcion-equilibrio-y-coordinacion/bosu-balance-trainer.html . Gráfico: http://www.thera-bandacademy.com/search-the-academy.aspx?q=bosu .

Fuente: Theraband Academy Official Web Site, products.

Elaborado por: María Paz Velásquez

4.- EJERCICIOS DE PROPIOCEPCIÓN

1.- Posición: pararse en puntillas

Material: ninguno

Movimiento: pararse en puntillas y regresa a doble apoyo bilateral

PUNTILLAS EN APOYO BILATERAL



Fuente: Biblioteca Personal

Este movimiento ayuda a fortalecer gemelos, soleo y a trasladar el peso del cuerpo a nivel de metatarsos, refuerza el equilibrio estático.

2.- Posición: pararse en talones

Material: ninguno

Movimiento: pararse en talones y regresa a doble apoyo bilateral

PARARSE EN TALONES APOYO BILATERAL



Fuente: Biblioteca Personal

Trabajo concéntrico de tibial anterior, y traslado del peso a nivel de talones

3.- Posición: Apoyarse sobre el borde externo

Material: ninguno

Movimiento: apoyo bilateral del borde externo

APOYO BILATERAL DEL BORDE EXTERNO



Fuente: Biblioteca Personal

Fortalecimiento del tibial posterior, refuerza equilibrio.

4.- Posición: Marcha hacia el frente y atrás en puntas de pies

Material: Ninguno

Movimiento: Realizar la marcha hacia adelante y hacia atrás, manteniéndose en posición de puntas de pies.

MARCHA HACIA ADELANTE Y ATRÁS EN POSICIÓN DE PUNTILLAS



Fuente: Biblioteca Personal

Este movimiento nos ayuda a fortalecer gemelos, soleo y a trasladar el peso del cuerpo a nivel de metatarsos, refuerza el equilibrio dinámico

5.- Posición: Marcha en talones

Material: Ninguno

Movimiento: Realizar la marcha hacia adelante y hacia atrás, manteniendo apoyados los talones

MARCHA HACIA ADELANTE Y ATRÁS EN POSICIÓN DE TALONES



Fuente: Biblioteca Personal

Trabajo concéntrico de tibial anterior, y traslado del peso a nivel de talones, se trabaja equilibrio y coordinación dinámica.

6.- Posición: Propiocepción con pelota sobre superficie estable

Material: Pelota pequeña de propiocepción, se puede trabajar también con foot roller.

Movimiento: Deslizar la planta del pie, presionando la pelota contra el suelo, realizar con ambos pies, se trabaja estabilidad, equilibrio y propiocepción en planta del pie.

PROPIOCEPCIÓN CON PELOTA SOBRE SUPERFICIE ESTABLE



Fuente: Biblioteca Personal

Trabajo directo sobre mecanorreceptores en la planta del pie, relajamiento de fascia plantar, y trabajo de equilibrio del lado contra lateral

7.- Posición: Desplazamiento lateral en puntas

Material: Ninguno

Movimiento: Realizar desplazamiento lateral en puntas de pies hacia ambos lados

DESPLAZAMIENTO LATERAL EN PUNTAS



Fuente: Biblioteca Personal

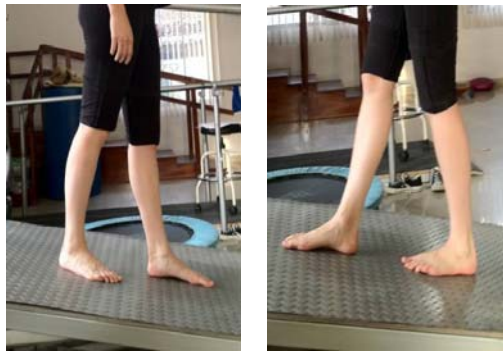
Fortalecer gemelos, soleo y a trasladar el peso del cuerpo a nivel de metatarsos, refuerza el equilibrio dinámico y coordinación.

8.- Posición: Marcha en plano inclinado

Material: Plano inclinado

Movimiento: Realizar la marcha hacia adelante y atrás en plano inclinado, alternando subida y bajada.

MARCHA EN PLANO INCLINADO



Fuente: Biblioteca Personal

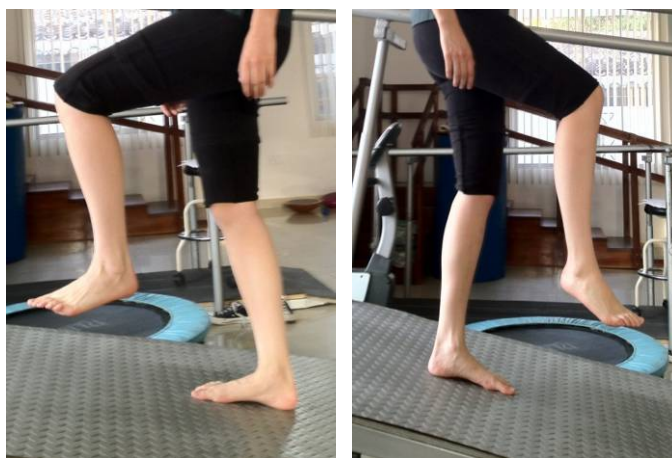
Se trabaja entrenamiento de marcha en terreno inclinado, elongación de aquiles.

9.- Posición: Marcha en plano inclinado, con flexión de cadera y rodilla

Material: Plano inclinado

Movimiento: Realizar la marcha hacia adelante, realizando flexión de cadera y rodilla manteniendo el lado contra lateral estable, alterar subida y bajada.

MARCHA EN PLANO INCLINADO, CON FLEXIÓN DE CADERA Y RODILLA



Fuente: Biblioteca Personal

Se trabaja entrenamiento de marcha, elongación de aquiles, equilibrio dinámico en ascensos, descensos y coordinación

10.- Posición: Apoyarse sobre tabla inestable

Material: tabla inestable

Movimiento: mantener unilateralmente apoyado el pie sobre la tabla inestable realizando el movimiento de plantiflexión y dorsiflexión.

APOYO SOBRE TABLA INESTABLE (PLANTIFLEXIÓN Y DORSIFLEXIÓN).



Fuente: Biblioteca Personal

Trabajo propioceptivo en planta del pie, dorsiflexores, y plantiflexores, y equilibrio unilateral

11.- Posición: Mantener apoyo bilateral

Material: Tabla inestable

Movimiento: Mantener la postura y estabilidad con apoyo bilateral sobre la tabla inestable

APOYO BILATERAL EN TABLA INESTABLE



Fuente: Biblioteca Personal

Propiocepción bilateral, equilibrio, y trabajo de musculatura perónea.

12.- Posición: Apoyo unilateral en tabla inestable

Material: Tabla inestable

Movimiento: Mantener la posición con apoyo unilateral, mientras se realiza abducción de cadera

APOYO UNILATERAL SOBRE TABLA INESTABLE



Fuente: Biblioteca Personal

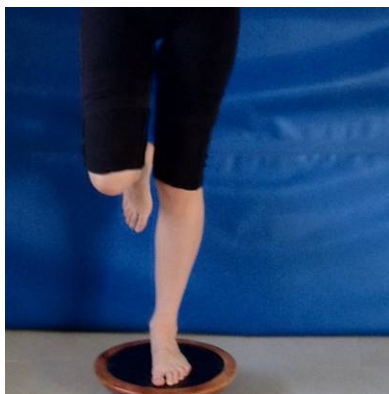
Propiocepción unilateral, equilibrio, coordinación y trabajo de musculatura perónea, tibial posterior, activos libres de abductores de cadera.

13.- Posición: Apoyo unilateral en tabla inestable, con flexión de rodilla

Material: Tabla inestable

Movimiento: Mantener la posición con apoyo unilateral, mientras se realiza la flexión de rodilla del lado contrario, alternar los dos miembros inferiores con: (brazos abiertos, brazos al frente, brazos cruzados en tronco).

APOYO UNILATERAL EN TABLA INESTABLE ACOMPAÑADO E FLEXIÓN DE RODILLA



Fuente: Biblioteca Personal

Propiocepción unilateral, equilibrio, coordinación y trabajo de musculatura perónea, tibial posterior, y activo libre de flexores de rodilla

14- Posición: Apoyo unilateral en tabla inestable, con flexión de cadera y rodilla

Material: Tabla inestable

Movimiento: Mantener la posición con apoyo unilateral, mientras se realiza la flexión de cadera, y rodilla del lado contrario, alternar los dos miembros inferiores con: (brazos abiertos, brazos al frente, brazos cruzados en tronco).

APOYO UNILATERAL EN TABLA INESTABLE, CON FLEXIÓN DE CADERA Y RODILLA



Fuente: Biblioteca Personal

Propiocepción unilateral, equilibrio, coordinación y trabajo de musculatura perónea y tibial posterior, activos libres de flexores de cadera y rodilla.

15.- Posición: Apoyo unilateral en tabla inestable, con aducción de cadera del lado contra lateral

Material: Tabla inestable

Movimiento: Mantener la posición con apoyo unilateral, mientras se realiza la aducción de cadera del lado contrario, alternar los dos miembros inferiores con: (brazos abiertos, brazos al frente, brazos cruzados en tronco).

APOYO UNILATERAL EN TABLA INESTABLE, CON ADUCCIÓN DE CADERA DEL LADO CONTRALATERAL



Fuente: Biblioteca Personal

Propiocepción unilateral, equilibrio, coordinación y trabajo de musculatura perónea y tibial posterior, y activos libres de aductores de cadera.

16.- Posición: Apoyo unilateral en tabla inestable, con extensión de cadera del lado contra lateral

Material: Tabla inestable

Movimiento: Mantener la posición con apoyo unilateral, mientras se realiza la extensión de cadera del lado contrario, alternar los dos miembros inferiores con: (brazos abiertos, brazos al frente, brazos cruzados en tronco).

APOYO UNILATERAL EN TABLA INESTABLE, CON EXTENSIÓN DE CADERA EN LADO CONTRALATERAL



Fuente: Biblioteca Personal

Propiocepción unilateral, equilibrio, coordinación y trabajo de musculatura perónea y tibial posterior, activos libres de extensores de cadera.

17.- Posición: Apoyo unilateral en tabla inestable, con flexión de cadera, y extensión de rodilla del lado contra lateral

Material: Tabla inestable

Movimiento: Mantener la posición con apoyo unilateral, mientras se realiza la flexión de cadera del lado contrario, con rodilla extendida, alternar los dos miembros inferiores con: (brazos abiertos, brazos al frente, brazos cruzados en tronco).

APOYO UNILATERAL EN TABLA INESTABLE, CON FLEXIÓN DE CADERA, Y EXTENSIÓN DE RODILLA DEL LADO CONTRA LATERAL



Fuente: Biblioteca Personal

Propiocepción unilateral, equilibrio, coordinación y trabajo de musculatura perónea y tibial posterior, activos libres de flexores de cadera.

19.- Posición: Dorsiflexión de tobillo

Material: Theraband

Movimiento: Dorsiflexión de tobillo, con la resistencia de la Theraband.

DORSIFLEXIÓN DE TOBILLO CON BANDA



Fuente: Biblioteca Personal

Trabajo de fortalecimiento de musculatura dorsiflexora

20.- Posición: Plantiflexión del de tobillo

Material: Theraband

Movimiento: Plantiflexión del tobillo, con la resistencia de la Theraband

PLANTIFLEXIÓN DE TOBILLO CON BANDA



Fuente: Biblioteca Personal

Trabajo de fortalecimiento de musculatura plantiflexora

21.- Posición: Inversión del de tobillo

Material: Theraband

Movimiento: Inversión del tobillo, con la resistencia de la Theraband.

INVERSIÓN DE TOBILLO CON BANDA



Fuente: Biblioteca Personal

Trabajo de fortalecimiento de musculatura inversora

22.- Posición: Eversión del de tobillo

Material: Theraband

Movimiento: Eversión del tobillo, con la resistencia de la Theraband

EVERSIÓN DE TOBILLO CON BANDA



Fuente: Biblioteca Personal

Trabajo de fortalecimiento de musculatura eversora

23.- Posición: Apoyo bilateral en Bosú de propiocepción

Material: Balón de propiocepción, como se mostró en los materiales, existen variedad de colores, los cuales de acuerdo al mismo varían el grado de inestabilidad, por lo cual se puede empezar en el de mayor estabilidad y finalizar en el de menor.

Movimiento: Realizar el apoyo bipodal, y cambiar el peso del cuerpo aleatoriamente de un pie a otro.

APOYO BILATERAL EN BOSÚ DE PROPIOCEPCIÓN



Fuente: Biblioteca Personal

Propiocepción bilateral, equilibrio y trabajo de musculatura perónea en superficie inestable

24.- Posición: Apoyo unipodal en bosú de propiocepción

Material: Balón de propiocepción

Movimiento: Se mantiene el apoyo unipodal, mientras el lado contrario realiza flexión de cadera con rodilla extendida, igualmente se puede variar alternando la posición de los brazos.

APOYO UNIPODAL EN BOSÚ DE PROPIOCEPCIÓN CON FLEXIÓN DE CADERA



Fuente: Biblioteca Personal

Propiocepción unilateral, equilibrio y trabajo de musculatura perónea en superficie inestable, activos libres de flexores de cadera

25.- Posición: Apoyo unipodal en balón de propiocepción

Material: Balón de propiocepción

Movimiento: Mantener el apoyo unipodal, y el lado contrario realiza abducción de cadera, se puede alternar con posición de brazos mientras se realiza el movimiento.

APOYO UNIPODAL EN BOSÚ DE PROPIOCEPCIÓN CON ABDUCCIÓN DE CADERA



Fuente: Biblioteca Personal

Propiocepción unilateral, equilibrio y trabajo de musculatura perónea en superficie inestable, activos libres abductores de cadera

27.- Posición: Apoyo bilateral en trampolín

Material: Trampolín.

Movimiento: Realizar el apoyo bipodal, y cambiar el peso del cuerpo aleatoriamente de un pie a otro

DESCARGAS DE PESO BILATERAL EN TRAMPOLÍN



Fuente: Biblioteca Personal.

Trabajo propioceptivo en planta de pies, descargas de peso aleatorias.

28.- Posición: Salto en trampolín

Material: Trampolín.

Movimiento: Realizar saltos sobre el trampolín con apoyo bilateral

SALTO EN TRAMPOLÍN



Fuente: Biblioteca Personal

Trabajo propioceptivo en planta de pies, descargas de peso bilateral, trabajo de gemelos, soleo, cuádriceps, tibial anterior e isquiotibiales

29.- Posición: Salto en trampolín, con apoyo unilateral

Material: Trampolín.

Movimiento: Realizar saltos sobre el trampolín con apoyo unilateral

SALTO EN TRAMPOLÍN CON APOYO UNILATERAL



Fuente: Biblioteca Personal

Trabajo propioceptivo en planta de pie, trabajo de gemelos, soleo, cuádriceps, tibial anterior e isquiotibiales, equilibrio y coordinación unilateral

30.- Posición: Apoyo unilateral, recibiendo balón.

Material: Trampolín y balón

Movimiento: Mantener la posición de apoyo unilateral, alternando los dos miembros inferiores, mientras recibe el balón con las manos a diferentes alturas.

APOYO UNILATERAL RECIBIENDO BALÓN



Fuente: Biblioteca Personal

Trabajo propioceptivo en planta de pie, equilibrio, coordinación unilateral, activo libre de flexores de cadera, el recibimiento del balón aporta para general inestabilidad y que el paciente la compense.

5.- K – TAPE (VENDAJE NEUROMUSCULAR PROPIOCEPTIVO)

Según Birgit Kumbrink (2012), la elasticidad del K-Tape es comparable al estiramiento del músculo humano. El tejido de algodón puede estirarse en dirección longitudinal aproximadamente 30 a 40%. Esto corresponde a un estiramiento propio del 130 al 140%. El K-Tape ya viene presentado en la lámina de soporte con una leve extensión del 10%. Estas propiedades de extensión tienen un papel importante en las diversas técnicas de aplicación.

Birgit Kumbrink (2012), recomienda indicar al paciente las contraindicaciones del mismo las cuales son:

- Heridas abiertas
- Cicatrices Incompletas
- Infecciones en la piel
- Zona pectoral, zona uterina
- Alergia al acrílico ya que este es su compuesto principal

Las cuatro técnicas de aplicación son:

- Aplicación muscular
- Aplicación Ligamentosa
- Aplicación correctiva
- Aplicación Linfática

La aplicación de interés es la ligamentosa, y se utilizan en caso de lesiones y sobrecargas de ligamentos y tendones. Producen descarga, alivio del dolor y mejoría del rendimiento, gracias a lo cual la recuperación es más rápida. Es importante recalcar que la aplicación del k Taping la tiene que realizar un profesional, que conozca de la técnica, que sepa cual es la etapa más apropiada para colocarla y la forma en la que se la hace.

La aplicación sigue los siguientes pasos:

APLICACIÓN DE K TAPING EN INESTABILIDAD DE TOBILLO



Fuente: Birgit Kumbrink. (2012). K-Taping Pro. (2a ed.). Berlín. Editorial Springer, p25.

Cabe mencionar que el paciente que desea ser colocado el tape, debe seleccionar a un personal medico que sea calificado para la colocación del mismo, ya que ahora al ser una técnica tan utilizada, existen vendajes que venden en farmacias para que la persona se la coloque sin prescripción, y sin conocer sobre la técnica. Es imprescindible tomar en cuenta esto ya que la banda debe ser colocada de acuerdo a la lesión, y con un objetivo específico.

6.- Uso correcto del calzado

La influencia del tipo de deporte, el entorno y el nivel de uso (entrenamiento, competición, etc.) han dado lugar, en los últimos años, a una gran especialización del calzado. Existen en la actualidad casi tantos tipos de

calzado como deportes. Sin embargo, una selección correcta del calzado exige conocer en primer lugar cuáles son los gestos deportivos básicos en la práctica del deporte concreto. La frecuencia e importancia de gestos como la carrera, los saltos, los giros o los movimientos laterales orientan sobre las especificaciones técnicas que debe reunir el calzado.

Izquierdo Redín Mikel (2008), describe una variedad de calzados, agrupando en los deportes más populares y son:

- Calzado de carrera
- Calzado de tacos
- Calzado para deportes de equipo en pabellones
- Calzado de tenis
- Calzado para atletismo
- Calzado para actividades al aire libre

Desde el punto de vista de la biomecánica, el rendimiento, la protección el confort y la adaptación del calzado a la actividad deportiva dependen de una serie de aspectos que han de satisfacer los diferentes elementos y sistemas incluidos en el calzado deportivo.

El autor, señala que los principales aspectos biomecánicos que hay que considerar son:

- Amortiguación de impactos
- Agarre del suelo: fuerzas de frenado e impulsión
- Control y adaptación a los movimientos del pie
- Distribución de presiones
- Adaptación a la forma del pie

A continuación se describe información sobre sus peculiaridades y aspectos biomecánicos asociados

1.- Calzado de carrera

En el tipo de carrera, de velocidad moderada, el contacto del pie con el suelo durante la fase de apoyo se produce generalmente con el talón originándose fuerzas muy superiores a las generadas al caminar que llegan a alcanzar dos o tres veces el valor del peso del cuerpo.

Los aspectos más relevantes en este tipo de calzado son los siguientes:

- La amortiguación de impactos debido a la elevada carga que el esqueleto se ve obligado a soportar, durante entrenamientos y competiciones, y la gran duración de la actividad en este deporte.
- El agarre sobre la superficie, sobre todo en un entorno urbano.
- El control de movimiento de hiper pronación para evitar lesiones en el miembro inferior por la duración de la carrera.
- El ajuste para evitar rozaduras y lesiones en las uñas.

CALZADO DE CARRERA



Fuente: <http://www.edetiendas.com/Deporte/Calzado-deportivo/Zapatillas-ASICS>

Las recomendaciones para este calzado son:

- La suela debe tener un buen agarre.
- En general, cuando la carrera tiene lugar en superficies poco deslizantes y sin contaminantes, como el cemento o el asfalto secos, la suela del calzado apenas necesita relieves, al contrario si la carrera se realiza en zona urbana como tierra, se deben incorporar suelas con dibujos de mayor relieve.
- El espesor de la suela debe ser suficiente para prevenir desgastes prematuros y resguardar la integridad de la entre suela.
- Debe permitir suficiente espacio entre los dedos, para evitar problemas en uñas.
- El peso del calzado debe ser bajo.
- Debe ser capaz de evacuar el sudor producido

2.- Calzado de tacos

El calzado para fútbol se puede considerar un calzado representativo de los demás calzados para deportes con tacos, como el Rugby. El aspecto biomecánico más importante en este tipo de calzado es, probablemente, el agarre y la tracción en los campos de hierba natural o artificial, para lo que el diseño de la suela con la inclusión de tacos, es imprescindible.

CALZADO DE TACOS



Fuente: <http://www.sabercurioso.es/tag/deporte/>.

En función del terreno sobre el que se vaya a jugar al fútbol, se pueden encontrar tres tipos:

1.- Calzado con tacos intercambiables: se utilizan en césped mojado, de acuerdo con el reglamento de la Federación Internacional de Fútbol, no pueden superar los 19 mm, y el diámetro como mínimo de 12,7 mm.

2.- Calzado con tacos fijos: se los usa para terrenos ligeramente humedecidos

3.- Botas con multitacos: con pequeños y numerosos tacos de caucho son utilizados en terrenos duros, césped con suelo seco y duro, tierra o césped artificial.

Las recomendaciones son:

- En cuanto a la adaptación de los movimientos del pie, la existencia de líneas de flexión en el antepié se orienta a facilitar dicho movimiento y a disminuir las presiones.

- Otro de los aspectos fundamentales es el control del golpeo del balón, por lo que tanto el sistema de cierre, como el acordonado, no deben sobre salir del plano del empeine, la forma y el ajuste deben ser adecuados, para permitir tacto y precisión en los lanzamientos

3.- Calzado para deportes de equipo en pabellones o coliseos

El calzado para baloncesto puede ser representativo de los utilizados en deportes practicados en pabellones cubiertos, como el balonmano, fútbol sala o voleibol, en los que predomina el uso de pavimentos de parqué o sintéticos y donde los gestos técnicos como carrera, saltos, giros y movimientos laterales son similares.

Los aspectos más relevantes en este tipo de calzado son los siguientes:

- amortiguación de impactos: debido a la elevada cantidad de saltos y el peso de los deportistas, especialmente en baloncesto, durante entrenamientos y competiciones y la gran duración de la actividad en este deporte.
- El agarre: en estos deportes se produce una gran cantidad de paradas y cambios de dirección durante el juego, por lo que los aspectos como el agarre son fundamentales.
- El control del movimiento de hiperpronación para evitar lesiones en el miembro inferior durante la carrera, el de supinación en los cambios de dirección y el de torsión para evitar esguinces.

ZAPATOS PARA BASKETBALL



Fuente: <http://digginshop.blogspot.com/2011/05/air-jordan-museum.html>.

ZAPATOS PARA VOLLEY



Fuente: <http://www.zapatillas.ws/ofertas-voleibol.php>.

Las recomendaciones son:

- El agarre debe ser adecuado, para mejorar la eficiencia de la carrera y de los desplazamientos laterales que se producen en los cambios rápidos de dirección.
- El calzado debe ofrecer buenas características de amortiguación de impactos, tanto a nivel del talón como del antepié, los jugadores de vóley, suelen entrenar con calzado de mayor espesor de suela, y

cuando compiten prefieren usar los de menor, esto es por mejorar la propiocepción y disminuir el peso del calzado.

- Para el control de movimientos de hiper pronación y de supinación se colocan contrafuertes rígidos en la trasera, más elevados que en el caso de la carrera.
- En jugadores con un elevado riesgo de esguinces de tobillo, es recomendable la utilización de caña alta y de refuerzos que abracen al tobillo.
- Adicionalmente y especialmente en baloncesto, existe la necesidad de incorporar sistemas que faciliten la torsión del antepié y el retro pie para evitar las frecuentes lesiones de tobillo provocadas por el aterrizaje tras el salto sobre el pie de otro jugador

4.- Calzado para Tenis

Los gestos realizados por el pie durante la práctica del tenis son, en su mayor parte, básicamente los mismos que los realizados en los distintos deportes mencionados anteriormente; sin embargo, la gran variedad de superficies sobre las que es practicado y el elevado número de lesiones que se asocian a este deporte otorgan una especial relevancia a este tipo calzado.

Los aspectos más relevantes en este tipo de calzado son los siguientes:

- La distribución de presiones plantares: en la practica del tenis los desplazamientos en carrera suelen ser cortos y rápidos, por lo que, habitualmente, se carga sobre el antepié y debe conseguirse una distribución de presiones óptima y prevenir la existencia de puntos de hiper presión localizados bajo las cabezas de los metatarsianos.

- El control de movimiento de supinación y pronación para evitar lesiones en el miembro inferior durante los cambios de dirección y las paradas laterales.

Las recomendaciones son:

- Respecto a la fricción, deben diseñarse suelas, para que la fricción longitudinal sea la apropiada.
- Para conseguir una distribución de presiones óptima es fundamental que el material de la plantilla y la entre suela en el antepié sea el adecuado.
- En el caso del calzado para tenis resulta básico que tanto la adaptación anatómica de la plantilla, como la rugosidad del forro prevengan los deslizamientos entre el pie y el calzado.
- Por otra parte, como ocurre en el baloncesto o en el fútbol sala, para prevenir las bruscas supinaciones que se producen en los cambios de dirección y en las paradas laterales, es recomendable el uso de contrafuertes rígidos en la trasera y de contrafuertes estabilizadores externos

CALZADO PARA TENNIS



Fuente: <http://www.zapatillasnike.net/categoria/tenis-nike>.

5.- Calzado para atletismo

Este tipo de calzado sólo se utiliza en el momento de la competición y generalmente, en su diseño priman los criterios de rendimiento, olvidando en ocasiones la protección ante lesiones en beneficio de un mejor registro deportivo. Como es de conocimiento dentro del atletismo se encuentran varias actividades como: carreras de velocidad, vallas, lanzamientos, saltos etc.

De manera general se describe cada una de estas rápidamente:

- **Calzado para carrera de velocidad:** el gesto asociado a la carrera de velocidad se caracteriza por que el contacto con la pista se realiza con el antepié. En este sentido, no se precisa que el piso de la zapatilla en la zona del talón disponga de especiales características de amortiguación.
- **Calzado para saltos:** los elementos diferenciadores del calzado para el salto de vallas y obstáculos se centran en la incorporación de entresuela en el talón para mejorar la amortiguación de impactos tras el salto de los obstáculos.

CALZADO PARA ATLETISMO



Fuente: <http://www.juanchocorrelon.com/calzado-y-vestuario.php?cat=9>.

6.- Calzado para actividades al aire libre

Un buen calzado para caminar por terrenos vírgenes es aquel que aporta las mejores soluciones técnicas para:

- Proporcionar un buen aislamiento térmico.
- Proteger el pie frente a lesiones articulares y musculares.
- Adaptarse a las dimensiones funcionales del pie evitando rozaduras y proporcionándole estabilidad y agarre al suelo.
- Contribuir a la amortiguación de las cargas proporcionando al pie una alta comodidad.

CALZADO PARA ACTIVIDADES AL AIRE LIBRE



Fuente: <http://es.pickofchina.com/venta/Lace-Up-EVA-hombres-respirables-al-aire-libre-zapatillas-p305289.html>.