

INDICE

INDICE	0
1 INTRODUZIONE E SCOPO DELLO STUDIO	1
2 ANATOMIA DELL'ARTO INFERIORE	4
2.1 Osteologia	4
2.1.1 Femore	4
2.1.2 Patella	5
2.1.3 Tibia e Fibula	5
Ossa del tarso	7
2.1.4 Talo o Astragalo	7
2.1.5 Calcagno	7
2.1.6 Navicolare o Scafoide	8
2.1.7 Ossa cuneiformi	9
2.1.8 Cuboide	9
2.1.9 Metatarsi	9
2.1.10 Falangi	9
2.2 Artrologia	11
2.2.1 Articolazione dell'anca	11
2.2.2 Articolazione del ginocchio	12
2.2.3 Articolazione della caviglia	16
2.2.4 Articolazioni proprie del piede	17
2.3 Miologia	22
2.3.1 Muscoli dell'anca	22
2.3.2 Muscoli della coscia	24
2.3.3 Muscoli della gamba	27

2.3.4	Muscoli del piede.....	30
2.4	Innervazione	33
2.4.1	Innervazione dell'anca	33
2.4.2	Innervazione della coscia.....	34
2.4.3	Innervazione della gamba	34
2.4.4	Innervazione del piede.....	34
3	CHINESIOLOGIA.....	36
3.1	Anca.....	36
3.2	Ginocchio	37
3.3	Caviglia	39
3.4	Piede	43
4	BIOMECCANICA DELL'APPOGGIO PLANTARE E DEL CAMMINO.....	45
4.1	Suddivisione del ciclo del cammino per fasi	49
4.2	Cinematica sul piano frontale	50
4.3	Cinematica sul piano sagittale	52
4.4	Traiettoria del centro di massa	53
4.5	Attività muscolare	53
4.6	Traiettoria del centro di pressione.....	54
4.7	Momenti articolari e potenze	55
5	EPIDEMIOLOGIA PATOLOGIE DEL PIEDE	56
5.1	Alluce Valgo	56
5.2	Alluce rigido	56
5.3	Dito a martello.....	56
5.4	Piede Piatto	57
5.5	Piede cavo	57
5.6	Piede torto.....	57
5.7	Neuroma di Morton	57

5.8	Fascite Plantare.....	58
5.9	Sperone Calcaneare	58
5.10	Instabilità Cronica di Caviglia.....	58
5.11	Artrosi del piede.....	58
5.12	Artrosi di caviglia.....	59
6	MATERIALI E METODI	60
6.1	Studio	60
6.2	Obiettivo dello studio.....	60
6.3	Strategie di ricerca.....	60
6.4	Criteri di inclusione	61
6.5	Criteri di esclusione	61
7	RISULTATI.....	62
7.1	Sintesi dei risultati della ricerca in letteratura.....	62
7.2	Sinossi degli studi.....	63
7.2.1	Metanalisi	63
7.2.2	Revisioni Sistematiche	82
	Sintesi dei risultati per argomento	92
7.2.3	Ginocchio	92
7.2.4	Instabilità cronica della caviglia.....	93
7.2.5	Runner	93
7.2.6	Lesioni agli arti inferiori (AAII).....	94
8	DISCUSSIONE.....	95
8.1	Analisi grafica dei risultati.....	95
8.2	Limiti dello studio della tesi	97
9	CONCLUSIONI	98
11	BIBLIOGRAFIA / SITOGRAFIA.....	99

1 INTRODUZIONE E SCOPO DELLO STUDIO

Il piede svolge molteplici funzioni che ci permettono di mantenere l'equilibrio, camminare, distribuire le forze durante il movimento e garantire una postura corretta.

Tutte queste azioni ci consentono di svolgere attività nella nostra vita quotidiana, lavorativa e sportiva, senza focalizzarci su questi aspetti, poiché l'azione muscolare, il controllo motorio e propriocettivo avvengono in modo automatico, per automatismi, o comunque attraverso l'apprendimento in seguito a richieste funzionali crescenti.

Nel momento in cui il complesso del piede o della caviglia subiscono dei danni, o si discostano dalla normale biomeccanica fisiologica, si possono avere delle ripercussioni su tutte le azioni prima menzionate e anche su tutte le articolazioni sovrastanti.

Le patologie dell'apparato locomotore hanno una genesi multifattoriale e si riscontrano anche in popolazioni non esposte al rischio da sovraccarico biomeccanico; pertanto, si rende indispensabile disporre in letteratura di gruppi di riferimento, tempo e spazio specifici, che possano far avere un quadro più vasto e completo.

Secondo quanto riportato nel rapporto "The Global Burden of Disease: Generating Evidence, Guiding Policy",⁽¹⁾ pubblicato nel 2013 dall'Institute for Health Metrics and Evaluation (Ihme) dell'Università di Washington, le malattie muscolo-scheletriche (Mms), in termini di impatto sulla salute globale, sono seconde solo alle patologie mentali e ai disturbi del comportamento.

Lo stesso documento mette in evidenza come le patologie muscoloscheletriche risultano essere tra le più invalidanti in termini di anni di vita persi a causa della disabilità e di anni di vita vissuti con disabilità (Ylds, *Years of Life lived with Disability*), passando da 2198 Dalys (Disability Adjusted Life Years) per 100.000 nel 1990, a 2462 per 100.000 nel 2010.

Inoltre, sempre nel 2010, le persone di 45-49 e 50-54 anni d'età sono state le più colpite dalle Mms, con oltre 30 milioni di anni di vita vissuti con disabilità (Ylds) in ognuna di queste fasce d'età. Sempre secondo il rapporto, le patologie dell'apparato muscolo-scheletrico compaiono tra le prime 10 cause di disabilità in molte regioni del mondo e, in

particolare, l'osteoartrite è tra le prime 20 cause in ogni regione, a eccezione dell'Africa sub-sahariana centrale.

Perciò è necessario per un professionista che si occupa di disturbi muscoloscheletrici, disporre di un bagaglio di conoscenze che includano anche le problematiche riguardanti il distretto anatomico di piede-caviglia.

Nell'ambito delle evidenze scientifiche in fisioterapia, negli ultimi anni un evento che ha avuto un ruolo cruciale è stato l'adozione del modello biopsicosociale, in sostituzione al precedente modello biomedico.

Il modello biopsicosociale dinamico, considera la salute come il risultato dell'interazione reciproca tra le dinamiche contestuali, biologiche, psicologiche, interpersonali e macrosistemi che si svolgono nel tempo personale e storico.(2)

L'integrazione del modello biopsicosociale in fisioterapia ha portato il professionista a non limitarsi a trattare la lesione o il dolore, ma a considerare la persona nella sua totalità. Un approccio olistico porta ad un trattamento più efficace e duraturo, perché così facendo, il fisioterapista può intervenire non solo sulle disfunzioni fisiche, ma anche su eventuali barriere psicologiche e sociali che potrebbero ostacolare il recupero o la guarigione.

Per questo motivo, il fisioterapista deve acquisire competenze non solo tecniche, ma anche relazionali e psicologiche, diventando una figura di supporto fondamentale per il paziente nel suo percorso terapeutico. Tuttavia, va precisato che adottare il modello biopsicosociale non significa abbandonare l'approccio biomedico, ma ampliarlo. Si tratta di un modello che valorizza la complessità dell'essere umano e riconosce che i fattori fisici, mentali e sociali sono strettamente interconnessi.

Attualmente il rischio che si sta correndo, in seguito all'utilizzo di questo nuovo approccio è quello di trascurare gli aspetti “-bio”, ossia la componente anatomica fisiologica e patologica di una condizione.

Questa tesi ha cercato di comprendere ed individuare, in che modo aspetti dell'appoggio plantare e del piede, sono connessi o influenzati alle altre articolazioni sovrastanti dell'arto inferiore e poi soprattutto come questo risultato, influenza quella che è la realtà e la pratica clinica.

Allo stesso tempo, nel caso in cui questa correlazione non sia così evidente, come si era ipotizzato, questa tesi sarà servita a smentire quelle che sono alcune convinzioni esistenti, su cui però non c'è fondamento scientifico.

A volte, questo può accadere perché quello che pensiamo e nella nostra testa sembra logico, non rispecchia quella che è la realtà. In questo caso specifico, sappiamo dall'anatomia e in particolar modo dalla chinesologia, che una prono-supinazione della caviglia (astragalo) accompagna meccanicamente la rotazione dell'intera gamba.

Un ragionamento che spesso si sente dire è il seguente: "è tutto collegato". Questo tipo di ragionamento, può indurci in errore e portarci a pensare che qualsiasi intervento facessimo vada ad influire sulle altre articolazioni, giustificando ogni nostra azione/ragionamento e portandoci in un bias (o errore).

Infatti, un parametro molto importante come l'MCID (3,4), che definisce la quantità minima di cambiamento che un risultato deve avere per essere significativo per i pazienti, ci spiega ad esempio come alcune terapie, che sull'atto teorico dovrebbero funzionare, ma nella realtà la loro efficacia è così ridotta che non rispecchiano quella che è la spiegazione teorica.

Allo stesso modo, anche se in questo caso abbiamo delle certezze dagli studi sulla biomeccanica e dalla chinesologia che il piede e tutto l'arto inferiore siano continuamente interconnessi, tuttavia, non possiamo affermare a priori che variazioni cinematiche in questi distretti si ripercuotano a tal punto da causare una patologia muscoloscheletrica in altre articolazioni.

Sul terzo medio della diafisi nel lato posteriore decorre la linea aspra, punto di inserzione di svariati muscoli, che successivamente si divide prossimalmente nella linea pettinea medialmente e tuberosità glutea lateralmente, mentre a livello distale si suddivide in linee sopracondiloidee laterale e mediale.

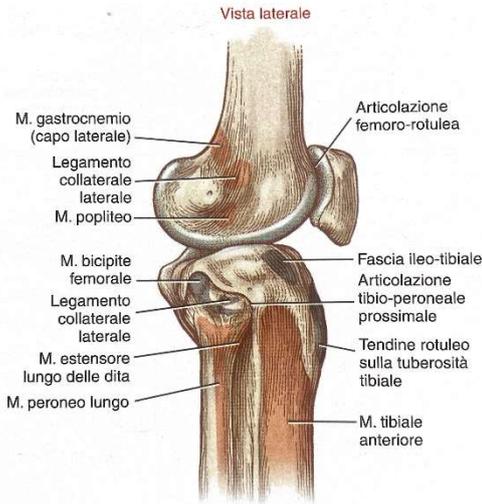


Figura 2: proiezione laterale del ginocchio

condili sono presenti i solchi laterale e mediale.

2.1.2 Patella

Anche detta rotula, è un osso sesamoide situata anteriormente e superiormente l'articolazione femoro-tibiale. (figura 2)² È inserito all'interno del tendine quadricipitale, e infatti tale localizzazione permette aumentare il braccio di leva del muscolo quadricipitale, permettendone l'astensione. Sulla superficie posteriore vi è la cresta verticale che separa le due faccette articolari mediale e laterale.

2.1.3 Tibia e Fibula

La tibia, l'osso più mediale delle due che fanno parte della gamba, a livello prossimale presenta 3 faccette articolari, 2 che si articolano con il femore (figura 3)³ e una più

A livello distale si articola tramite l'articolazione del ginocchio attraverso due faccette patellari anteriormente con la patella, e tramite due condili posteriormente e inferiormente con la tibia. I due condili sono separati nel mezzo dalla gola intercondiloidea, più anteriormente invece, i condili si uniscono a formare il solco trocleare intercondiloideo, che si articola con il lato posteriore della rotula. Scavati nella superficie articolare dei

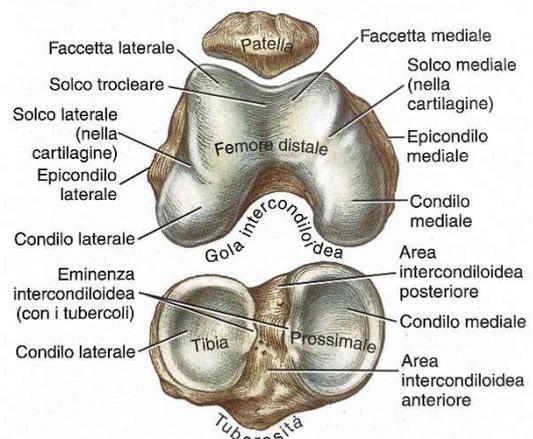


Figura 3: superfici articolari di femore distale e tibia prossimale.

² Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p.548

³ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 546

laterale che si articola con il perone, le prime due situate sopra i condili tibiali mediale e laterale, sono situate all'interno della capsula articolare, la superficie superiore a queste due strutture è indicata come piatto tibiale, che accoglie i condili femorali. (figura 4)⁴

Le superfici articolari prossimali della tibia sono separate tra di loro dall'eminenza intercondiloidea formata dai tubercoli mediale e laterale. Anteriormente è presente la tuberosità tibiale sede di inserzione distale del quadricipite.

Sul versante posteriore decorre l'irregolare linea solea.

L'epifisi distale della tibia termina medialmente con il malleolo mediale, nella cui superficie laterale (o interna) vi è la faccetta articolare dell'astragalo, facente parte dell'articolazione tibio- astragalica. Sempre sullo stesso lato, ma superiormente si trova l'incisura peroneale, che invece accoglie l'articolazione tibio-peroneale distale.

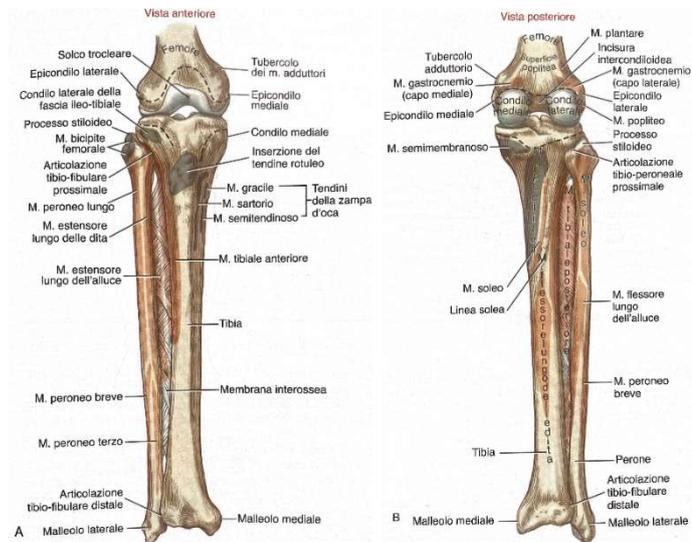


Figura 4: proiezioni anteriore e posteriore delle ossa della gamba e femore distale

Con in termine torsione tibiale esterna, viene indicata la fisiologica rotazione esterna di circa 20/30° dell'estremità distale rispetto a all'estremità prossimale.

La fibula, o anche detta perone, si trova parallelamente e lateralmente alla tibia. La testa del perone è situata lateralmente e inferiormente al condilo tibiale laterale, ed è facilmente palpabile manualmente. Distalmente va a formare il malleolo laterale, questa struttura attua un meccanismo a puleggia per i tendini dei muscoli peroneo lungo e peroneo breve.

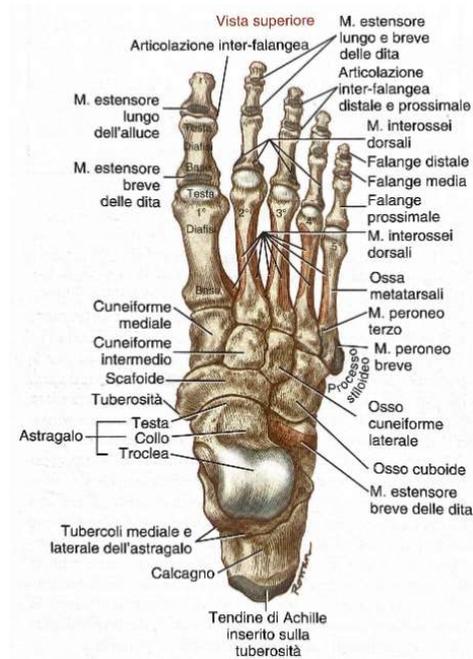
Quest'osso presenta prossimalmente una faccetta articolale mediale per la tibia, come in precedenza descritta, e distalmente sempre sul lato mediale si articola con l'astragalo contribuendo all'articolazione tibio-astragalica.

⁴ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 547

Il complesso del piede invece è costituito dalle seguenti ossa:

Ossa del tarso

2.1.4 Talo o Astragalo



È l'osso del piede situato più prossimalmente rispetto agli altri. Esso è costituito da una componente detta testa, che si proietta in avanti e medialmente, e un'altra componente detta collo, che è la porzione che unisce il corpo con l'astragalo. (figura 5)⁵

La superficie dorsale liscia è convessa in senso antero-posteriore leggermente concava medio-lateralmente e presenta due superfici articolari una mediale per la tibia e una laterale per la fibula. Sul versante anteriore presente l'articolazione astragalo-scafoidea.

Figura 5: proiezione superiore delle ossa del piede (destro)

Inferiormente, sulla superficie plantare vi sono 3 faccette articolari: anteriore, intermedia e posteriore ovale, tutte e tre si articolano con il calcagno e insieme vanno a formare l'articolazione sotto-astragalica.

2.1.5 Calcagno

L'osso più voluminoso del piede, situato inferiormente all'astragalo. Nella sua porzione posteriore si trova un voluminoso processo su cui si inserisce il tendine di calcaneare (detto anche di Achille). Nella superficie plantare di questa stessa tuberosità vi sono i

⁵ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 606

processi laterale e mediale su cui si inseriscono la fascia plantare e alcuni muscoli intrinseci. (figura 6)⁶

In totale sono presenti 4 faccette articolari, nel lato anteriore il calcagno si articola con il cuboide, mentre sulla superficie dorsale presenta 3 faccette che si uniscono alle corrispondenti sull'astragalo, tra le faccette posteriori e mediali è presente il solco calcaneare al cui interno passano legamenti che stabilizzano l'articolazione.

Sul versante mediale della parte dorsale sporge il sustentaculum tali, una protuberanza osseo su cui inferiormente decorre il tendine del flessore lungo dell'alluce e in aggiunta sostiene la faccetta centrale dell'astragalo.

I solchi del calcagno insieme a quell'dell'astragalo vanno a formare il seno del tarso un canale che ospita vasi, nervi e legamenti.

2.1.6 Navicolare o Scafoide

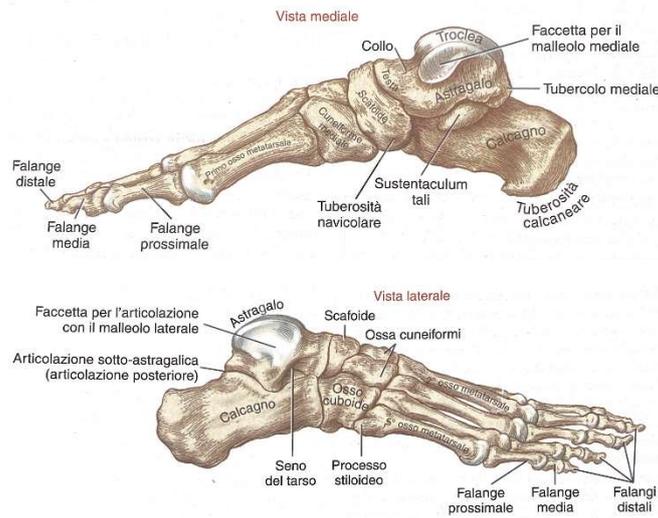


Figura 7: vista laterale e mediale delle ossa del tarso (piede destro)



Figura 6: proiezione inferiore delle ossa del piede (destra)

Viene chiamato scafoide per la sua somiglianza con una nave. La superficie prossimale è concava e accoglie la testa dell'astragalo, mentre la superficie distale accoglie tre faccette che si articolano con le tre ossa cuneiformi. Sulla superficie mediale è palpabile una tuberosità che funge da inserzione del muscolo tibiale posteriore. (figura 7)⁷

⁶ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 606

⁷ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 606,607

2.1.7 Ossa cuneiformi

Sono 3 ossa situate in mezzo tra la superficie distale dello scafoide e le basi delle prime tre ossa metatarsali. Esse oltre ad articolarsi anteriormente e posteriormente, si articolano lateralmente tra loro e la più laterale anche con il cuboide.

(fanno parte dell'arco trasversale del piede)

2.1.8 Cuboide

Così chiamato perché ricorda la forma di un cubo e ha sei superfici articolari.

Come già enunciato in precedenza, prossimalmente si articola con il calcagno, tramite una superficie curva. Procedendo medialmente ha una faccetta per il cuneiforme mediale e un'altra per lo scafoide. La superficie distale si articola con le basi del quarto e del quinto metatarso. Sulla superficie plantare decorre un solco al cui interno passa il tendine del muscolo peroneo lungo.

2.1.9 Metatarsi

Sono 5 ossa numerate partendo dal mediale alla più laterale, il primo è il più corto mentre il secondo è in genere il più lungo. Ogni metatarso è costituito da una base a livello prossimale, un corpo e una testa convessa sull'estremità distale. I corpi delle ossa metatarsali sono concavi sul lato plantare, ne risulta quindi una struttura ad arco che migliora il supporto al carico e offre spazio e muscoli e tendini. Ogni osso ha quindi oltre alle faccette articolari prossimali, per le ossa del tarso, e distali, per le falangi prossimali, si hanno delle faccette articolari alle basi per articolarsi con le altre basi dei metatarsi adiacenti.

Sulla superficie plantare del primo metatarso a livello della testa si hanno due faccette aggiuntive che si articolano con due ossa sesamoidi inserite all'interno del tendine flessore breve dell'alluce. Sul quinto metatarso è palpabile il processo stiloideo situato lateralmente alla base, su cui si inserisce il muscolo peroneo breve.

2.1.10 Falangi

Nel piede in totale sono 14 falangi. Ognuna di esse è costituita da una base concava, un corpo e una testa convessa. Escluso il primo dito, che presenta due falangi, le altre dita

hanno tre falangi, dette come prossimale, intermedia e distale. Per l'alluce si hanno solo la falange prossimale e la distale.

2.2 Artrologia

2.2.1 Articolazione dell'anca

L'anca è un'artrosi, costituita dalla testa del femore che viene mantenuta a contatto all'interno dell'acetabolo attraverso un insieme di tessuti connettivi, legamenti e muscoli che la circondano.

Il legamento rotondo, o anche conosciuto come legamento della testa del femore, è una struttura di tessuto connettivo tubulare che origina dal legamento trasverso dell'acetabolo e si inserisce sulla fovea della testa del femore(5) (figura 8)⁸, non è ancora certo con esattezza la sua azione stabilizzatrice nei confronti dell'articolazione;(6,7) tuttavia, esso ha funzione di proteggere la piccola arteria acetabolare.

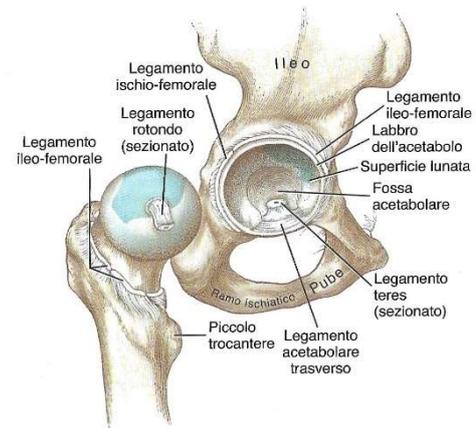


Figura 8: articolazione dell'anca con il legamento rotondo in evidenza

La circonferenza esterna dell'acetabolo è circondata per buona parte da un anello in fibrocartilagine, detto labbro dell'acetabolo, e a completare l'anello vi è il legamento trasverso dell'acetabolo che colma l'incisura acetabolare. La fossa acetabolare è l'incavo in profondità rispetto all'acetabolo, non essendo a contatto diretto con la testa del femore è sprovvista di cartilagine, ma fornisce spazio per un cuscinetto di tessuto adiposo normalmente interposto tra testa del femore e fondo dell'acetabolo, il legamento rotondo, tessuto adiposo, membrana sinoviale e vasi sanguigni.

Parti della capsula articolare sono rinforzate da tre muscoli: l'ileocapsulare, il piccolo gluteo e il capo riflesso del retto femorale.(8) I legamenti che invece costituiscono tale articolazione sono:

- il legamento ileo-femorale: prossimalmente si inserisce vicino alla spina iliaca antero-inferiore e adiacente al margine dell'acetabolo, le fibre poi si distinguono in fasci mediali e laterali, per poi inserirsi ognuno nelle rispettive estremità della

⁸ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 493

linea intertrocanterica.(9) Tale legamento è messo in tensione in estensione e rotazione esterna di anca.(10,11)

- i legamenti pubo-femorale e ischio-femorale: due legamenti che si fondono e rafforzano i lati adiacenti della capsula. Il pubo-femorale si inserisce lungo il margine anteriore e inferiore dell'acetabolo e le parti adiacenti del ramo pubico superiore e della membrana otturatoria. L'ischio femorale origina ai lati posteriori e inferiori dell'acetabolo, originando principalmente dall'ischio adiacente, per inserirsi vicino all'apice del grande trocantere, alcune fibre più profonde si fondono con le fibre circolari della capsula posteriore e inferiore. Il pubo-femorale viene messo in tensione nell'abduzione ed estensione d'anca, e in misura minore nella rotazione interna,(11,12) mentre l'ischio-femorale tende le fibre superficiali in estensione completa, abduzione di 10-20°(11) e rotazione interna(10) e le fibre più profonde vengono messe in tensione in massima flessione.

2.2.2 Articolazione del ginocchio

Il ginocchio è composto da due articolazioni, femoro-tibiale e femoro-patellare, contenute entrambe all'interno della capsula articolare.

La stabilità del ginocchio è dovuta principalmente su vincoli dati dai tessuti molli, piuttosto che sulla configurazione ossea, poiché non presenta un blocco osseo diretto contro l'iperestensione, come invece succede nel gomito.

I voluminosi condili femorali si articolano con le superfici articolari quasi piatte della tibia attraverso 2 menischi, strutture di fibrocartilagine di forma semicircolare e di sezione triangolare, posizionati uno sul lato mediale e uno lateralmente, essi hanno infatti la funzione di ammortizzare il carico, contribuire alla stabilità dell'articolazione, la lubrificazione della cartilagine articolare e la propriocezione.(13)

La superficie articolare mediale del condilo tibiale è leggermente concava, mentre quella laterale è piatta o leggermente convessa.

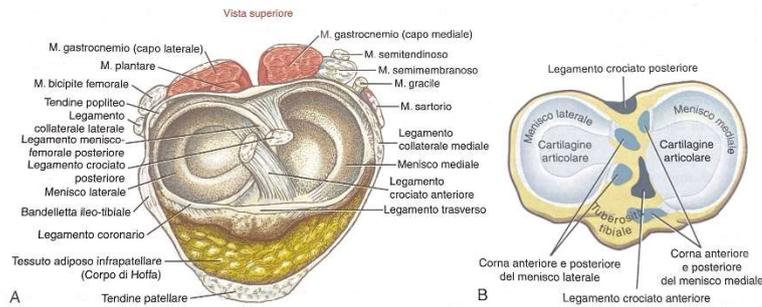


Figura 9: Superficie inferiore del ginocchio, con menischi in evidenza.

I menischi sono posizionati nella regione intercondiloidea della tibia con le loro estremità libere, conosciute come corna anteriori e corna posteriori, mentre i

margini esterni sono correlati ai legamenti coronali (o meniscotibiali), il legamento trasverso invece collega i due menischi anteriormente. (figura 9)⁹

I due terzi più profondi del menisco, indicati come zona bianca, sono essenzialmente avascolari, a differenza del terzo periferico esterno, definito come zona rossa.

Il decorso del femore verso il ginocchio, forma sul piano frontale un'inclinazione in direzione mediale, poiché il piatto tibiale è orientato quasi orizzontalmente, e l'angolo compreso tra quest'ultimo e la faccia laterale del femore è di circa 170-175°.

Variazioni di quest'angolo fisiologico vanno a costituire il varismo di ginocchio o valgismo di ginocchio.

La porzione anteriore della capsula si inserisce ai margini della rotula e del tendine rotuleo, venendo rinforzata dal tendine quadricipitale e dalle fibre dei retinacoli rotulei mediali e laterali. La porzione laterale è rinforzata dal legamento collaterale laterale, dalle fibre del retinacolo rotuleo laterale e dalla bandelletta ileo-tibiale. La porzione posteriore della capsula è rinforzata dai legamenti popliteo obliquo e popliteo arcuato, (più lateralmente dal popliteo-fibulare) dai muscoli popliteo, gastrocnemio, bicipite femorale e dalle estensioni fibrose del semimembranoso. La porzione mediale è rinforzata dalla continuazione delle fibre del retinacolo rotuleo mediale e dalle fibre del legamento collaterale mediale e sulla porzione postero-mediale è rafforzata dai tendini della zampa d'oca (sartorio, gracile e semitendinoso) e dal legamento obliquo posteriore.(14,15)

⁹ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 552

Il ginocchio ha 14 borse con funzione di contrastare le frizioni nelle giunzioni intertissutali,(16) insieme ad esse possono essere associati dei cuscinetti adiposi, tra di esse le più importanti sono la sovrapatellare e infrapatellare profonda.

Il legamento collaterale mediale (LCM) è una struttura che si estende sul lato mediale dell'articolazione, origina dall'epicondilo mediale del femore, poi in seguito le fibre più superficiali, la cui lunghezza è all'incirca di 10 cm, arrivano fino alla superficie medio-proximale della tibia, mentre la porzione più profonda, che presenta fibre più oblique e brevi, si inserisce distalmente più posteriormente e medialmente rispetto alla capsula articolare, al menisco mediale e al tendine del semimembranoso.(14,17,18)

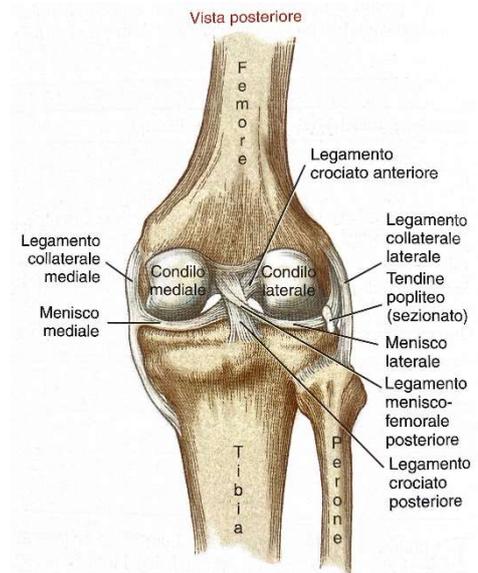


Figura 10: proiezione posteriore del ginocchio senza capsula e muscoli.

Il legamento collaterale laterale invece è più breve, ha decorso verticale tra l'epicondilo laterale e la testa del perone,(19) distalmente si unisce al tendine del bicipite femorale e diversamente all'LCM in genere non ha rapporti con il menisco adiacente, in cui tra queste due strutture passa il tendine del muscolo popliteo.

Quando il ginocchio è in estensione l'LCM offre resistenza passiva alle forze in valgo o abduzione,(14,17,20) mentre il collaterale laterale offre resistenza alle forze in varo, o adduzione.(21)

Poi vi sono i due legamenti crociati che vengono denominati anteriore o posteriore in base alla loro inserzione sulla tibia. Questi due legamenti forniscono la maggior parte della resistenza alle forze di taglio antero-posteriori create tra la tibia e il femore, stabilizzano il ginocchio durante i movimenti potenzialmente stressanti nei piani frontale e orizzontale, che si possono verificare nei cambi di direzione rapidi laterale e di torsione. Inoltre, contenendo meccanoceettori, forniscono indirettamente al sistema nervoso un

feedback propriocettivo.(22,23) Infine, un ulteriore funzione che hanno è quella di guidare l'artocinemica di ginocchio. (figura 10)¹⁰

Il legamento crociato anteriore origina sul lato mediale del condilo femorale laterale, per poi decorrere inferiormente, medialmente e anteriormente per andare ad inserzionarsi su all'area intercondiloidea anteriore del piatto tibiale. Il legamento in genere viene distinto in due serie di fasci: anteriore-mediale e posteriore-laterale, in relazione alla loro inserzione sulla tibia.(24–26) È da notare come in qualsiasi punto lungo il range di movimento sul piano sagittale, alcune fibre dell'LCA rimangono sempre relativamente tese, ma la tensione all'interno di esse aumenta all'avvicinarsi o raggiungere l'estensione completa.(24,25,27,28)

La tensione nelle fibre allungate contribuisce a limitare l'estensione dello scivolamento anteriore della tibia rispetto al femore, che avviene durante gli ultimi 50-60° circa di estensione completa di ginocchio.(29–33)

Il legamento crociato posteriore origina dal condilo femorale mediale sul lato mediale, ha decorso inferiore, posteriore e laterale e si inserziona sull'area intercondiloidea posteriore della tibia. Il legamento anatomicamente si suddivide in due fasci primari distinti: un fascio antero-laterale, che costituisce la maggior parte del legamento, e un fascio postero-mediale.(34,35) Mentre il ginocchio si flette, il legamento viene sottoposto ad una torsione complessa e si modifica sia nella sua lunghezza (aumentando di circa il 30%) e sia nel suo orientamento.

All'interno del LCP alcune fibre rimangono tese nella maggior parte del range (sul piano sagittale), sebbene la tensione aumenti all'aumentare della flessione, e si ha la tensione massima nel range compreso tra i 90 e 120° di flessione.(36–39) Il LCP fornisce un limite secondario ai carichi di varo e valgo, nonché alla rotazione assiale eccessiva.(36,37) Inoltre, tale legamento limita in parte, l'entità dello scivolamento posteriore della tibia rispetto al femore, che si verifica quando il ginocchio si flette.

¹⁰ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 552

2.2.3 Articolazione della caviglia

Le articolazioni della caviglia possono essere suddivise in:

- Tibio-astragalica
- Sotto-astragalica
- Trasversa del tarso

(astragalo coinvolto in tutte e 3 queste articolazioni)

Dal punto di vista anatomico, la caviglia comprende l'articolazione funzionale tibio-astragalica, ma funzionalmente è associata alle articolazioni tra

tibia e perone; quindi, sotto il termine di caviglia sono incluse anche le articolazioni: tibio-peroneali distale, prossimale e la membrana interossea che si interpone tra queste due ossa. (figura 11)¹¹

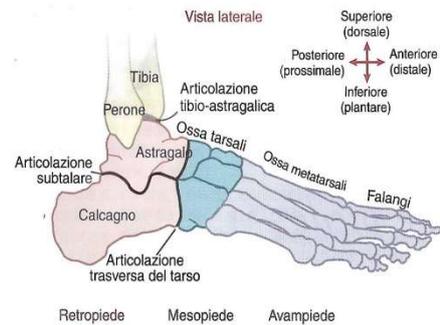


Figura 11: organizzazione delle ossa e delle principali articolazioni di piede e caviglia

- **Art. tibio-peroneale prossimale:** articolazione sinoviale localizzata inferiormente e lateralmente al ginocchio, in cui la testa del perone si articola con il condilo laterale della tibia sul versante postero laterale. Quest'articolazione è rinforzata da una parte dal tendine del m. bicipite femorale, e parte dei legamenti posteriori e anteriori della capsula articolare del ginocchio. Inoltre, l'articolazione è attraversata posteriormente dal muscolo popliteo.
- **Art. tibio-peroneale distale:** considerata come una sindesmosi, cioè una sinartrosi fibrosa tra strettamente legata dalla membrana interossea, si instaura tra la superficie distale mediale del perone e l'incisura peroneale della tibia. (piccolo movimento, dorsiflessione)
Il legamento interosseo, estensione della membrana interossea, insieme ai legamenti tibio-peroneali anteriori e posteriori sono fornisco stabilità all'articolazione.
- **Art. tibio-astragalica:** è una troclea costituita dall'astragalo inferiormente che viene sormontato superiormente dalla tibia, medialmente dal malleolo tibiale e lateralmente dal malleolo peroneale. Quest'articolazione viene anche definita "mortasa", per la somiglianza con la giunzione ad incastro utilizzata dai

¹¹ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 604

falegnami. (Tabella 1)¹² La componente superiore dell'articolazione è concava, ed è data dalla tibia e il perone, che rimangono uniti tramite saldi legamenti tra queste due ossa.

Sul lato mediale dell'articolazione troviamo il legamento deltoideo, suddivisibile in fibre superficiali e profonde, unisce malleo mediale con scafoide, calcagno, astragalo.

	Caviglia	Piede
Ossa	Tibia Perone Astragalo	<i>Retropiede:</i> calcagno e astragalo* <i>Mesopiede:</i> osso scafoide, osso cuboide e ossa cuneiformi <i>Avampiede:</i> ossa metatarsali e falangi
Articolazioni	Articolazione tibio-astragalica Articolazione tibio-peroneale prossimale Articolazione tibio-peroneale distale	<i>Retropiede:</i> sotto-astragalica <i>Mesopiede:</i> articolazione trasversale del tarso: astragalo-scafoidea e calcaneocuboidea; distale: cuneonavicolare, scafo-cuboidea e complesso inter-cuneiforme e cuneo-cuboide dell'avampiede <i>Avampiede:</i> tarso-metatarsale, inter-metatarsale, metatarso-falangea, articolazioni inter-falangee

Tabella 1: Tabella riassuntiva di ossa e articolazioni di caviglia e piede

I legamenti collaterali laterali invece comprendono i legamenti peroneo astragalico (talo-fibulare) anteriore, posteriore e calcaneofibulare, questi legamenti sono entità anatomiche separate e non si intrecciano come invece accade nel legamento deltoideo.

Un piccolo fascio di fibre che forma la parete posteriore dell'articolazione tibio-astragalica è detto legamento trasverso inferiore ed è considerato anche parte del legamento peroneo-astragalico posteriore.

2.2.4 Articolazioni proprie del piede

- **Art. Sotto Astragalica:** si compone di tre faccette articolari tra l'astragalo e il calcagno: posteriore intermedia e anteriore. La prima è la più prominente e sul lato dell'astragalo è concava, mentre le altre due sono più piccole e quasi lisce. (figura 12)¹³ Ognuna di essa ha una sua esclusiva capsula articolare. I legamenti che limitano sono il peroneo-calcaneare e parte del deltoideo (descritti già in precedenza), il legamento interosseo (astragalo-calcaneare) e

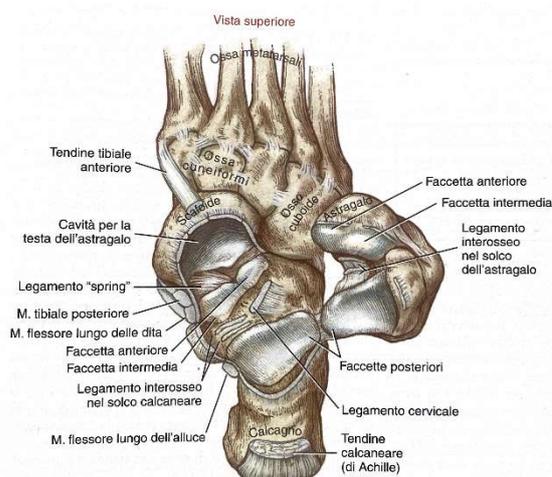


Figura 12: vista superiore del piede con l'astragalo sollevato lateralmente

¹² Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 604

¹³ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 607

cervicale, questi ultimi due si inseriscono direttamente tra astragalo e calcagno. Il legamento interosseo è composto da due fasci distinti, appiattiti anteriori e posteriori, e vanno dal solco calcaneare al solco talare. Il legamento cervicale invece parte dal solco calcaneare e arriva fino alla superficie inferiore laterale del collo dell'astragalo.

- **Art. trasversa del tarso:** chiamata anche articolazione di **Chopart**, è composta a sua volta da due articolazioni distinte: l'astragalo-scafoidea e la calcaneo-cuboidea.

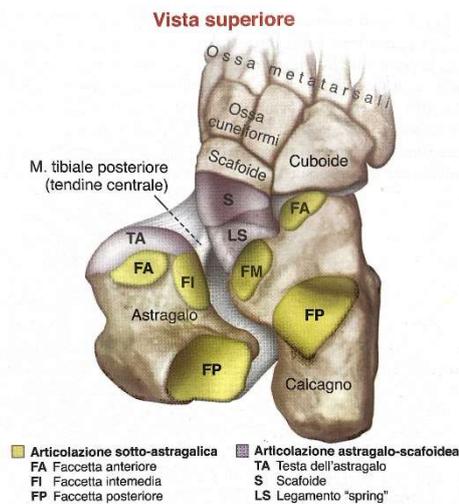


Figura 13: vista superiore del piede con astragalo capovolto medialmente per mostrare le superfici articolari.

L'articolazione astragalo scafoidea che costituisce il compartimento mediale dell'articolazione trasversa del tarso assomiglia ad un'enantrosi. (Figura 13)¹⁴ La testa dell'astragalo risulta convessa mentre la componente concava è data dallo scafoide in continuità al legamento "spring", una banda spessa e larga di fibrocartilagine, inserita nello spazio tra il sustentaculum tali del calcagno e la superficie medio-plantare dello scafoide, le fibre di questo legamento sono rafforzate inoltre dalla fusione delle fibre tibio-calcaneo-scafoidee del legamento deltoideo.(40–42)

Il legamento spring è così chiamato perché grazie alla sua consistenza altamente fibrocartilaginea offre poca, se non nessuna, elasticità. Il motivo per cui risulta particolarmente resistente è perché resiste alla spinta dell'astragalo in posizione mediale e plantare quando si è in stazione eretta.

Alti legamenti che rafforzano tale articolazione sono l'astragalo-scafoideo (dorsalmente), il legamento biforcuto o fibre calcaneo-scafoidee (lateralmente), le fibre tibio-scafoidee e tibio-calcaneo-scafoidee del deltoideo (medialmente).

¹⁴ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 616

L'articolazione calcaneo-cuboidea è la componente laterale dell'articolazione trasversa del tarso. Ambedue le superfici hanno curvature concave e convesse e formano un cuneo ad incastro che resiste allo scivolamento; infatti, sebbene risulti meno mobile della astragalo-scafoidea, allo stesso tempo è molto più stabile.

Il legamento calcaneo-cuboideo dorsale passa dorsalmente e lateralmente alla capsula. Il legamento biforcuto è una fascia di tessuto a Y, procedendo in direzione verso il calcagno si divide in fibre mediali o calcaneo-scafoidee, che rinforzano il lato laterale dell'art. astragalo-scafoide come già detto in precedenza, e fibre laterali o calcaneo-cuboidee che attraversano il lato dorsale di tale articolazione.(16)

Il legamento plantare lungo, il legamento più lungo del piede, origina dalla superficie del calcagno nel lato plantare anteriormente alla tuberosità calcaneare e si inserisce nella superficie planare delle tre o quattro ossa metatarsali laterali.(16)

Il legamento plantare breve, detto anche calcaneo-cuboideo plantare, si forma più in profondità al legamento plantare lungo e si inserisce, come dice il nome, sulla superficie plantare dell'osso cuboide.(16)

- **Articolazioni intertarsali distali:** Contribuiscono alla pronazione e alla supinazione della trasversa del tarso e formano l'arco trasverso del piede, quest'insieme è composto dalle seguenti articolazioni:
 - cuneo-scafoidea: sono 3 superfici articolari tra il lato anteriore dello scafoide, che costituisce la superficie concava, e le superfici posteriori delle tre ossa cuneiformi, che invece sono convesse. La loro funzione principale è di trasferire l'azione di pronazione o supinazione su tutti il piede in senso distale, dall'astragalo-scafoidea verso l'avampiede. I legamenti plantari e dorsali avvolgono queste articolazioni.
 - cubo-scafoidea: è considerata una sinartrosi fibrosa, o in alcuni casi anche un'articolazione sinoviale, situata tra il lato laterale dello scafoide e il lato mediale del cuboide. Si ipotizza che durante i movimenti del mesopiede,

in particolare l'inversione e l'eversione, le superfici articolari scivolino l'una sull'altra.

- complesso inter-cuneiforme e cuneo-cuboideo: questo complesso forma l'arco trasverso del piede, fornendo stabilità al mesopiede. L'arco trasverso riceve sostegno dal tibiale posteriore, dal peroneo lungo, dalla muscolatura intrinseca, dai tessuti connettivi. La chiave di volta di questo arco è il cuneiforme intermedio. In risposta al carico l'arco si deforma leggermente permettendo di distribuire il peso corporeo tra tutti e cinque i metatarsi. Le superfici articolari in esame sono piatte e parallele all'asse lungo dei metatarsi. Quest'insieme è rafforzato dai legamenti plantari, dorsali e interossei.
- **Articolazioni tarso-metatarsali o di Lisfranc:** Cinque articolazioni costituite tra le basi dei metatarsi e le superfici ditali delle tre ossa cuneiformi e il cuboide, che separano il mesopiede dall'avampiede. In particolare, il metatarso più mediale (il primo) si articola con il cuneiforme mediale, il secondo con il cuneiforme intermedio, il terzo con il cuneiforme laterale, il quarto e quinto metatarso si articolano entrambe con il cuboide. Le superfici articolari sono generalmente per lo più piatte. Soltanto la prima articolazione tarso metatarsale ha la capsula articolare ben sviluppata. I legamenti che le supportano sono plantari, dorsali e interossei.
- **Articolazioni intermetatarsali:** sono piccole articolazioni sinoviali tra le basi dei metatarsi, ne sono tre poiché tra il primo e il secondo non si forma una vera articolazione per il maggior movimento del primo raggio. Alla base i legamenti presenti sono plantare, dorsale e interosseo, come già detto in precedenza. I legamenti metatarsali trasversi profondi interconnettono la parte distale di tutte e cinque le ossa metatarsali.
- **Articolazioni metatarso-falangee:** Cinque articolazioni tra la testa convessa dei metatarsi e la superficie concava della superficie prossimale di ogni falange prossimale. Una coppia di legamenti collaterali si estende su ciascuna articolazione metatarso-falangea, fondendosi poi con la capsula. Ogni legamento collaterale ha una porzione spessa e una porzione accessoria simile ad un

ventaglio, la porzione accessoria si inserisce sulla placca volare. La placca presenta un solco per il passaggio dei tendini flessori. Le fibre della fascia plantare profonda si inseriscono sulle placche volari e sulle guaine dei tendini flessori.

Sono presenti due ossa sesamoidi, inserite all'interno del tendine del muscolo flessore breve dell'alluce, che poggiano sulla placca volare della prima articolazione metatarso-falangea. Quattro legamenti metatarsali profondi si attaccano sulle placche volari adiacenti delle cinque articolazioni metatarso-falangee. Una capsula fibrosa avvolge ciascuna articolazione, e si fonde con i collaterali e le placche volari. Sul lato dorsale è presente un'espansione digitale dorsale non ben definita, questa struttura consiste in un sottile stato di tessuto connettivo che è unito alla capsula e ai tendini estensori. (figura 14)¹⁵

- **Articolazioni interfalangee:** per ogni dito del piede esistono articolazioni interfalangee, una prossimale e una distale, tranne che nel primo dito che ne ha una sola. La componente convessa è data dalla testa della prossimale mentre quella concava dalla base della falange distale. Sono presenti legamenti collaterali, placche plantari e capsule articolari.

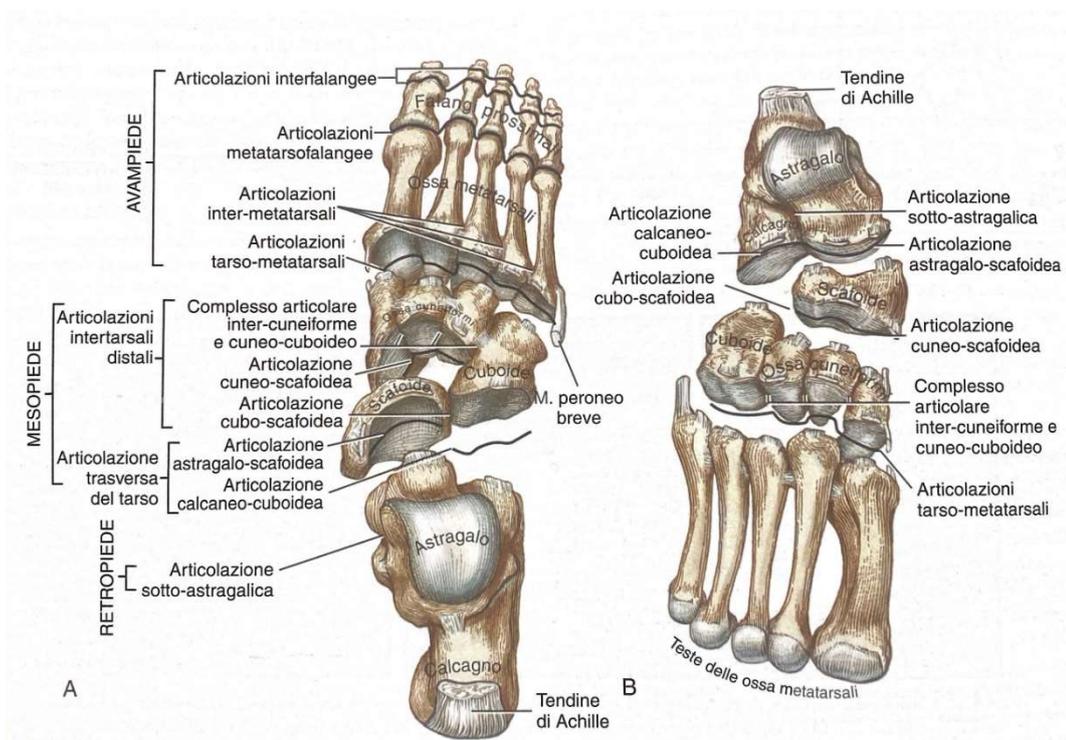


Figura 14: articolazioni del piede (destro) disarticolate

¹⁵ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 618

2.3 Miologia

2.3.1 Muscoli dell'anca

I muscoli dell'anca sono suddivisi in 2 logge: una anteriore e una posteriore:

Nella loggia anteriore troviamo 3 muscoli:

- L'ileopsoas: costituito a sua volta da due muscoli: il muscolo iliaco e il muscolo grande psoas. L'iliaco origina dalla fossa iliaca e dall'estremità del margine laterale dell'osso sacro, invece il grande psoas a partire dai processi trasversi dell'ultima vertebra toracica e di tutte le vertebre lombari. Questi due muscoli si fondono parzialmente prima della testa del femore e si inseriscono sul piccolo trocantere di quest'ultimo. La sua azione muscolare principale è la flessione d'anca, anche se con l'anca abdotta il muscolo cambia la sua inserzione al femore e quindi può aiutare con la rotazione esterna (213).
- Il piccolo psoas: muscolo presente solo in circa il 60-65% delle persone. (170-216) inizia prossimamente sui corpi laterali della dodicesima vertebra toracica e della prima vertebra lombare per poi terminare distalmente sul margine interno del bacino e in una vasta zona della fascia iliaca che si estende sulla posizione distale del muscolo ileopsoas e del nervo femorale. (170)
- Tensore della fascia lata: origina dall'ileo lateralmente al muscolo sartorio e si inserisce distalmente sulla parte prossimale della bandelletta ileo tibiale; tuttavia, la fascia estende distalmente fino al tubercolo laterale della tibia. Il tensore della fascia lata è un flessore primario e un abduuttore d'anca. Spesso è considerato un rotatore interno secondario (57,162,177)

Loggia glutea e pelvi-trocanterici

La loggia posteriore invece in altre 3 sottocategorie in base all'azione che essi svolgono:

- (rot laterali) – Grande gluteo: ha numerose inserzioni prossimali dal lato posteriore dell'ileo, dell'osso sacro, del coccige, dei legamenti sacro-tuberosi e sacro iliaci posteriori e della fascia toraco-lombare adiacente. Si inserisce sulla

bandelletta ileo-tibiale della fascia lata e sulla tuberosità glutea sul femore. Il muscolo grande gluteo è un estensore primario è un rotatore esterno dell'anca.

- (rot mediali)
- Medio Gluteo: decorre a partire dalla superficie esterna dell'ileo sopra la linea glutea anteriore fino ad arrivare ad inserirsi sul grande trocantere (162,202). La sua contrazione provoca abduzione d'anca principalmente. (figura 15)¹⁶

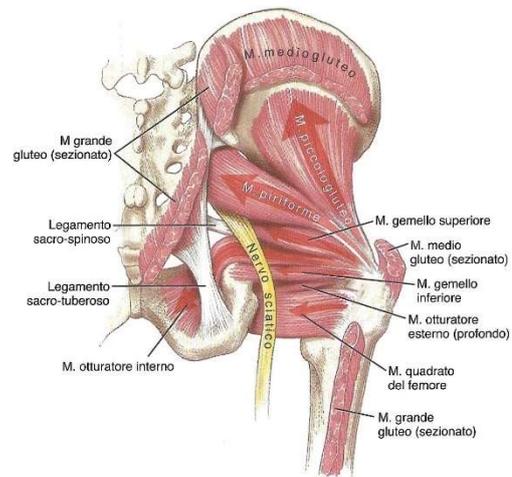


Figura 15: muscoli profondi della regione posteriore e laterale dell'anca

- Piccolo Gluteo: Si trova in profondità e leggermente anteriore al muscolo medio gluteo. Origina sull'ileo tra la linea glutea anteriore e inferiore e si inserisce sulla faccia anteriore del grande trocantere e si fonde con la capsula articolare dell'anca. (101,238) tutte le fibre del muscolo contribuiscono alla abduzione, e le fibre anteriori contribuiscono anche alla rotazione interna e alla flessione, mentre quelle più posteriori contribuiscono alla rotazione esterna.

Loggia dei muscoli pelvi-trocanterici, detti anche rotatori brevi esterni:

- Piriforme: Si inserisce prossimamente sulla superficie anteriore dell'osso sacro, passa attraverso il grande forame ischiatico e si inserisce distalmente sul margine superiore del grande trocantere. (162) oltre all'azione primaria di rotatore esterno il muscolo piriforme è abducente secondario dell'anca. (162)
- Otturatore interno: inizia dalla superficie interna della membrana otturatoria e sull'ischio che circonda il forame otturatorio fino ad estendersi a circa 2-3 cm sopra la spina ischiatica. Dopodiché le fibre convergono in un tendine che termina sul grande trocantere, fondendosi con il termine dei due gemelli. La sua attivazione può ruotare il bacino contro lateralmente, oltre alla rotazione esterna e abduzione dell'anca.

¹⁶ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 519

- Quadrato del femore: muscolo piatto che origina dal lato esterno della tuberosità ischiatica per poi raggiungere la cresta intertrocanterica sul lato posteriore del femore. La sua azione è di extrarotazione di anca.
- Otturatore esterno: Prende origine dalla parte mediale dell'ischio e nel lato infero-mediale del foro otturato sul versante anteriore, per raggiungere e terminare sul grande trocantere. Come gli altri-pelvi-trocanterici è un rotatore esterno d'anca.
- Gemello superiore e inferiore: Apri inserzione prossimale su entrambi i lati del piccolo forame ischiatico, e ognuno di essi si fonde con il termine centrale del muscolo otturatore interno per un'inserzione comune al femore, sul grande trocantere e come quest'ultimo sono extrarotatori e abduttori d'anca.

2.3.2 Muscoli della coscia

La coscia è suddivisa in 3 compartimenti o logge: una anteriore, una mediale una laterale e una posteriore:

La loggia anteriore comprende i 4 muscoli:

- il muscolo quadricipite femorale: formato da quattro capi, è costituito da tre vasti, mediale laterale e intermedio, più il retto del femore, unica componente biarticolare visto che l'origine di quest'ultimo è sulla spina iliaca anteroinferiore, e dunque oltre a provocare l'estensione di ginocchio provoca anche la flessione d'anca.

Tutti e 4 i capi hanno inserzione comune poiché si vanno ad unire nel tendine del quadricipite che si inserisce sulla tuberosità tibiale. Le rispettive origini dei 3 vasti sono situate sul femore collocate in zone differenti.

- il muscolo sartorio: il suo nome deriva dal fatto che permette il movimento di accavallamento delle gambe tipico del sarto. È l'unico muscolo che flette il

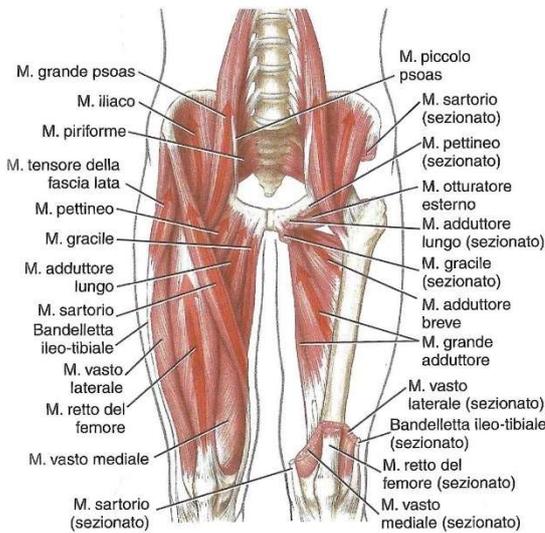


Figura 16: muscoli della regione anteriore della coscia

ginocchio e che allo stesso tempo origina in un piano superiore rispetto a quello dell'acetabolo. Origina dalla spina iliaca anteriore superiore, e si inserisce sul margine mediale di ginocchio, più precisamente va a costituire uno dei tendini della zampa d'oca. (figura 16)¹⁷

- il muscolo pettineo: origina dal ramo superiore del pube e si inserisce sulla linea pettinea del femore, situata al di sotto del piccolo trocantere. La sua azione consiste nel flettere e abduire l'anca.

- il muscolo ileo-psoas, che è costituito a sua volta da due muscoli, entrambi però si congiungono per fondersi parzialmente con la testa del femore e poi inserirsi sul piccolo trocantere:
 - il muscolo iliaco: si inserisce prossimalmente sulla fossa iliaca e sull'estremità del margine laterale dell'osso sacro.
 - Il muscolo grande psoas: origina lungo i processi trasversi a partire dall'ultima vertebra toracica fino all'ultima lombare. Alcune di queste inserzioni prossimali si fondono con le inserzioni del diaframma.

La loro azione è la flessione di anca e/o del rachide.

- Piccolo psoas: muscolo che si trova in circa il 50% dei soggetti. La sua origine è situata sulle facce laterali della dodicesima vertebra toracica e della prima lombare oltre che dai rispettivi dischi intervertebrali. Si inserisce all'eminenza ileopubica e alla fascia iliaca. È un debole flessore di tronco e tende la fascia iliaca.

La loggia mediale comprende 5 muscoli:

¹⁷ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 507

- il muscolo gracile: origina dal ramo inferiore del pube e si inserisce sulle superficie mediale della tibia, inferiormente al condilo mediale. La sua contrazione provoca flessione e adduzione d'anca.
- il muscolo otturatore esterno: Prende origine dalla parte mediale dell'ischio, nel lato infero-mediale del forame otturato anteriormente, e termina nel grande trocantere, insieme anche all'otturatore interno. Contraendosi effettua una abduzione ed extrarotazione d'anca.
- il muscolo adduttore breve: origina dal ramo inferiore del pube e si inserisce sulla linea aspra del femore. Origina dal ramo inferiore del pube, più anteriormente rispetto all'adduttore breve, e come quest'ultimo si inserisce sulla linea aspra del femore. La sua azione è adduzione, flessione e intrarotazione.
- il muscolo adduttore lungo: Origina dal ramo inferiore del pube, più anteriormente rispetto all'adduttore breve, e come quest'ultimo si inserisce sulla linea aspra del femore. La sua azione è adduzione, flessione e intrarotazione
- il muscolo grande adduttore: origina sulla tuberosità ischiatica e sul ramo inferiore del pube, posteriormente all'adduttore breve. Si inserisce distalmente sulla linea aspra e sul tubercolo degli adduttori del femore. Con la sua azione avvengo la flessione e adduzione d'anca.

La loggia posteriore è costituita da 3 muscoli che vengono anche chiamati harmstring:

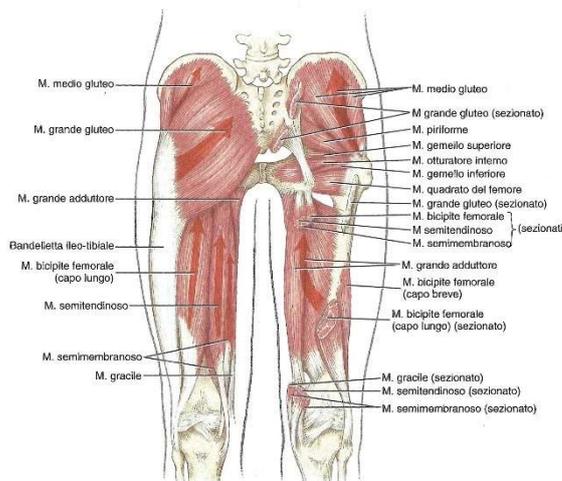


Figura 17: muscoli posteriore della coscia

- il muscolo bicipite femorale: muscolo che ha due origini, tuberosità ischiatica (capo lungo), e linea aspra del femore (capo breve), e 2 inserzioni, testa della fibula e condilo laterale della tibia. Flette il ginocchio, insieme ad estendere e rotare lateralmente il femore. (figura 17)¹⁸
- il muscolo semitendinoso: parte dalla tuberosità ischiatica e termina sulla superficie mediale dell'estremità

¹⁸ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 516

prossimale della tibia. Flette il ginocchio, insieme ad estendere e rotare medialmente il femore.

- il muscolo semimembranoso: Origina dalla tuberosità ischiatica per poi arrivare fino alla superficie posteriore del condilo mediale della tibia. La sua azione è la medesima del semitendinoso.

2.3.3 Muscoli della gamba

I muscoli della gamba, cioè quelli compresi tra ginocchio e la caviglia, sono suddivisi in 4 compartimenti:

Loggia anteriore (la tibiale):

- tibiale anteriore: origina dal condilo laterale della tibia, dalla membrana interossea e dalla porzione prossimale del corpo della tibia, si inserisce sull'osso cuneiforme mediale e primo metatarso. È adibito alla flessione dorsale, all'adduzione e all'azione di supinazione (o anche detta inversione).
- estensore comune (lungo) delle dita: parte dal condilo laterale della tibia e superficie anteriore della fibula e si inserisce sulle superfici superiori delle falangi dalla seconda alla quinta.

Oltre a estendere dal secondo al quinto dito contribuisce alla flessione dorsale di caviglia. (figura 18)¹⁹

- estensore proprio (lungo) dell'alluce: superficie anteriore della fibula per arrivare fino alla superficie della falange distale del primo dito, o alluce.
- peroneo terzo: Origina dalla metà inferiore della faccia mediale della fibula e dalla membrana interossea, per poi inserirsi sulla faccia dorsale alla base del quinto osso metatarsale. Flette dorsalmente il piede e lo everte, inoltre esegue anche un'abduzione.

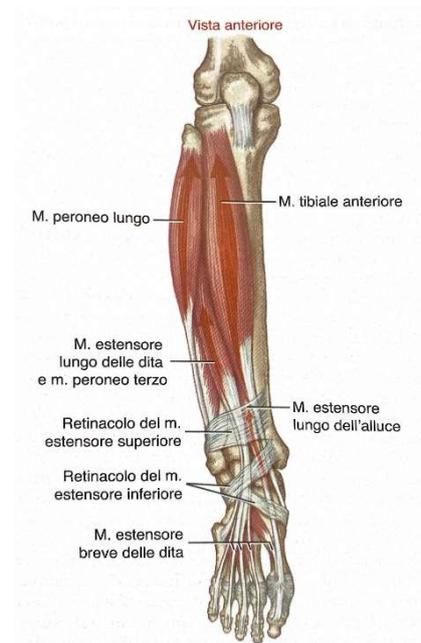


Figura 18: proiezione anteriore dei muscoli della gamba

¹⁹ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p.639

La loggia laterale, che comprende 2 muscoli:

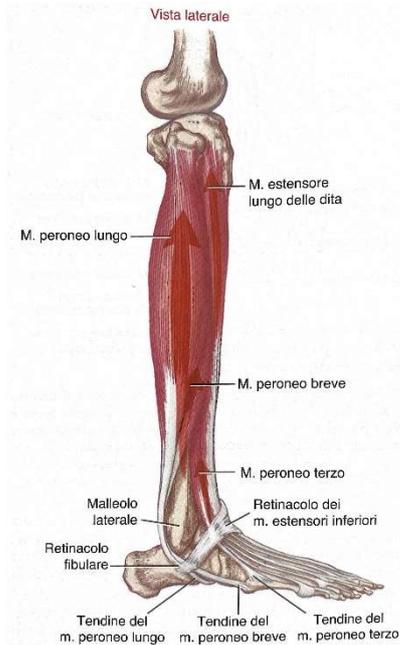


Figura 19: proiezione laterale dei muscoli della gamba

- peroneo breve: la sua origine è situata nel margine mediolaterale della fibula per arrivare fino alla base del quinto osso metatarsale. Everte il piede e flette plantarmente la caviglia. (figura 19)²⁰

- peroneo lungo: origina dalla testa e porzione prossimale del corpo della fibula nel suo decorso passa posteriormente al malleolo peroneale, prosegue sul versante plantare e si inserisce alla base del primo osso metatarsale e cuneiforme mediale. La sua azione muscolare consiste nell'eversione del piede e flessione plantare della caviglia.

Nella regione posteriore vi sono 2 logge, una superficiale:

- Soleo: ha origine dalla testa e porzione prossimale del corpo della fibula e porzione adiacente postero mediale del corpo della tibia, per poi unirsi con il muscolo gastrocnemio e terminare sul calcagno attraverso il tendine calcaneare. La sua contrazione provoca flessione plantare di caviglia. Il complesso soleo e gastrocnemio è definito come tricipite della Sura.
- Gastrocnemio: muscolo biarticolare che origina dai condili femorali posteriormente e distalmente si unisce al soleo per formare il tendine calcaneare, detto anche d'Achille. La sua azione consiste nella flessione di ginocchio in aggiunta a quella in comune con il soleo di flessore plantare di caviglia.

²⁰ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 640

- Plantare: origina dal margine sopracondiloideo laterale per giungere fino alla porzione posteriore del calcagno. La sua azione consiste nella flessione plantare di caviglia e flessione di ginocchio.

(figura 20)²¹

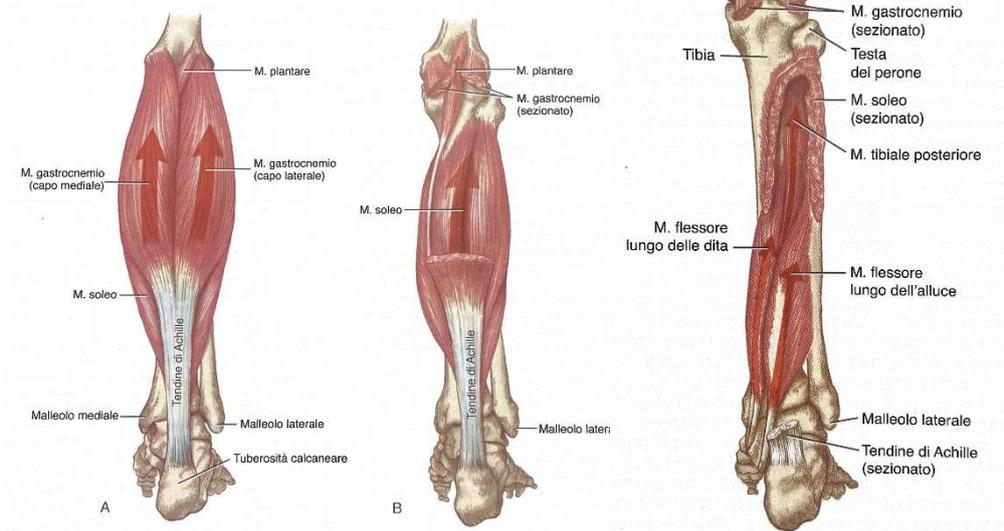


Figura 20: proiezione posteriore della gamba distinguendo i diversi strati muscolari

mentre nella loggia profonda vi sono:

- popliteo: origina nei pressi del condilo femorale esterno del femore e s'inserisce sul labbro superiore della linea obliqua e sulla faccia posteriore della tibia. Agisce come rotatore interno della tibia nei movimenti a catena cinetica aperta e, quando la tibia è fissata, ruota lateralmente il femore. Tali movimenti di rotazione costituiscono l'innesco della flessione.
- flessore lungo delle dita: decorre a partire dalla superficie postero-mediale della tibia fino ad arrivare alla superficie inferiore delle falangi distali delle dita dalla seconda alla quinta. Oltre a flettere le dita dalla seconda alla quinta, contribuisce alla flessione plantare.
- flessore lungo dell'alluce: Parte dalla superficie posteriore della fibula e termina sulla superficie inferiore della falange distale dell'alluce. Oltre alla flessione plantare dell'alluce contribuisce alla flessione plantare di caviglia.
- tibiale posteriore: Origina dalla porzione postero-superiore della membrana interossea e dalle adiacenti superfici ossee di tibia e perone, per inserirsi su

²¹ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p.642,643

navicolare, le tre ossa cuneiformi, il cuboide, e II, III, IV ossa metatarsali. La sua azione consiste nell'inversione del piede e flessione plantare di caviglia.

2.3.4 Muscoli del piede

I muscoli intrinseci originano e si inseriscono all'interno del piede.

Il dorso del piede ha un solo muscolo intrinseco:

- Estensore breve delle dita: origina dalla superficie dorso-laterale del calcagno, prossimalmente all'articolazione calcaneo-cuboidea. Il ventre del muscolo si divide in 4 tendini, 3 dei quali si uniscono all'estensore lungo delle dita (dal secondo al quarto dito) e uno alla superficie dorsale dell'alluce (o anche chiamato come estensore breve dell'alluce). La sua azione di supportare l'estensore lungo delle dita e l'estensore lungo dell'alluce nell'estensione delle dita.

Gli altri muscoli intrinseci, situati sulla superficie plantare del piede sono suddivisi in 4 strati:

Strato 1

- Flessore breve delle dita: origina dalla superficie anteriore della tuberosità calcaneare e si inserisce sui margini delle falangi intermedie dalla seconda alla quinta. La sua azione permette di flettere le interfalangee prossimali delle dita tranne l'alluce (primo dito).
- Abducente dell'alluce: origina dalla tuberosità calcaneare sulla superficie inferiore e si inserisce sulla porzione mediale della falange prossimale dell'alluce.
- Adduttore del mignolo: origina dalla superficie inferiore della tuberosità calcaneare e si inserisce sulla parte laterale della falange prossimale del quinto dito.

Strato 2

- Quadrato plantare: origina dalle superfici mediale e inferiore del calcagno e arriva fino al tendine del flessore lungo delle dita. La sua azione è flettere le dita dalla seconda alla quinta.

- Lombricali: Quattro muscoli che originano dai tendini del flessore lungo delle dita e si inseriscono sui tendini dell'estensore lungo delle dita. Con la loro contrazione flettono le articolazioni metatarso-falangee e estendono le articolazioni metatarso-falangee dalla seconda alla quinta. (immagine 21)²²

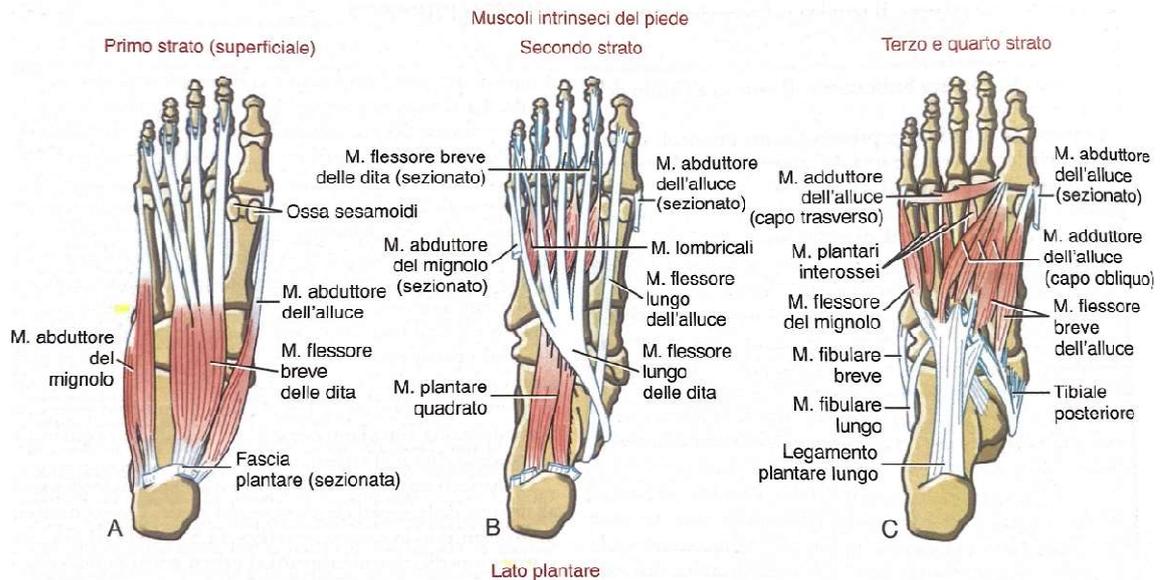


Figura 21: muscoli intrinseci del piede, divisi per strati

Strato 3

- adduttore dell'alluce: origina dalle basi delle ossa metatarsali dal secondo al quinto, e dal legamento plantare per inserirsi sulla falange prossimale dell'alluce. Oltre ad addurre, permette la flessione della metatarso-falangea dell'alluce.
- flessore breve dell'alluce: origina dall'osso cuboide e dal cuneiforme laterale e si inserisce sulla falange prossimale dell'alluce.
- flessore del mignolo: parte dalla base del quinto osso metatarsale e arriva fino alla parte laterale della falange prossimale del quinto dito.

Strato 4

- interossei plantari (3): originano dalle basi e parti medialie delle ossa metatarsali dalla terza alla quinta e si inseriscono sulla parte mediale delle medesime dita. La loro azione consiste nell'adduzione, flessione e estensione delle metatarso-falangee dal terzo al quinto dito.

²² Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 648

-

- interossei dorsali (4): La loro origine è sulle parti laterali delle ossa metatarsali e la loro inserzione è sulle parti medial e laterali del secondo dito, e sulle parti laterali del terzo e quarto dito. Essi abducono le articolazioni metatarso-falangee del terzo e quarto dito, inoltre flettono ed estendono le medesime articolazioni dal secondo al quarto dito. (Tabella 2)²³

Muscolo intrinseco	Localizzazione	Azione isolata	Innervazione	Muscolo analogo nella mano
M. estensore breve delle dita	Dorso del piede	Estensione delle dita dei piedi	Ramo profondo del nervo peroneale	Nessuno
M. flessore breve delle dita	Strato 1	Flessione delle articolazioni inter-falangee e metatarso-falangee prossimali delle dita dei piedi	Nervo plantare mediale	M. flessore superficiale delle dita
M. abduuttore dell'alluce	Strato 1	Abduzione e (assistenza nella) flessione dell'articolazione metatarso-falangea dell'alluce	Nervo plantare mediale	M. abduuttore breve del pollice
M. abduuttore del mignolo	Strato 1	Abduzione e (assistenza nella) flessione dell'articolazione metatarso-falangea del 5° dito	Nervo plantare laterale	M. abduuttore del mignolo
M. quadrato plantare	Strato 2	Fornisce la stabilizzazione mediale ai tendini comuni del muscolo flessore lungo delle dita	Nervo plantare laterale	Nessuno
M. lombricali	Strato 2	Flessione delle articolazioni metatarso-falangee ed estensione delle articolazioni inter-falangee delle dita minori	<i>Secondo dito:</i> nervo plantare mediale <i>Dal terzo al quinto dito:</i> nervo plantare laterale	M. lombricali
M. adduttore dell'alluce	Strato 3	Adduzione e (assistenza nella) flessione dell'articolazione metatarso-falangea dell'alluce	Nervo plantare laterale	M. adduttore del pollice
M. flessore breve dell'alluce	Strato 3	Flessione dell'articolazione metatarso-falangea dell'alluce	Nervo plantare mediale	M. flessore breve del pollice
M. flessore del mignolo	Strato 3	Flessione dell'articolazione metatarso-falangea del 5° dito	Nervo plantare laterale	M. flessore del mignolo
M. interossei plantari (tre)	Strato 4	Adduzione delle articolazioni metatarso-falangee del terzo, quarto e quinto dito (facendo riferimento a una linea che passa per il secondo dito)	Nervo plantare laterale	M. interossei palmari
M. interossei dorsali (quattro)	Strato 4	Abduzione delle articolazioni metatarso-falangee del terzo, quarto e quinto dito (facendo riferimento a una linea che passa per il secondo dito)	Nervo plantare laterale	M. interossei dorsali

Tabella 2: Tabella riassuntiva sui muscoli intrinseci del piede

²³ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 649

2.4 Innervazione

2.4.1 Innervazione dell'anca

Il plesso lombare, che innervano la loggia anteriore e mediale della coscia, origina da T12 a L4 dando origine ai **nervi femorale** (L2-L4) e **otturatorio** (L2-L4). Il **nervo femorale** tramite i rami motori innerva la maggior parte dei muscoli flessori dell'anca e tutti i muscoli estensori del ginocchio, prossimamente al legamento inguinale il nervo femorale innerva il muscolo grande psoas e il muscolo iliaco, lista talmente adesso innerva il sartorio parte del muscolo pettineo il gruppo di muscoli del quadricipite. La sua distribuzione sensitiva nella gran parte della cute e della porzione antero-mediale della coscia mediante il nervo cutaneo safeno.

Il **nervo otturatorio**, I cui rami motori innervano i muscoli adduttori dell'anca, al passaggio del forame otturatorio si suddivide nei rami anteriore e posteriore. Il ramo posteriore in nervo al muscolo otturatore esterno è il capo anteriore del muscolo grande adduttore, il ramo anteriore innerva parte del muscolo pettineo il muscolo adduttore breve il muscolo adduttore lungo e il muscolo gracile. La sua distribuzione sensitiva interessa la cute mediale della coscia.

Il **plesso sacrale**, che innerva i muscoli posteriori e laterali dell'anca, origina dai rami ventrali dei nervi spinali da L4 a S4, da esso si dipartono 3 piccoli nervi: **piriforme** (S1-S2), **otturatore interno e gemello superiore** (L5-S2), **otturatore esterno e gemello inferiore** (L4-S1) che innervano i rispettivi muscoli di cui portano il nome. Inoltre, vi sono i nervi **gluteo superiore** (L4-S1), che innerva gluteo medio, inferiore e tensore fascia lata, **gluteo inferiore** (L5-S2), che innerva il muscolo grande gluteo, **nervo sciatico** (L4-S3) che a sua volta in corrispondenza del ginocchio (anche se in alcuni casi può avvenire a livello del bacino) si biforca nei **nervi tibiale e fibulare** (peroneo). Il nervo sciatico esce dal bacino attraverso il grande forame ischiatico, solitamente inferiormente al muscolo piriforme, anche se in alcuni casi passa attraverso il muscolo piriforme. La porzione tibiale del nervo sciatico innerva tutti i muscoli biarticolari del gruppo dei muscoli posteriori della coscia e il capo posteriore del muscolo grande adduttore. La porzione fibulare comune del nervo sciatico innerva il capo breve del bicipite femorale.

2.4.2 Innervazione della coscia

Il **nervo femorale** innerva il muscolo quadricipite e il sartorio. I muscoli flessori e rotatori del ginocchio sono innervati da diversi nervi sia del plesso lombare che del plesso sacrale, ma principalmente della porzione **tibiale del nervo sciatico**. L'innervazione sensitiva del ginocchio ed i legamenti adesso associati è fornita principalmente dalla radice dei nervi spinali da L3 - L5, viaggiano verso il midollo spinale principalmente nei nervi tibiale posteriore, otturatorio e femorale.(43)

2.4.3 Innervazione della gamba

I muscoli estrinseci sono disposti nei tre compartimenti della gamba anteriore, laterale e posteriore. Ogni nervo motorio differente innerva i muscoli all'interno di ciascun compartimento. Ogni nervo motorio è un ramo del nervo sciatico, formato dai rami anteriori dai nervi spinali L4-S3 del plesso sacrale.

Il **nervo peroneale comune** (L4-S2), lateralmente alla testa del perone si divide in un ramo profondo e uno superficiale. Il **ramo profondo del nervo peroneale** innerva i muscoli all'interno del compartimento anteriore della gamba e continua distalmente per innervare il muscolo estensore breve delle dita, inoltre fornisce l'innervazione sensitiva di un'area triangolare della pelle nello spazio tra il primo e il secondo dito.

Il **ramo superficiale del nervo peroneale** innerva i muscoli peroneo breve e peroneo lungo all'interno del compartimento laterale e continua a distalmente come nervo sensitivo per gran parte della cute a livello dei margini dorsali e laterale della gamba e del piede.

2.4.4 Innervazione del piede

Il **nervo tibiale** (L4 – S3) innerva il resto dei muscoli estrinseci e intrinseci del piede e della caviglia. Avvicinandosi al lato mediale della caviglia, il nervo tibiale invia un ramo sensitivo per la cute al di sopra del tallone.

Posteriormente al malleolo mediale, il nervo tibiale si biforca nel **nervo plantare mediale** (L4-S2), e nel **nervo plantare laterale** (L5-S3).

I nervi plantari garantiscono l'innervazione sensitiva della cute sulla maggior parte della superficie plantare del piede e l'innervazione motoria di tutti i muscoli intrinseci, ad eccezione del muscolo estensore breve delle dita.

3 CHINESIOLOGIA

3.1 Anca

Osteocinematica femoro pelvica: (rotazione del femore rispetto alla pelvi relativamente fissa), nel piano saggittale l'anca si flette di 120°.(44,45) Gli ultimi gradi di flessione sono associati ad un tilt posteriore di bacino e ad una flessione della regione lombare associata.(46)

Normalmente, come già anticipato in precedenza si estende di circa 20° oltre la posizione neutra.(45)

Sul piano frontale, si abduce di circa 40-45° (movimento limitato principalmente del pubo femorale e dai muscoli adduttori) e si adduce di circa 25° oltre la posizione neutra (limitazione dai m. abduttori, piriforme e bandelletta ileo-tibiale).(45)

Nel piano orizzontale: l'anca ruota internamente in media di 35°,(45,47) ed esternamente di 45° rispetto alla posizione neutra.

Posizione close-packed: si ha nell'associazione della completa estensione d'anca, cioè 20° oltre la posizione neutra, ad una leggera abduzione e leggera rotazione interna.(5)

Nella tabella sottostante l'azione dei muscoli in base al tipo di movimento. (Tabella 3)²⁴

	Flessori	Adduttori	Rotatori interni	Estensori	Abduttori	Rotatori esterni
Primaria	M. ileopsoas M. sartorio M. tensore della fascia lata M. retto del femore M. adduttore lungo M. pettineo	M. pettineo M. adduttore lungo M. gracile M. adduttore breve M. grande adduttore	Non applicabile	M. grande gluteo M. bicipite femorale (capo lungo) M. semitendinoso M. semimembranoso M. grande adduttore (capo posteriore)	M. medio gluteo M. piccolo gluteo M. tensore della fascia lata	M. grande gluteo M. piriforme M. otturatore interno M. gemello superiore M. gemello inferiore M. quadrato del femore
Secondaria	M. adduttore breve M. gracile M. piccolo gluteo (fibre anteriori)	M. bicipite femorale (capo lungo) M. grande gluteo (fibre inferiori/posteriori) M. quadrato del femore M. otturatore esterno	M. piccolo e medio gluteo (fibre anteriori) M. tensore della fascia lata M. adduttore lungo M. adduttore breve M. pettineo	M. medio gluteo (fibre intermedie e posteriori) M. grande adduttore (capo anteriore)	M. piriforme M. sartorio M. retto del femore M. grande gluteo (fibre anteriori/superiori)	M. piccolo e medio gluteo (fibre posteriori) M. otturatore esterno M. sartorio M. bicipite femorale (capo lungo)

Tabella 3: tabella riassuntiva dell'azione muscolare dei muscoli dell'anca

²⁴ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 506

3.2 Ginocchio

Nel complesso il ginocchio funzionalmente è considerabile come un ginglymo angolare, sebbene morfologicamente sia costituito da una condilartrosi doppia e incompleta, dovuto alla presenza di 2 menischi.

I movimenti consentiti dal ginocchio sono la flessione, l'estensione, la rotazione interna e la rotazione esterna, ed hanno luogo su due piani.

Osteocinematica: l'escursione di movimento in un ginocchio sano permette da 130 a 150° di flessione a 5-10° oltre la posizione neutra.(45,48) L'asse medio-laterale di rotazione non è fisso, ma migra tra i condili femorali,(49) tale migrazione di quest'asse viene descritto come "evoluto".

Rotazioni: la rotazione assiale viene denominata tale basandosi sulla posizione della tuberosità tibiale rispetto alla porzione distale anteriore del femore.

La rotazione assiale dipende dai gradi flessione di ginocchio, poiché maggiore sarà l'estensione maggiore sarà la tensione passiva esercitata dai legamenti e dai tessuti capsulari. Indicativamente, un ginocchio flesso a 90° permette all'incirca 40-45° di rotazione totale.(50,51) Generalmente il range di rotazione esterna è il doppio rispetto a quella interna.(50)

Artrocinematica: Nel movimento di estensione tibio-femorale: la superficie della tibia rotola e scivola anteriormente rispetto ai condili femorali, in contemporanea il quadricipite contraendosi trazione anteriormente i menischi.

Muscolo	Azione	Innervation	Plesso
M. sartorio	Flessione dell'anca, rotazione esterna e abduzione Flessione del ginocchio e rotazione interna	Nervo femorale	Lombare
M. gracile	Flessione e adduzione dell'anca Flessione del ginocchio e rotazione interna	Nervo otturatorio	Lombare
M. quadricipite femorale	Estensione del ginocchio e flessione dell'anca	Nervo femorale	Lombare
M. retro femorale	Flessione dell'anca		
Gruppo dei m. vasti	Estensione del ginocchio		
M. popliteo	Flessione del ginocchio e rotazione interna	Nervo tibiale	Sacrale
M. semimembranoso	Estensione dell'anca Flessione del ginocchio e rotazione interna	Nervo sciatico (porzione tibiale)	Sacrale
M. semitendinoso	Estensione dell'anca Flessione del ginocchio e rotazione interna	Nervo sciatico (porzione tibiale)	Sacrale
M. bicipite femorale (capo breve)	Flessione del ginocchio e rotazione esterna	Nervo sciatico (porzione fibulare comune)	Sacrale
M. bicipite femorale (capo lungo)	Estensione dell'anca Flessione del ginocchio e rotazione esterna	Nervo sciatico (porzione tibiale)	Sacrale
M. gastrocnemio	Flessione del ginocchio Flessione plantare della caviglia	Nervo tibiale	Sacrale
M. plantare	Flessione del ginocchio Flessione plantare della caviglia	Nervo tibiale	Sacrale

*Le azioni che coinvolgono il ginocchio sono mostrate in **grassetto**. I muscoli sono elencati in ordine decrescente di innervazione della radice nervosa.
Tabella 4: Tabella riassuntiva dell'azione muscolare dei muscoli coinvolti nel ginocchio

Mentre nel movimento di estensione femoro-tibiale (catena cinetica chiusa), i condili femorali rotolano anteriormente e contemporaneamente scivolano posteriormente rispetto alla superficie articolare della tibia. (Tabella 4)²⁵

Durante l'estensione avviene una rotazione associata, meccanicamente associata, con scopo di bloccaggio.⁽⁵²⁾ Quest'ultima viene definita come rotazione "screw home", (figura 22)²⁶ che consiste nella rotazione esterna di ginocchio osservabile negli ultimi 30° di estensione. La posizione finale assunta permette un aumento della congruenza articolare e favorisce la stabilità.

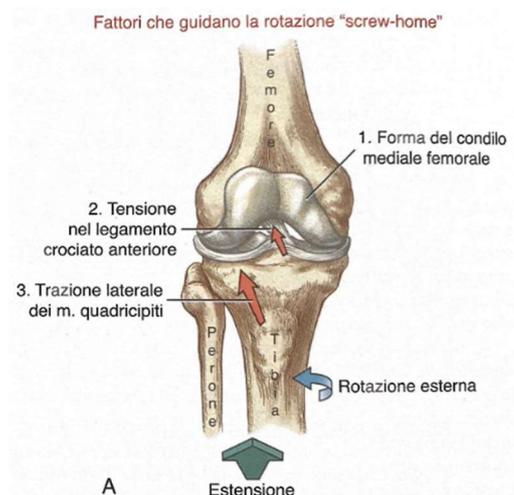


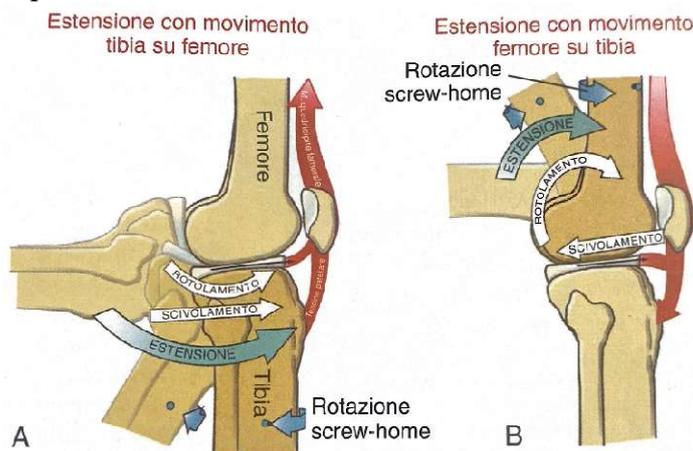
Figura 22: fattori che contribuiscono al meccanismo di "screw home"

²⁵ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p.566

²⁶ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p.556

Viceversa, quando il ginocchio è completamente esteso, la contrazione del muscolo popliteo permette di sbloccare l'articolazione facendola prima ruotare di poco internamente.(53–55) (fa ruotarne esternamente il femore per iniziare la flessione di femore rispetto alla tibia o ruota internamente la tibia per iniziare la flessione di tibia rispetto al femore).

L'artrocinematica coinvolta nella rotazione di ginocchio è di spin tra i menischi e le superfici articolari di tibie e femore. A loro volta, i menischi sono stabilizzati dalla



contrazione dei muscoli popliteo e semimembranoso (con cui hanno contatti diretti). (figura 23)²⁷

Nell'articolazione femoro-rotulea, la rotula scivola rispetto al solco trocleare fisso del femore, nel caso in cui sia la tibia a muoversi rispetto al

Figura 23: artrocinematica attiva dell'estensione di ginocchio

femore fisso, durante i movimenti di femore rispetto alla tibia, il solco trocleare del femore scivola rispetto alla rotula fissa.

Tra circa 90 e 60 ° di flessione rotula è in genere ben inserita nel nucleare del femore. All'interno di questo arco di movimento l'area di contatto tra la rotula e il femore e quindi massima.(56,57) Al progredire dell'estensione di ginocchio il punto di contatto principale sulla rotula migra verso il suo polo inferiore, Fino ad arrivare alla piena estensione in cui la rotula alloggia in posizione completamente prossimale rispetto al solco e in corrispondenza del cuscinetto adiposo sovrapatellare.

3.3 Caviglia

L'asse di rotazione dell'articolazione peroneo-astragalica non è puramente medio-laterale, ma è anche leggermente inclinato superiormente e anteriormente dovuto alla differente altezza dei due malleoli, quello peroneale è situato più inferiore e

²⁷ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p.556

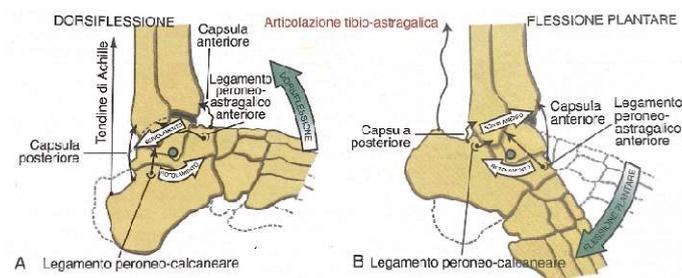
posteriore.(58) L'asse passa attraverso il corpo dell'astragalo e i due malleoli, e devia da un asse medio-laterale puro di 10° sul piano frontale e 6° sul piano orizzontale.

A causa di questa inclinazione dell'asse di rotazione, alla dorsiflessione è associata una leggera abduzione ed eversione, viceversa alla flessione plantare sono associate una leggera adduzione e inversione.(59)

Per posizione neutra si considera il posizionamento del piede forma con la gamba un angolo di 90°. Partendo da questa posizione l'articolazione permette un range di 15-20° di dorsiflessione e 40-55° di flessione plantare.(59-61) I movimenti accessori delle altre articolazioni possono influire fino al 20-30% del range di movimento totale riportato.⁶²(62)

L'artrocinematica della tibio-astragalica in catena cinetica aperta consiste nella flessione dorsale in un rotolamento anteriore associato a scivolamento posteriore dell'astragalo. Nel movimento di dorsiflessione i legamenti che vengono messi in tensione sono il peroneo-calcaneare, il peroneo-astragalico posteriore e le fibre tibio-astragaliche posteriori del legamento deltoideo. (figura 24)²⁸

(per aumentare la dorsiflessione: mobilizzazione passiva della tibio-astragalica con traslazione in direzione posteriore dell'astragalo e del piede rispetto alla gamba: lo scopo



è di allungare naturalmente tutti i tessuti che naturalmente limitano la dorsiflessione, inclusi molti collaterali)

Invece nella flessione plantare, l'astragalo rotola posteriormente mentre l'osso scivola

Figura 24 artrocinematica passiva della tibio-astragalica

contemporaneamente in avanti, i legamenti che limitano la flessione plantare completa sono il peroneo astragalico anteriore, le fibre tibio-scafoidee del legamento deltoideo, e al contempo stesso vengono stirati anche i muscoli dorsiflessori e la capsula anteriore dell'articolazione.

²⁸ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 614

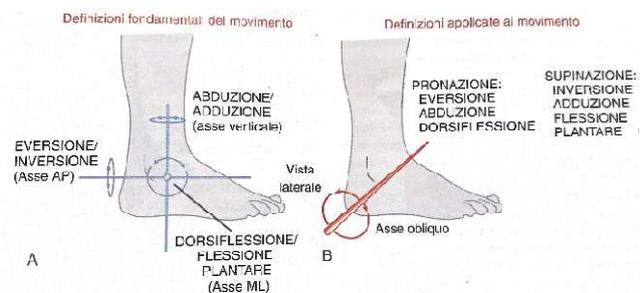
La posizione close-packed della tibio-astraglica si ha quanto è completamente dorsiflessa. Quanto si esegue lo schema del passo, quindi in catena cinetica chiusa, nel momento di maggior dorsiflessione, la caviglia viene ancor maggiormente nel momento in cui la parte anteriore, leggermente più larga del talo si incunea nella componente tibio-peroneale della mortasa. L'effetto di incuneamento della mortasa fa distendere leggermente la tibia e il perone distali, azione contrastata dai legamenti tibio-peroneali distali e dalla membrana interossea.

Il leggero allargamento naturale della mortasa alla massima dorsiflessione provoca un leggero movimento rotatorio e traslatorio del perone.

L'artrocinematica dell'articolazione sotto-astraglica prevede un movimento di scivolamento tra i tre gruppi di faccette, producendo un movimento curvilineo tra calcagno e astragalo. L'asse di rotazione di tale articolazione è posizionato a 42° dal piano orizzontale e 16° rispetto al piano sagittale.(63)

Tale articolazione permette principalmente i movimenti di pronazione e supinazione, in particolare in scarico avverrà pro-supinazione, con il calcagno che si muove rispetto all'astragalo fisso, mentre in carico accade il contrario, la gamba e l'astragalo ruotano sul calcagno relativamente immobile (o fisso). (figura 25)²⁹

La pronazione, quindi, ha componenti principali di eversione ed abduzione, mentre la supinazione ha come componenti principali l'inversione e l'adduzione.



Il range di movimento in inversione è di 22,6°, che risulta più del doppio rispetto a quello in eversione 12,5°, sebbene questi dati includano le rotazioni accessorie dell'articolazione tibio-astraglica.(61,64,65) Nel range passivo il rapporto di movimento inversione-eversione si avvicina a 3:1.(66)

²⁹ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 609

L'articolazione di Chopart, o trasversa del tarso come annunciato in precedenza, consente un percorso più obliquo, che decorre quasi equamente attraverso tutti e tre i piani cardinali, ed è costituita da due componenti primarie: inversione-versione e abduzione-adduzione. L'articolazione trasversa del tarso raramente si muove in autonomia senza movimenti associati delle altre articolazioni; infatti, essa funziona in maniera sinergica con l'articolazione sotto-astragalica per controllare la maggior parte della pronazione e supinazione di tutto il piede. Per esaminare la cinematica della trasversa del tarso bisogna tenere in mente tre aspetti:

- I due diversi assi di rotazione
- L'ampiezza e la direzione sono diverse a seconda se il movimento viene eseguito in carico oppure no
- La cinematica dell'articolazione trasversa del tarso è fortemente influenzata dalla posizione dell'articolazione sotto-astragalica.

I due assi di rotazione vengono descritti come longitudinale ed obliquo.(63) Il primo è quasi coincidente con l'asse rettilineo antero-posteriore. L'asse obliquo, al contrario, ha una forte inclinazione verticale e medio-laterale, e il movimento che si verifica è una combinazione di abduzione e dorsiflessione e adduzione e flessione plantare.

La cinematica funzionale che avviene nella maggior parte delle attività in carico si verifica come una combinazione di movimenti su entrambi gli assi, producendo un movimento che esprime al massimo le componenti in tutti e tre i piani cardinali nella prono-supinazione.(67)

La quantità di sola inversione si ipotizza essere di 20-25°, il doppio rispetto all'eversione che invece risulta 10-15°, un risultato simile a quello osservato nell'articolazione sotto-astragalica.

Il muscolo tibiale posteriore è il principale muscolo supinatore del piede.(68)

La trazione di tale muscolo, infatti, provoca uno spin dell'osso scafoide e l'innalzamento dell'arco longitudinale mediale. Durante questo movimento la superficie prossimale concava dello scafoide e il legamento spring effettuano uno spin entrambi attorno alla testa convessa dell'astragalo.

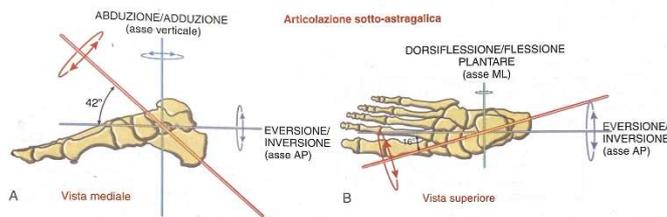


Figura 26: assi di rotazione dell'articolazione sotto-astragalica

La pronazione avviene dovuta alla trazione del muscolo peroneo lungo, che aiuta ad abbassare il lato mediale e a sollevare il lato laterale del piede. Questi due movimenti

appena descritti presuppongono che il piede sia in scarico.

Quando il piede è in scarico, la pronazione determina la rotazione della pianta del piede verso l'esterno, mentre la supinazione porta la pianta del piede verso l'interno. Quando il piede è in carico invece, tali movimenti consentono a gamba e astragalo di ruotare in tutti e tre i piani rispetto al calcagno relativamente fisso. (figura 26)³⁰

3.4 Piede

Le principali articolazioni dell'avampiede sono le tarso-metatarsali, in cui la seconda e la terza hanno minore mobilità a causa dei robusti legamenti e della loro posizione incuneata. Di conseguenza però il secondo e terzo raggio sono elemento di stabilità longitudinale del piede. La prima articolazione tarso-metatarsale ha più mobilità delle cinque, e nella fase di appoggio della camminata effettua una dorsiflessione di circa 5°.(69,70) Questo movimento si verifica quando il peso induce la regione cuneiforme verso il basso mentre il terreno spinge simultaneamente l'estremità distale del primo raggio verso l'alto. Questo movimento è inoltre associato ad un abbassamento graduale dell'arco longitudinale mediale in risposta al cuneiforme.(71)

La letteratura descrive inoltre, un'associazione meccanica naturale della cinematica nella prima articolazione tarso-metatarsale: con la flessione plantare si associa una leggera eversione, mentre con la flessione dorsale un leggera inversione.(71-73)

Combinando la flessione plantare e l'eversione, il lato mediale del piede si adatta meglio alle superfici irregolari del terreno.

Il movimento delle metatarso-falangee avviene su due gradi di libertà, estensione/flessione e adduzione/abduzione. Il secondo dito serve come dito di

³⁰ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 617

riferimento per nominare i movimenti di abduzione e adduzione delle dita dei piedi. Gli assi di rotazione per tutti i movimenti volontari delle articolazioni metatarso-falangee passano attraverso il centro di ciascuna testa metatarsale.

Da una posizione neutra, le dita possono essere estese 65° passivamente e flesse di $30-40^\circ$. L'alluce in genere consente una maggiore estensione, 85° circa.

Le articolazioni interfalangee sono dei ginglimi angolare che connette due falangi e si instaura tra le troclee delle teste delle falangi più prossimali e le cavità glenoidee delle basi delle falangi distali.

4 BIOMECCANICA DELL'APPOGGIO PLANTARE E DEL CAMMINO

All'inizio della fase di carico, immediatamente dopo l'appoggio del tallone al suolo, l'articolazione **tibio-astraglica** che si trova in posizione di dorsiflessione si flette plantarmente, mentre l'articolazione sotto-astraglica che si trova in posizione di leggera supinazione si pronava in risposta al carico.(74)

Tibio-astraglica: al momento del contatto iniziale del tallone durante la camminata la caviglia si flette rapidamente per guidare il piede a terra. (0-5% del ciclo della camminata)

Nel momento in cui il piede è in appoggio completo, la gamba inizia a ruotare in avanti sul piede appoggiato a terra (dorsiflessione). La dorsiflessione prosegue anche fino a poco dopo la fase di sollevamento del tallone, a questo punto la caviglia diventa sempre più stabile poiché si avvicina progressivamente alla sua posizione close-packed e il piede ulteriormente stabilizzato poiché la parte anteriore leggermente più larga del talo con la dorsiflessione si incunea nella componente tibio peroneale della mortasa,(75) questo effetto fa distendere leggermente la tibia e il perone distale. L'articolazione nella posizione di maggior congruenza e stabilità legamentosa è preparata a supportare forze di compressione che possono raggiungere 4 volte il peso corporeo.(76)

L'articolazione **sotto-astraglica** è la principale articolazione che gestisce la cinematica di pronazione e supinazione.

Durante la camminata, poiché il calcagno è relativamente fisso sotto il carico del peso corporeo, avviene una rotazione del piano orizzontale dell'astragalo che genera movimenti di prono-supinazione, tale rotazione è accoppiata meccanicamente alla rotazione intera della gamba.(77)

Quando il piede è in carico, tali movimenti consentono a gamba e astragalo di ruotare in tutti e tre i piani rispetto al calcagno relativamente fisso. Questo meccanismo è realizzato grazie all'interazione tra l'articolazione sotto-astraglica, articolazione trasversa del tarso e l'arco longitudinale mediale.

Durante i primi 30-35% del ciclo del cammino, l'articolazione sotto-astraglica ruota verso l'interno, o everte, conferendo stabilità all'intero mesopiede. Successivamente

l'arco si alza rapidamente e contemporaneamente l'articolazione sotto-astragalica ora in posizione supina conferisce rigidità al mesopiede che è pronto alla successiva fase di spinta.(74,78)

L'eversione della sotto-astragalica viene permessa grazie a 2 meccanismi:

- (1) l'eversione del calcagno in risposta alla forza di reazione passante verso l'alto e lateralmente al punto medio del calcagno posteriore. L'impatto con il suolo spinge la testa dell'astragalo in posizione mediale e inferiore, rispetto al calcagno esso, quindi, abduce e determina una leggera flessione della sotto-astragalica.
- (2) La rotazione interna di tibia, perone e femore (quest'ultimo in misura minore) favoriscono ulteriormente la sotto-astragalica alla pronazione.(79-81)

Una persona che nella prima fase di appoggio pronata eccessivamente, può lamentare dolore al ginocchio nella parte mediale, poiché viene esercitato uno stress eccessivo in valgo sul ginocchio, associato allo stiramento del LCM,

Dopo che il calcagno ha toccato il suolo, la pronazione della sotto-astragalica permette di ruotare internamente all'astragalo e a tutto l'arto inferiore, tale movimento di pronazione è rallentato dall'attivazione eccentrica dei muscoli supinatori, principalmente del muscolo tibiale posteriore, che a loro volta offrono una resistenza all'abbassamento dell'arco longitudinale mediale.(82)

A circa il 15-20% del ciclo del cammino, l'intero arto passa da una rotazione interna alla rotazione esterna, sul piano orizzontale.(80,81,83) Tale evento, di inversione del movimento di rotazione, si verifica approssimativamente con l'inizio della fase di oscillazione dell'arto inferiore controlaterale. Tramite la rotazione esterna prima del femore e poi della tibia, l'astragalo viene indirizzato ad invertire gradualmente la direzione sul piano frontale, da rotazione interna a quella esterna. Di conseguenza, anche l'articolazione sotto-astragalica in pronazione, a circa 30-35% del ciclo, inizia a muoversi rapidamente verso la supinazione.

Con il retropiede in supinazione che fa da sostegno, il mesopiede e l'avampiede ruotano in pronazione per permettere che il piede rimanga in pieno contatto con il terreno.

A seconda della fase del cammino le articolazioni dell'avampiede forniscono flessibilità e allo stesso tempo stabilità. Nella parte finale dell'appoggio, il mesopiede e l'avampiede

sono relativamente stabili per ricevere lo stress associato alla spinta finale. Altri elementi stabilizzanti in questa fase sono l'attivazione della muscolatura intrinseca ed estrinseca e la risalita dell'arco longitudinale mediale.

Nella fase di appoggio pieno, la prima articolazione tarso-metatarsale sale rapidamente effettuando una flessione plantare di circa 5°.(69,70)

La flessione plantare del primo raggio, controllata in parte dalla contrazione del muscolo peroneo lungo, "accorcia" leggermente la colonna mediale del piede aiutando così a sollevare l'arco longitudinale mediale. Questo meccanismo contribuisce ad aumentare la stabilità dell'arco.

L'abbassamento progressivo dell'arco longitudinale mediale, in risposta al peso corporeo (considerando un piede sano),(78) che avviene durante la maggior parte della fase di appoggio, è un meccanismo che viene messo in atto con lo scopo di attenuazione il carico.

Il sollevamento dell'arco è dovuto a un meccanismo storicamente descritto come "effetto verricello", secondo cui l'estensione completa delle articolazioni metatarso-falangee aumenta la tensione lungo l'arco dovuta alle inserzioni indirette tra fascia plantare profonda e dita dei piedi. (figura 27)³¹

La capacità del piede di trasformarsi ripetutamente in una struttura flessibile e assorbente agli urti a una leva più rigida durante ogni ciclo della camminata è una delle azioni più importanti e clinicamente rilevanti del piede.

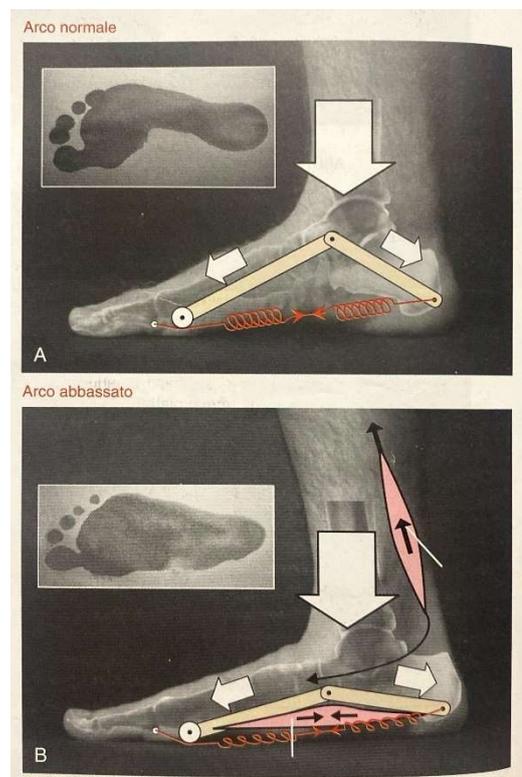


Figura 27: meccanismo di distribuzione del peso corporeo durante la stazione eretta

³¹ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 624

Con la fase di pieno appoggio gli elementi che conferiscono stabilità e rigidità al mesopiede sono l'articolazione sotto-astraglica in posizione supina e l'arco longitudinale mediale sollevato e teso.

Man a mano che tallone e buona parte del piede vengono sollevati, il peso corporeo progressivamente si sposta anteriormente, verso le teste dei metatarsi mediali.

La forza tensile stimata all'interno della fascia plantare durante la fase di pieno appoggio è intorno al 100% del peso corporeo.(84)

Immediatamente dopo la fase di appoggio del tallone durante la camminata, l'articolazione tibio-astraglica in posizione di dorsiflessione e l'articolazione sotto-astraglica in posizione di leggera supinazione rapidamente si portano in flessione plantare e pronazione. (figura 28)³²

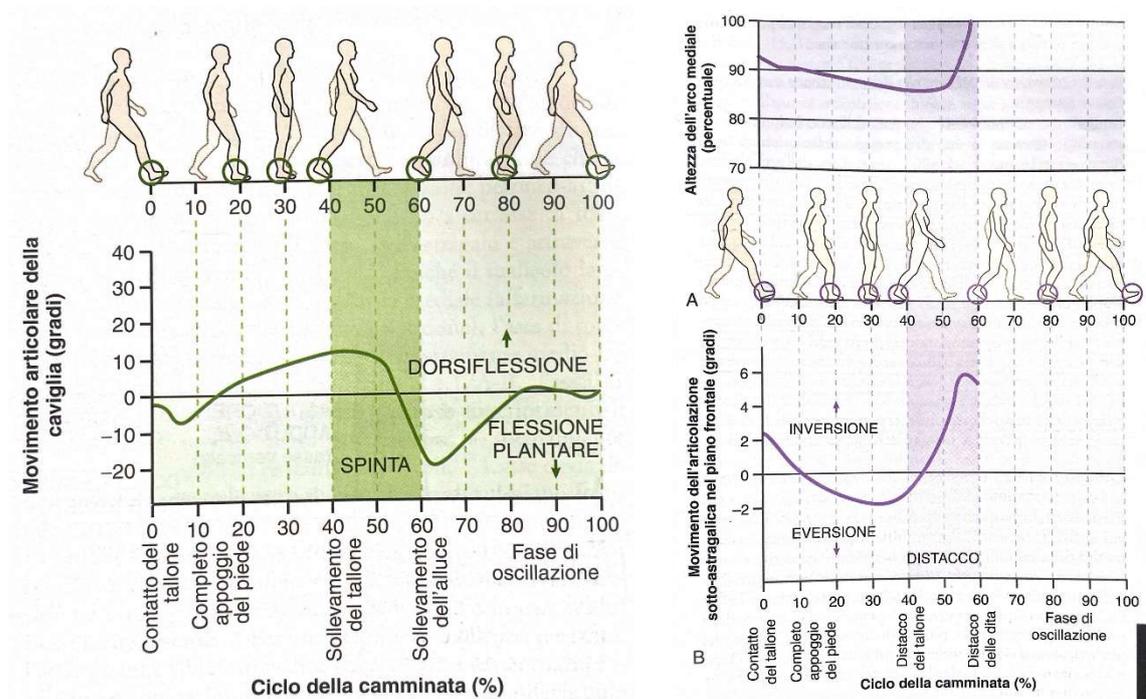


Figura 28: cinematica delle articolazioni in base alle fasi del ciclo del cammino

³² Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 614,627

4.1 Suddivisione del ciclo del cammino per fasi

L'inizio del ciclo del cammino o anche punto 0% del ciclo viene definito come contatto del tallone o tocco del tallone. La fine del ciclo o il punto 100% del ciclo del cammino si verifica non appena lo stesso piede torna a contatto con il terreno. Invece, quando si parla di passo si intende la sequenza di eventi che si verificano all'interno di successivi contatti del tallone di piedi opposti. Un ciclo del cammino è costituito da due passi.

All'interno del ciclo del passo si distinguono due fasi principali: appoggio e oscillazione.

Considerando una velocità normale del cammino la fase di appoggio occupa circa il 60% del ciclo del cammino e la fase di oscillazione occupa il restante 40%.

All'interno di un ciclo sono presenti due periodi di appoggio bipodalico e due di appoggio monopodalico. La suddivisione delle fasi di appoggio avviene distinguendo 5 eventi specifici: contatto del tallone, appoggio del piede, completo appoggio, distacco del tallone e distacco delle dita. Nella figura qui a fianco è possibile osservare l'inizio e la fine di ognuna di queste fasi, in base alla percentuale del ciclo del cammino.

Per quanto riguarda invece la fase di oscillazione, essa è tradizionalmente suddivisa in: oscillazione iniziale (60%-75%), intermedia (75%-85%) e finale ((85%-100%). (figura 29)³³

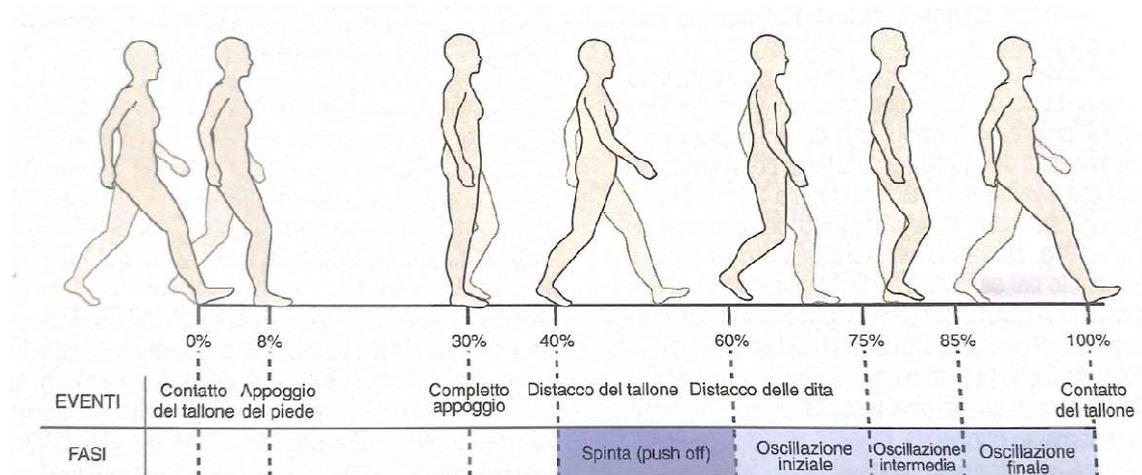


Figura 29: suddivisioni tradizionali del cammino

³³ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 668

Perry e Burnfield hanno proposto una terminologia alternativa che prevede la suddivisione in 8 periodi del ciclo del cammino.(85) (figura 30)³⁴ La fase di appoggio è composta da contatto iniziale, risposta al carico, completo appoggio, appoggio finale e pre-oscillazione, mentre quella di oscillazione consiste in oscillazione iniziale, oscillazione intermedia e oscillazione finale. I due autori dividono ulteriormente il ciclo in accettazione del peso, appoggio monopodalico e avanzamento degli arti oscillanti.

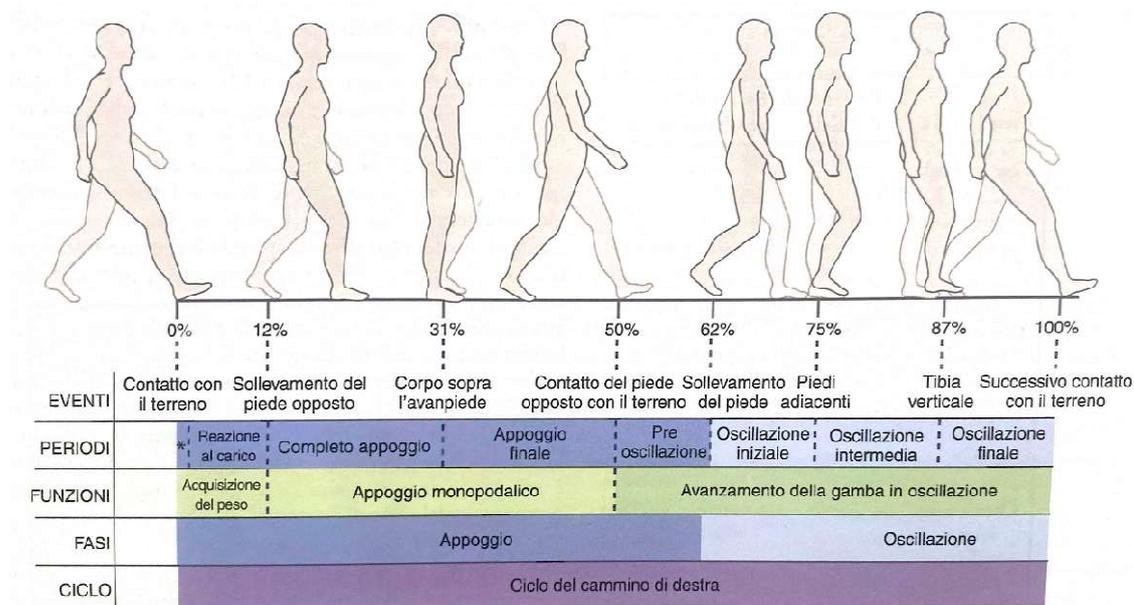


Figura 30: Suddivisione del ciclo del cammino proposta da Perry e Burnfield

*Il primo periodo del ciclo del cammino, chiamato contatto iniziale, avviene tra lo 0 e il 2 % del ciclo del cammino

Nel capitolo successivo verrà presa in esame la cinematica non di tutte le articolazioni coinvolte, ma solo di caviglia e piede.

4.2 Cinematica sul piano frontale

Il movimento principale dell'articolazione tibio-astragalica è la flessione dorsale e plantare. Come già visto in precedenza associato al movimento di flessione dorsale la caviglia compie eversione con leggera abduzione, e viceversa con la flessione plantare si verifica contemporaneamente inversione con leggera adduzione. Tuttavia, questi movimenti secondari frontali orizzontali sono molto limitati.

³⁴ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 670

La pronazione e supinazione del piede avvengono attraverso l'interazione delle articolazioni sotto astraglica e trasversa del tarso. La pronazione associa movimenti di eversione, abduzione e flessione dorsale, mentre la supinazione associa movimenti di inversione, adduzione e flessione plantare.

I movimenti dell'articolazione sotto-astraglica sono in genere misurati come l'angolo tra la superficie posteriore del calcagno e la superficie posteriore della parte inferiore della gamba. L'articolazione sotto-astraglica mostra un'inversione di circa 2 o 3° nel momento del contatto del tallone. Subito dopo il contatto del tallone, il calcagno si verte rapidamente fino al 30- 35% del ciclo, cioè meta dell'appoggio, dove viene raggiunta una posizione di massima eversione di circa 2°. In quel momento l'articolazione sotto-astraglica inverte la sua direzione di movimento e inizia l'inversione, al 40-45%, che corrisponde al momento del distacco del tallone viene raggiunta la posizione neutra, e l'inversione prosegue fino a raggiungere un valore di circa 6° di inversione nel momento del distacco delle dita. (figura 31)³⁵

Durante l'oscillazione il calcagno ritorna in una posizione di leggera inversione in preparazione del successivo contatto al suolo del tallone. Rieschl e collaboratori riferiscono un picco medio di pronazione di $10,5^\circ \pm 3,4^\circ$ che si verifica al $26,8\% \pm$ del

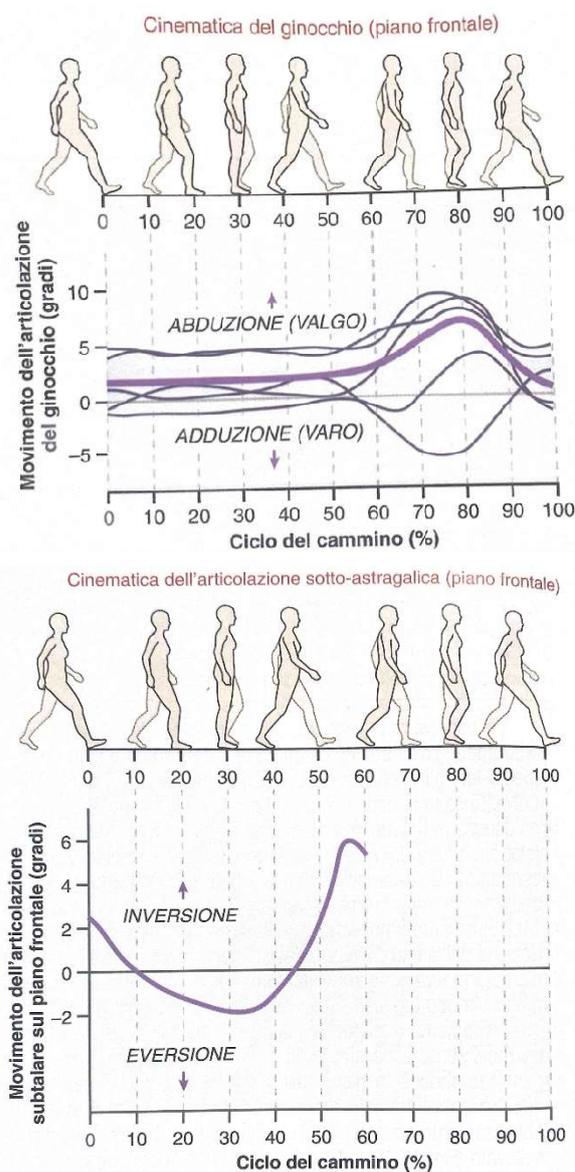


Figura 31: movimento angolare sul piano frontale di ginocchio e inversione ed eversione sul piano frontale del calcagno in base alla percentuale del ciclo del cammino.

³⁵ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 676

ciclo del cammino.(80) I movimenti di pronazione o supinazione del piede influenzano cambiamenti di altezza dell'arco longitudinale mediale dello stesso.

4.3 Cinematica sul piano sagittale

Il contatto iniziale del tallone avviene con l'articolazione tibio astragalica in una posizione riflessione plantare tra 0 e 5 °. Durante l'appoggio quando il piede è in contatto stabile con il terreno (8-45%), la tibia si sposta in avanti sul piede e si verifica una flessione dorsale della caviglia fino a 10 °. Dal 30% al 40% del ciclo del cammino, cioè poco dopo il distacco del tallone avviene la flessione plantare che raggiunge un massimo di 15- 20 ° subito dopo il distacco delle dita. Durante la fase di oscillazione la caviglia è nuovamente in flessione dorsale in posizione neutra per consentire alle dita dei piedi di sollevarsi dal terreno.(86,87) La velocità media di deambulazione richiede un'escursione articolare di circa 10 ° di flessione dorsale e 20 ° di flessione plantare. (figura 32)³⁶

La prima articolazione tarso-metatarsale ha un'ampiezza limitata di flessione plantare e dorsale ma aiuta a regolare la flessibilità e la stabilità dell'arco longitudinale mediale.

L'articolazione metatarso-falangea, durante il contatto del tallone con il suolo è leggermente estesa. In seguito, a partire dal momento del contratto fino al momento del distacco del tallone si trova in una posizione relativamente neutra. Dal distacco del tallone a poco prima del distacco delle dita l'articolazione si estende di circa 45 ° oltre la

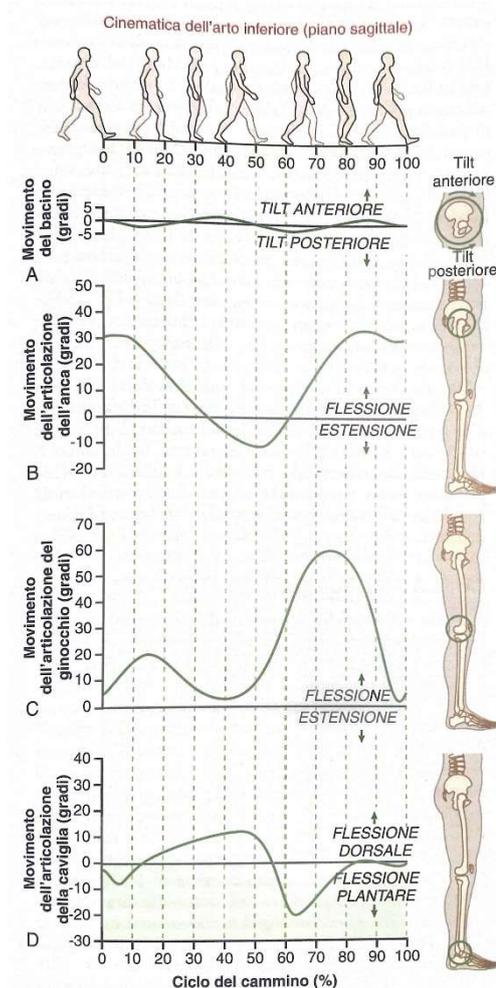


Figura 32: rotazione angolare dal piano sagittale di anca, ginocchio e caviglia durante un ciclo del cammino.

³⁶ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 671

posizione neutra. Durante la parte finale della fase di appoggio e dell'oscillazione iniziale l'articolazione metatarso falangea si flette e ritorna in una posizione quasi neutra.

La rotazione sul piano orizzontale dell'articolazione tibio-astragalica è lieve e di minima entità, per questo motivo non verrà presa in considerazione.

4.4 Traiettoria del centro di massa

Il baricentro, o centro di massa, del corpo è situato anteriormente alla seconda vertebra sacrale. Lo spostamento più rilevante del corpo durante il cammino è in avanti; tuttavia, insieme a questa traiettoria vi sono due schemi di movimento sinusoidali che corrispondono al centro di massa nelle direzioni verticali e laterali.

La direzione verticale il centro di massa oscilla descrivendo due onde sinusoidali per ciclo del cammino, fa la velocità media di cammino nel maschio adulto si rileva uno spostamento totale verticale di circa 5 cm.

Lo spostamento verso il basso del centro di massa viene ridotto voi attraverso la rotazione sul piano orizzontale del bacino, che fa avanzare l'intero arto inferiore oscillante in avanti, riducendo così al minimo la quantità di flessione ed estensione dell'anca necessarie per una determinata lunghezza del passo. Inoltre, durante il cammino il centro di massa viene alternativamente spostato dall'arto inferiore di destra a quello di sinistra. Si va così a creare uno schema sinusoidale in direzione laterale, in cui lo spostamento laterale totale che si verifica durante un ciclo normale è di circa 4 cm.(83)

Il centro di massa del corpo non si trova mai direttamente sulla base di supporto del corpo durante l'appoggio monopodalico, Questo aspetto mostra lo squilibrio relativo del corpo durante il cammino. L'ampiezza di questo spostamento laterale, parzialmente correlato alla larghezza del passo, È in gran parte una funzione del movimento dell'anca sul piano frontale, ovvero abduzione e adduzione dell'anca.

4.5 Attività muscolare

Le seguenti 2 tabelle mostrano l'attività muscolare di ogni singolo muscolo, studiato attraverso elettromiografia, in relazione alla percentuale del ciclo del passo. La conoscenza della tempistica con cui i muscoli si attivano durante il ciclo del cammino fornisce una visione approfondita della loro specifica funzione in ambito chinesiológico.

Il muscolo viene considerato “acceso” quando l'ampiezza del suo segnale elettromiografico raggiunge un valore predeterminato sopra il livello di riposo altrimenti il muscolo viene considerato “spento”.(88) (figura 33)³⁷

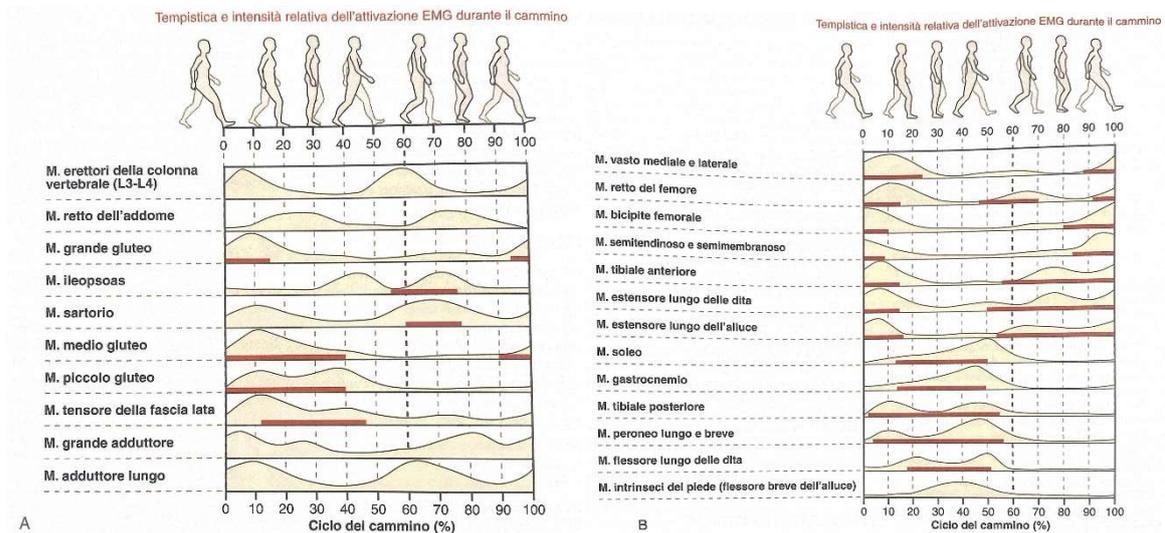


Figura 33: tempistica e intensità relativa delle azioni muscolari durante il cammino

4.6 Traiettoria del centro di pressione

Al contatto del tallone il centro di pressione si trova lateralmente rispetto al punto intermedio del tallone. In seguito, si sposta progressivamente verso la parte laterale del mesopiede durante l'appoggio completo e dal distacco del tallone al distacco delle dita si dirige verso la regione mediale dell'avampiede, sotto la prima o la seconda testa delle ossa metatarsali. La posizione del centro di pressione aiuta a spiegare la tendenza della caviglia e del piede rispettivamente, al contatto del tallone. Nell'immagine qui a lato è possibile vedere la traiettoria del centro di pressione sotto il piede dal contatto del tallone al distacco delle dita, l'area ombreggiata è rappresentativa della variabilità individuale della traiettoria. (figura 34)³⁸



Figura 34: Traiettoria del centro di pressione sotto il piede, dal contatto del tallone al distacco delle dita

³⁷ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 686,687

³⁸ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 692

4.7 Momenti articolari e potenze

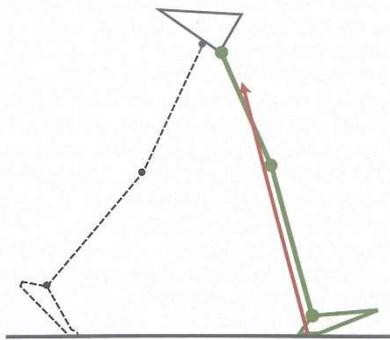


Figura 35: la linea di azione della forza di reazione del suolo

Durante la risposta al carico sull'arto, la linea di azione della forza di reazione del suolo si trova dietro la caviglia e il ginocchio, ma anteriormente all'anca. Per contrastare i momenti esterni vengono creati dei momenti interni dall'attivazione dei muscoli flessori dorsali della caviglia, dei muscoli estensori del ginocchio e dei muscoli ed estensori dell'anca. (figura

35)³⁹ Sul piano sagittale un piccolo momento di flessione dorsale viene generato a livello della caviglia immediatamente dopo il contatto del tallone, esso ha lo scopo di controllare il movimento di flessione plantare generato dal peso corporeo sul calcagno. Il momento di flessione plantare prevale per tutto il resto dell'appoggio, inizialmente per controllare la tibia che avanza rispetto al piede e in seguito per la flessione plantare della caviglia al momento del push off, che corrisponde prossimamente al movimento di flessione plantare della caviglia dal 40% al 60% del ciclo del cammino.

Un momento di flessione dorsale molto limitato è presente durante l'oscillazione affinché la caviglia sia mantenuta flessa dorsalmente per sollevare le dita dei piedi da terra.

I momenti e in particolare i valori di potenza nei piani frontali orizzontale a livello della caviglia e del piede sono molto contenuti e mostrano grande variabilità tra le persone.

Sul piano frontale, dallo 0% al 20% del cammino, la fase di appoggio è caratterizzata da un momento iniziale di eversione, mentre dal 20% al 45% del cammino, vi è un momento in inversione e appena prima del distacco delle dita un momento di eversione minore.(89)

Il piano orizzontale è presente un momento di rotazione esterna durante la fase di appoggio, che dovrebbe essere definito come movimento di abduzione.

³⁹ Donald A. Neumann, Chinesiologia del sistema muscoloscheletrico, p. 692

5 EPIDEMIOLOGIA PATOLOGIE DEL PIEDE

In questo articolo verranno prese rassegna i dati sulle più frequenti patologie muscoloscheletriche che colpiscono il piede. I dati sono stati ottenuti da studi e articoli tratti da Pubmed.

5.1 Alluce Valgo

La prevalenza complessiva a livello globale stimata aggregata (pooled estimate) era del 19% con un numero totale stimato di 186.262.669 casi per l'alluce valgo.(90) Altri studi presi in esame confermano tale valore di prevalenza dell'alluce valgo, con alcune variazioni sul valore percentuale (uno studio riportava addirittura il 39%).(91–94) L'alluce valgo è più prevalente nel sesso femminile (in alcuni casi due volte o 2,5 volte, nelle donne rispetto agli uomini)(95) e aumenta con l'età e che la storia familiare è un fattore predittivo significativo. Inoltre, due studi riportano come il piede piatto o dita a martello l'artrosi di ginocchio erano significativamente associati allo sviluppo di questa patologia.(92,93)

5.2 Alluce rigido

l'alluce rigido (HR) è un'osteoartrite comune della prima articolazione metatarsofalangea. Gli studi presi in esame risultano molto disomogenei nei risultati.

Il primo studio attesta una prevalenza del 26,7%, di cui quelli sintomatici erano l'8,1%,(96) un altro studio riporta che tutti i pazienti di età superiore ai 50 anni, il 2,5% segnala artrite degenerativa della prima articolazione metatarso-falangea.(97) I fatti di rischio rivelati sono stati artrosi di ginocchio, alluce valgo, gotta, sesso femminile, fasce d'età avanzate e altre patologie al piede.(97,98)

5.3 Dito a martello

È stato individuato uno studio che prendeva in esame i pazienti trattati chirurgicamente in un lasso di tempo, e ha evidenziato come la deformità del secondo dito del piede incrociata ha avuto un picco di incidenza nelle donne di età superiore ai 50 anni e c'è stata un'incidenza aumentata sia di alluce valgo che di artrite degenerativa della prima articolazione metatarso-falangea nella coorte di pazienti.(99)

5.4 Piede Piatto

Conformazione della volta plantare mediale caratterizzata dall'appiattimento della e abbassamento dell'arco longitudinale mediale. Una metanalisi sostiene che il tasso di rilevazione del piede piatto nei bambini negli ultimi 20 anni è risultato essere del 25%.(100) In altri studi la prevalenza complessiva oscilla all'incirca tra il 16% e il 26%.(101–107) Comunque, si è visto che la percentuale di piede piatto diminuisce con l'età quindi in base alla popolazione o fascia d'età presa in esame perciò i valori possono cambiare notevolmente.(102,103,105,108) I fattori di rischio individuati sono stati il sesso maschile, l'età (giovane), la razza asiatica e l'obesità.(100–104,106,108)

5.5 Piede cavo

È alterazione strutturale del piede che è caratterizzata da un aumento della volta (arco) longitudinale mediale del piede, la sua vera epidemiologia è sconosciuta nella popolazione in generale.(109) Uno studio 16,3% dei bambini studiati, con una differenza statisticamente significativa a favore delle ragazze.(110)

5.6 Piede torto

Il piede torto è una comune malformazione strutturale del piede posto in equinismo, varismo e adduzione, una metanalisi ha calcolato il tasso di prevalenza a 1,6 su 1000,(111) mentre un'altra sostiene un tasso che varia tra 0,51 e 2,03/1000 nati vivi,(112) infatti svariati altri studi confermano questi valori con una prevalenza complessiva di circa 1-2 su 1000 nati vivi. Si è visto come colpisca più frequentemente il sesso femminile, i paesi a basso e medio reddito, ma anche il fattore genetico è molto determinante.(113–123)

5.7 Neuroma di Morton

Neuroma di Morton si intende una sofferenza del III nervo digitale comune, un nervo esclusivamente sensitivo che innerva il 3 e 4 dito del piede causata da microtraumi cronici nel punto di passaggio tra le teste di III e IV metatarsale, oppure meno frequenti esistono neuromi negli altri spazi intermetatarsali. Il disturbo principale è il dolore localizzato all'avampiede plantare tra le teste metatarsali. L'età media di presentazione segnalata è di 55 anni (da 29 a 81 anni) con una prevalenza aumentata nelle donne (da 4 a 15 volte). Il disturbo principale è il dolore localizzato all'avampiede plantare tra le teste metatarsali.(124)

5.8 Fascite Plantare

Condizione degenerativa (e non infiammatoria) del legamento arcuato del piede, che generalmente si manifesta con dolore alla parte inferiore del tallone. Si stima che questa condizione sia responsabile di oltre 1 milione di visite mediche all'anno negli Stati Uniti, tra gli atleti colpisce il 17,4% dei corridori.(125,126) Il tasso di incidenza complessivo si è dimostrato 10% della popolazione generale.(126–129)

5.9 Sperone Calcaneare

Consiste in una neoformazione benigna di tessuto osseo, che si sviluppa nella zona del calcagno. Sono stati individuati due studi, in uno la prevalenza è al 38%, mentre nell'altro 32,2%. La prevalenza di speroni (achilleo e plantare) era significativamente più alta per le donne che per gli uomini negli individui di età maggiore di 50 anni.(130,131)

5.10 Instabilità Cronica di Caviglia

Trauma distorsivo ricorrente alla caviglia che quindi in seguito ad un primo evento acuto continua a ripetersi e quindi cronicizza. Negli Stati Uniti, ogni anno si verificano circa 2 milioni di distorsioni acute della caviglia.(132) I dati delle visite al pronto soccorso suggeriscono un tasso di incidenza di 2-7 distorsioni acute della caviglia/1000 persone-anno;(132,133) Le distorsioni acute della caviglia sono tra gli infortuni muscoloscheletrici più comuni e fino al 70% dei soggetti che subiscono una distorsione acuta della caviglia può sviluppare una disabilità fisica residua, che può includere un'instabilità cronica della caviglia.(132) La prevalenza era dello 0,7% per l'instabilità cronica di caviglia lieve e dello 0,4% per instabilità grave nei maschi e dello 0,3% e dello 0,4%, rispettivamente, per le femmine ($p < 0,001$). (132–135)

5.11 Artrosi del piede

Patologia sistemica e degenerativa delle articolazioni, in questo caso di quelle coinvolte nel piede. L'osteoartrosi sintomatica di piede individuata da uno studio risulta il 16,5%,(136,137) ma la percentuale può variare molto in base a che articolazioni vengano valutate.(138) La prima articolazione metatarso-falangea è la più comunemente colpita, seguita dalla seconda articolazione cuneo-metatarsale e talo-navicolare.(137) È difficile da discriminare i confini precisi di questa patologia per le numerose articolazioni

coinvolte nel piede, numerosi studi discriminano i vari tipi di osteoartrosi suddividendoli per categorie.(139,140)

5.12 Artrosi di caviglia

Patologia sistemica e degenerativa delle articolazioni, in questo caso di quelle coinvolte nella caviglia. Numerosi studi differenziano l'artrosi di caviglia in 3 tipologie: post-traumatica che è stata riscontrata nel 78% dei casi, secondaria nel 13% e primaria nel 9%,(141,142) ma alcuni autori hanno effettuato una suddivisione in base alle articolazioni coinvolte.(143)

L'incidenza di osteoartrosi sintomatica di caviglia che vengono indirizzati a specialisti è di 47,7 ogni 100.000.(144,145) *il fattore di rischio più significativo è la distorsione della caviglia, a seguire vi sono le fratture (astragalo, malleoli, calcagno, piede...)*(146) *altri fattori di rischio sono il genere femminile e un BMI elevato.*(147)

6 MATERIALI E METODI

6.1 Studio

Correlazione tra appoggio plantare e patologie muscoloscheletriche all'arto inferiore
Revisione della letteratura.

6.2 Obiettivo dello studio

Indagare la letteratura per comprendere in che modo l'appoggio plantare e le patologie muscoloscheletriche dell'arto inferiore siano correlate. Quindi il quesito a cui si è cercato di trovare risposta è: In che modo gli effetti dell'appoggio plantare si ripercuotono nelle altre articolazioni dell'arto inferiore, soprattutto per quanto riguarda caviglia, ginocchio e anca?

Come disegno dello studio si è optato per una revisione narrativa. In questo modo è stato possibile esplorare più ampiamente l'argomento includendo più studi su diversi aspetti dell'appoggio plantare e su più articolazioni dell'arto inferiore.

6.3 Strategie di ricerca

È stato esaminato un singolo database di ricerca, Pubmed il motore di ricerca in ambito biomedico più conosciuto e utilizzato, nonché la banca dati contenente articoli scientifici più vasta. Vista l'ampiezza dell'argomento sono state effettuate numerosi step di ricerca. Quelle qui riportate sono le stringhe di ricerca più significative.

"((pronation) OR (supination)) AND (foot)"; "(forefoot) OR (hindfoot)"; "foot arch height"; "Foot contact"; "(plantar pressure) AND (injury)"; "Foot posture"; "Foot biomechanics"; "Foot support pattern"

Poi sono state eseguite ulteriori stringhe di ricerca confrontando singolarmente i seguenti
item

(hallux valgus), (hallux rigidus), (hammertoe), (flatfoot), (equinovarus foot), (clubfoot), (Morton's neuroma), (plantar fasciitis), (heel spur), (chronic ankle instability), (foot arthrosis), (ankle osteoarthritis)

inserendoli all'interno della stringa:

(*singolo item*) and ((lower limb) OR (knee) OR (ankle) OR (hip))

Così facendo è stata condotta una ricerca di ogni singola patologia del piede in relazione all'arto inferiore e alle sue maggiori articolazioni.

6.4 Criteri di inclusione

(1) Sono state prese in considerazione meta-analisi e revisioni sistematiche, gli studi presi in esame dovevano esaminare appoggio plantare, postura del piede o altre variabili del piede e allo stesso tempo una patologia muscoloscheletrica nel distretto dell'arto inferiore.

(2) Come riferimento temporale sono stati inclusi studi a partire dall'anno 2013.

(3) Articoli con il full text disponibile e in inglese.

6.5 Criteri di esclusione

(1) Studi che parlano di appoggio plantare, postura del piede o altre variabili del piede mettendole in relazione con effetti biomeccanici in altre articolazioni dell'arto inferiore. La spiegazione di questo criterio sta nel fatto che tutti gli studi a cui prima è stato fatto riferimento non parlano di patologie muscoloscheletriche, ma soltanto di variazioni in parametri biomeccanici e quindi non rispondono al quesito della ricerca.

(2) Studi che gli esiti di patologie del piede sull'articolazioni/parametri del piede stesso. Questo perché, questa revisione si vuole concentrare sulla relazione tra il piede (o comunque l'appoggio), e i suoi effetti sulle articolazioni sovrastanti dell'arto inferiore.

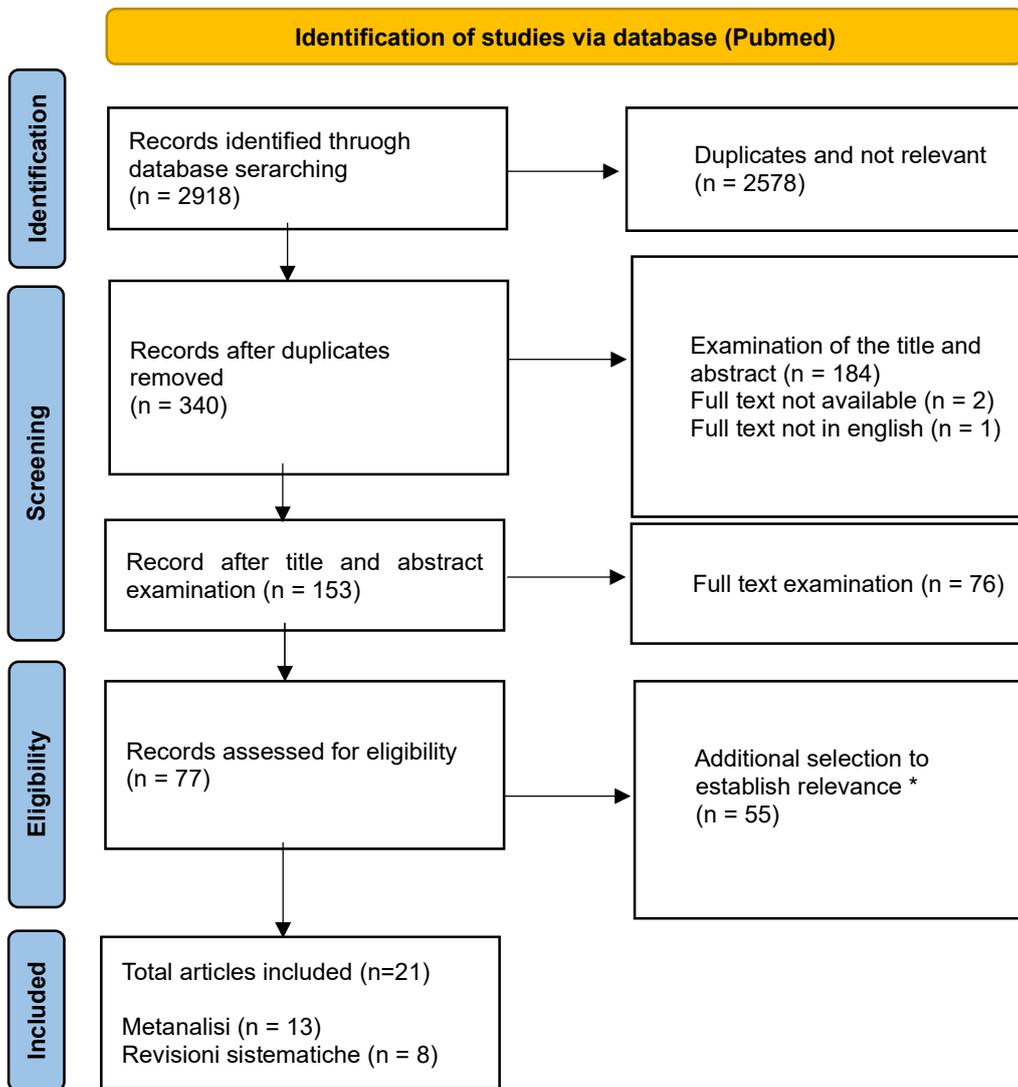
(3) Sono stati esclusi studi la cui popolazione in esame era pediatrica.

(4) Inoltre, un ulteriore criterio di esclusione è stato applicato a studi in cui i pazienti venivano sottoposti ad intervento chirurgico.

7 RISULTATI

7.1 Sintesi dei risultati della ricerca in letteratura

In seguito alle ricerche effettuate su Pubmed tramite le parole chiave e le stringhe di ricerca indicate precedentemente al capitolo 7.3.



* In seguito all'esaminazione del full text, è stata eseguita una selezione finale degli studi da includere valutando più accuratamente la pertinenza con il quesito di ricerca (appoggio plantare e patologie dell'apparto locomotore all'arto inferiore), le misure di outcome, la modalità di esecuzione degli studi e la qualità metodologica. Quest'ultima selezione è stata eseguita confrontandomi con il correlatore.

7.2 Sinossi degli studi

La sinossi è stata suddivisa in due dividendo le metanalisi dalle revisioni sistematiche.

I ventuno studi selezionati sono stati suddivisi in categorie, che raggruppano diversi argomenti degli studi individuati. Le categorie sono state indicate nella sinossi con una riga di color verde.

7.2.1 Metanalisi

Ginocchio		
1	Titolo	Foot characteristics and mechanics in individuals with knee osteoarthritis: systematic review and meta-analysis. (148)
	Autore, data pubblicazione	Rania N Almeheyawi, Alessio Bricca, Jody L Riskowski, Ruth Barn, Martijn Steultjens, Mar 2021
	Scopo	Identificare studi pertinenti sulle caratteristiche e la meccanica del piede nelle persone con artrosi di ginocchio.
	Caratteristiche campione e misure outcome	In questa revisione sono stati inclusi 39 studi provenienti da 5 database, 25 studi osservazionali e 14 studi di intervento. Per un totale di 2260 partecipanti. Nei gruppi con artrosi di ginocchio (KOA), le dimensioni del campione variavano da otto a 123 partecipanti, con una dimensione media del campione di studio di 57 partecipanti. Ventidue studi includevano una popolazione di controllo. Le variabili prese in considerazione sono state differenze nell’FPA (angolo di progressione del piede), angolo di eversione del retro piede di picco, postura del piede pronato e incidenza di piede piatto in persone con KOA. Tuttavia, le tecniche di misurazione e le misure di esito non erano omogenee tra gli studi. Pertanto, sono state condotte meta-analisi solo su due variabili del piede, FPA e angolo di eversione del retro piede di picco.

	Risultati e conclusioni	<p>Due studi hanno riportato che i partecipanti con artrosi di ginocchio (KOA) avevano posture del piede più pronate in modo statisticamente significativo rispetto a quelli senza. Due studi hanno riportato la prevalenza del piede piatto in individui con artrosi di ginocchio.</p> <p>Uno studio ha riportato che la pressione plantare era statisticamente inferiore nei partecipanti con KOA rispetto a quelli senza KOA nel tallone e nell'alluce e statisticamente maggiore nella parte centrale del piede (centrale). Nell'altro studio, è stata riportata una pressione plantare significativamente maggiore nel mesopiede e nella prima articolazione metatarsofalangea. Uno studio ha indagato la soglia di percezione vibratoria (VPT) in aree specifiche del piede e ha riportato deficit significativi nella sensazione vibratoria sulla prima articolazione metatarsofalangea, malleolo mediale e malleolo laterale, nei partecipanti con artrosi. Le meta-analisi per l'angolo di progressione del piede (FPA) e l'angolo di eversione del picco del retro piede non hanno trovato differenze tra quelli con e senza artrosi di ginocchio.</p> <p>Quindi, non è stato possibile stabilire una relazione tra altre caratteristiche o meccaniche del piede nelle persone con artrosi di ginocchio a causa dell'eterogeneità tra gli studi inclusi e il numero limitato di studi con misurazioni simili.</p>
2	Titolo	Does the Foot and Ankle Alignment Impact the Patellofemoral Pain Syndrome? A Systematic Review and Meta-Analysis. (149)
	Autore, data pubblicazione	Nicolò Martinelli, Alberto Nicolò Bergamini, Arne Burssens, Filippo Toschi, Gino M M J Kerkhoffs, Jan Victor, Valerio Sansone, Apr 2022

	Scopo	Indagare la letteratura sistematicamente per comprendere il ruolo dell'allineamento del piede e della caviglia nei pazienti con dolore femoro-rotuleo.
	Caratteristiche campione e misure outcome	<p>È stata condotta una ricerca sistematica della letteratura su 4 database. I criteri di inclusione erano tutti gli studi che indagavano i fattori dell'allineamento del piede e della caviglia (FAA) statici e/o dinamici e dolore femoro-rotuleo (PFPS). Sono stati esclusi gli studi con meno di 20 pazienti o con osteoartrite femoro-rotulea. Sono stati inclusi 13 studi caso-controllo.</p> <p>Le caratteristiche del piede e della caviglia che coinvolgono l'allineamento statico sono state riportate in otto studi, la caratteristica più studiata è stata la posizione del retropiede. Otto studi hanno esaminato le variabili cinematiche; cinque hanno utilizzato l'analisi lineare dell'andatura, tre di essi durante la corsa e due durante la camminata, e tre hanno adottato studi dinamici con stelle discendenti o ascendenti.</p>
	Risultati e conclusioni	<p>Nonostante le molteplici misure della postura del piede riportate in questa revisione, un maggiore valgo dell'avampiede (angolo avampiede-retropiede misurato in posizione neutra dell'articolazione sottoastragale) e il picco di eversione del retropiede rispetto al laboratorio sono stati gli unici predittori significativi identificati del successo dell'intervento di ortesi per i piedi.</p> <p>Prove limitate hanno mostrato che l'estensione dell'alluce e l'intervallo di dorsiflessione della caviglia con il ginocchio piegato non predicevano significativamente il successo delle ortesi.</p> <p>Questa revisione non è in grado di distinguere tra predittori di successo e fattori prognostici poiché tra gli studi esaminati non vi erano RCT. Gli indicatori di previsione identificati dovrebbero essere considerati fattori prognostici non specifici</p>

		e devono essere sottoposti a ulteriori indagini prima di essere applicati clinicamente con sicurezza.
3	Titolo	Outcome predictors for conservative patellofemoral pain management: a systematic review and meta-analysis. (150)
	Autore, data pubblicazione	Simon Lack, Christian Barton, Bill Vicenzino, Dylan Morrissey, Dic 2014
	Scopo	L'intento di questa revisione era identificare i predittori di esito per specifici interventi conservativi nella gestione del dolore patello-femorale (PFP) al fine di guidare i clinici quando considerano la probabilità di successo dell'intervento.
	Caratteristiche campione e misure di outcome	Dalla ricerca su 5 database abbiamo identificato la valutazione di 205 predittori di esito della gestione conservativa all'interno di 15 studi di coorte LQ (Low quality). Di questa gamma completa, 19 (9% del totale) sono stati ritenuti significativi. Dei 15 studi inclusi, nessuno ha raggiunto la fase di “validation stage of prediction development” importante per garantire che i predittori identifichino accuratamente gli individui che trarranno beneficio da interventi specifici. Abbiamo scoperto che tutti gli studi utilizzavano un disegno a braccio singolo, senza l'inclusione di un gruppo di controllo, e non reclutavano partecipanti adeguati rispetto al numero di variabili esaminate. I predittori di esito identificati in questi studi hanno un rischio elevato di essere predittori non specifici dell'esito, ovvero predittivi dell'esito indipendentemente dal piano di cura della gestione piuttosto che dalla risposta a interventi specifici, o fattori prognostici. La variabilità nelle misure di esito e nella durata del follow-up era evidente in tutti gli studi inclusi. Non essendo presenti RCT (studi randomizzati controllati) che convalidino in modo prospettico

		i predittori di esito, i risultati significativi dovrebbero essere considerati solo come indicatori preliminari di previsione di esito positivo.
	Risultati e conclusioni	<p>Considerando i fattori FAA (allineamento del piede e della caviglia) statici, due studi hanno trovato un'associazione con l'eversione del retropiede e uno con l'inversione del retropiede. Mentre esaminavano le caratteristiche dinamiche dell'allineamento del piede e della caviglia, uno studio ha trovato un'associazione con l'intervallo di movimento dell'eversione del retropiede e tre con la cinematica dell'andatura.</p> <p>Prove molto limitate hanno identificato punteggi più elevati del questionario dell'indice funzionale, maggiore valgismo dell'avampiede e maggiore picco di eversione del retropiede per prevedere in modo significativo risultati migliorati con interventi di ortesi.</p>
4	Titolo	Ineffectiveness of lateral-wedge insoles on the improvement of pain and function for medial knee osteoarthritis: a meta-analysis of controlled randomized trials. (151)
	Autore, data pubblicazione	Junfeng Zhang, Qin Wang, Cuiming Zhang, Ott 2018
	Scopo	Indagare il ruolo del trattamento con cuneo laterale nel sollievo dal dolore e nel recupero funzionale tra pazienti con osteoartrite del ginocchio.
	Caratteristiche campione e misure di outcome	Sono stati esaminati tre database. Sono stati arruolati dieci studi clinici randomizzati con un gruppo di trattamento a cuneo laterale e un gruppo di controllo (placebo o nessun trattamento), otto studi hanno utilizzato una soletta neutra come controllo, e due studi non hanno utilizzato alcun trattamento. Il totale dei pazienti è di 938, di cui 478 pazienti

		hanno ricevuto solette a cuneo laterale e 460 pazienti sono stati impostati come controllo. La durata del trattamento variava da 6 settimane a 24 mesi.
	Risultati e conclusioni	<p>Non è stata osservata alcuna differenza significativa tra i pazienti trattati con cunei laterali e i controlli per quanto riguarda il dolore e la funzionalità al ginocchio. L'analisi dei sottogruppi su studi condotti con popolazione asiatica ha mostrato una significativa riduzione del dolore nei pazienti dopo il trattamento con solette a cuneo laterale rispetto ai controlli. Tuttavia, l'esistenza di una significativa eterogeneità tra gli studi inclusi potrebbe indebolire il potere statistico della conclusione.</p> <p>In conclusione, i dati attuali dimostrano che le solette a cuneo laterale sembrano essere inefficaci nell'attenuare il dolore al ginocchio e nel migliorare la funzionalità.</p>
5	Titolo	A systematic review and meta-analysis into the effect of lateral wedge arch support insoles for reducing knee joint load in patients with medial knee osteoarthritis. (152)
	Autore, data pubblicazione	Fei Xing, Bin Lu, Ming-Jie Kuang, Ying Wang, Yun-Long Zhao, Jie Zhao, Lei Sun, Yan Wang, Jian-Xiong Ma, Xin-Long Ma, Giu 2017
	Scopo	Valutare gli effetti immediati dei plantari di supporto dell'arco plantare a cuneo laterale (LWAS) sulla riduzione del carico sull'articolazione del ginocchio nei pazienti con osteoartrite (OA) del ginocchio mediale rispetto a un gruppo di controllo
	Caratteristiche campione e misure outcome	I gruppi di controllo sono costituiti da scarpe (scarpe standard o del paziente) con una soletta piatta o una soletta neutra (con arco mediale). I principali valori misurati erano il primo e il secondo picco del momento di adduzione esterna del ginocchio (EKAM) e l'impulso angolare di adduzione del ginocchio (KAAI). Per rappresentare la gravità del dolore al

		<p>ginocchio, è stata utilizzata la scala analogica visiva (VAS) in 4 articoli (per lo più >3/10) e la sottoscala del dolore dell'indice OA WOMAC (Western Ontario e McMaster Universities) è stata utilizzata in altri 4 articoli. In diversi articoli, il livello del dolore è stato registrato durante la camminata a livello, durante attività moderate, e nella maggior parte dei giorni dell'ultima settimana, delle ultime 2 settimane, o dell'ultimo mese. Inoltre, il grado Kellgren/Lawrence è stato utilizzato come valutazione radiografica in otto studi. Sono stati inclusi 9 studi, per un totale di 337 partecipanti.</p>
	<p>Risultati e conclusioni</p>	<p>I plantari di supporto dell'arco plantare a cuneo laterale (LWAS) hanno ridotto significativamente il primo e secondo picco EKAM (momento di adduzione esterna del ginocchio). Ciò rappresenta una piccola dimensione dell'effetto e si traduce in un cambiamento assoluto nel primo picco EKAM di circa $-0,03$ Nm/kg per il primo picco e $-0,02$ Nm/kg per il secondo. Confrontando i sottogruppi, il primo picco EKAM si è ridotto significativamente se il controllo era costituito da solette neutre, mentre se il controllo era soletta o soletta piatta i risultati non sono stati significativi. Per il secondo picco EKAM, confrontando i sottogruppi se il trattamento di controllo era una condizione di sole scarpe, il LWAS ha ridotto significativamente il secondo picco EKAM. Tuttavia, il LWAS non ha mostrato associazioni sul secondo picco EKAM rispetto alla condizione di soletta neutra</p> <p>Le LWAS hanno ridotto significativamente il secondo picco EKAM. La stima complessiva aggregata (overview pooled estimate) ha dimostrato una significativa riduzione dell'impulso angolare di adduzione del ginocchio (KAAI) utilizzando LWAS. La dimensione dell'effetto aggregato (pooled effect) si è tradotta in una variazione assoluta del</p>

		<p>KAAI di circa $-0,02 \text{ Nm/kg}^* \text{ s}$, confrontando i sottogruppi, il LWAS non ha mostrato associazioni con KAAI rispetto sia al confronto con sole scarpe sia con la soletta neutra.</p> <p>Questa meta-analisi ha suggerito un effetto favorevole delle solette LWAS per ridurre i parametri biomeccanici (picco EKAM e KAAI) correlati al carico del ginocchio in pazienti con OA del ginocchio mediale rispetto a un controllo; tuttavia, sono emersi risultati diversi nei sottogruppi utilizzando varie condizioni di controllo per il confronto. Questi risultati non supportano l'uso di solette LWAS per ridurre il carico sul ginocchio.</p>
6	Titolo	Lateral Wedge Insoles for Reducing Biomechanical Risk Factors for Medial Knee Osteoarthritis Progression: A Systematic Review and Meta-Analysis. (153)
	Autore, data pubblicazione	John B Arnold, Daniel X Wong, Richard K Jones, Catherine L Hill, Dominic Thewlis, Lug 2021
	Scopo	Stabilire gli effetti intra-soggetto delle solette a cuneo laterali sul carico sull'articolazione del ginocchio in persone con osteoartrosi (OA) del ginocchio mediale durante la deambulazione.
	Caratteristiche campione e misure outcome	18 studi hanno riportato l'effetto delle solette a cuneo laterale sul primo picco EKAM (momento di adduzione esterna del ginocchio), di cui 13 hanno utilizzato un confronto solo con le scarpe e 5 hanno utilizzato una soletta neutra (piatta) con un totale di 534 partecipanti. Tutti gli studi includevano la valutazione radiografica dell'osteoartrosi (OA) tibiofemorale. Tutti gli studi tranne 4 erano disegni a misure ripetute intra-soggetto, mentre i restanti erano studi randomizzati.
	Risultati e conclusioni	La stima complessiva dell'effetto combinato ha suggerito che l'effetto delle solette a cuneo hanno determinato una riduzione

		<p>statisticamente significativa zione nel primo picco EKAM (momento di adduzione esterna del ginocchio).</p> <p>I confronti dei sottogruppi hanno prodotto risultati simili, con effetti combinati simili nei confronti sia delle sole scarpe che delle solette neutre (piatte). Otto studi hanno riportato l'effetto delle solette con zeppa laterale sul secondo picco EKAM: 7 studi con un confronto tra sole scarpe, 1 studio con un confronto con solette per scarpe neutre (piatte) e 1 studio ha riportato entrambi i confronti tra bambini. Nei dati di sintesi sono stati inclusi un totale di 12 confronti. Nel complesso, le solette con zeppa laterale hanno comportato una riduzione statisticamente significativa del secondo picco EKAM.</p> <p>Sono state riscontrate anche differenze in base all'analisi dei sottogruppi, con confronti relativi a condizioni di sole scarpe che hanno portato a un effetto cumulativo maggiore rispetto ai confronti di solette neutre (piatte). Sono stati condotti nove studi per un totale di 11 confronti riportati per l'effetto delle solette con zeppa laterale su KAAI, e tutti tranne uno hanno confrontato le solette con una scarpa in buone condizioni. La stima aggregata (pooled estimate) complessiva ha indicato una riduzione statisticamente significativa dell'impulso angolare di adduzione del ginocchio (KAAI) con le successive solette con zeppa.</p> <p>In conclusione, le solette a cuneo laterali causano piccole riduzioni di EKAM e KAAI durante la deambulazione in persone con OA mediale del ginocchio. Le prove attuali dimostrano che le solette a cuneo laterali sembrano inefficaci nell'attenuare i cambiamenti strutturali nelle persone con OA mediale del ginocchio nel complesso e potrebbero essere più adatte all'uso mirato in fenotipi biomeccanici associati a maggiori riduzioni del carico sul ginocchio.</p>
--	--	---

7	Titolo	The effect of foot orthoses for patients with patellofemoral pain syndrome: A systematic review and meta-analysis. (154)
	Autore, data pubblicazione	Ziyan Chen, Jinlong Wu, Wang Xiaodong, Zhanbing Ren, Giu 2022
	Scopo	studi quantitativamente 5 aspetti diversi riguardanti i benefici delle ortesi plantari per i pazienti affetti da sindrome del dolore femoro-rotuleo (PFPS): intensità del dolore, funzionalità del ginocchio, funzionalità sportiva e ricreativa, sintomi del ginocchio e qualità della vita correlata al ginocchio.
	Caratteristiche campione e misure outcome	<p>Sono state effettuate ricerche in cinque database elettronici. Lo studio ha incluso solo uno studio clinico randomizzato controllato (RCT). Alcuni studi assegnano i pazienti in base al numero di ospedale o alla data di nascita, il che non soddisfa i criteri RCT. Sono stati esclusi gli studi che non coinvolgevano alcun gruppo di controllo. Sono stati esclusi studi trasversali, progetti pre e post-controllo con un solo gruppo e studi qualitativi. Sono stati inclusi un totale di sei articoli peer-review in inglese.</p> <p>Ai pazienti inclusi nello studio è stato diagnosticato dolore femoro-rotuleo, dolore anteriore al ginocchio e osteoartrite femoro-rotulea. I tipi di intervento includono (1) solo ortesi per i piedi (2) trattamenti completi (ortesi per i piedi combinate con terapia manuale, esercizio e fisioterapia). L'intensità del dolore è stata misurata utilizzando una scala analogica visiva (VAS), una scala del dolore anteriore al ginocchio (AKPS) e sottoscale del dolore nel Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS). La funzionalità del ginocchio è stata misurata utilizzando il punteggio femoro-rotuleo di Kujala (KPS), il questionario dell'indice funzionale</p>

		(FIQ) e le sottoscale delle attività della vita quotidiana nel KOOS. La funzionalità sportiva e ricreativa, i sintomi di infortunio al ginocchio e la qualità della vita correlata al ginocchio sono stati misurati rispettivamente dalle sottoscale della funzionalità sportiva e ricreativa, dei sintomi e della qualità della vita nel KOOS. Per evitare bias di selezione, oltre alle scale di cui sopra, nel caso di studi che utilizzano altre scale per misurare lo stesso esito, saranno incluse nell'analisi.
	Risultati e conclusioni	I risultati dello studio hanno mostrato che la funzionalità del ginocchio e la funzionalità sportiva e ricreativa dei pazienti con PFPS sono migliorate significativamente dopo l'uso di ortesi per i piedi. Tuttavia, in termini di intensità del dolore, sintomi di infortunio al ginocchio e qualità della vita correlata al ginocchio, le ortesi per i piedi non hanno mostrato un effetto terapeutico migliore rispetto al gruppo di controllo. L'analisi di sottogruppi di diversi metodi di intervento sul dolore ha mostrato che le ortesi per i piedi hanno avuto un certo effetto rispetto agli inserti piatti/morbidi. Altri trattamenti (fisioterapia e rieducazione dell'andatura) sono significativamente migliori delle ortesi per i piedi; Rispetto al solo esercizio, le ortesi plantari combinate con la terapia fisica hanno un effetto significativo. Questo studio ha supportato l'impatto positivo delle ortesi per i piedi sul trattamento della PFPS.
8	Titolo	The effects of shoe-worn insoles on gait biomechanics in people with knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. (155)
	Autore, data pubblicazione	Kathryn E Shaw, Jesse M Charlton, Christina K L Perry, Courtney M de Vries, Matthew J Redekopp, Jordan A White, Michael A Hunt, Feb 2018

	Scopo	Riassumere gli effetti noti di diverse solette indossate dalle scarpe su tutte le variabili biomeccaniche durante la camminata a livello in questa popolazione di pazienti.
	Caratteristiche campione e misure outcome	Sono state effettuate ricerche su 4 database elettronici. L'intervento più comunemente esaminato in questa revisione è stato un plantare a cuneo laterale (23 studi), seguito da un plantare a cuneo laterale con supporto dell'arco plantare (cinque studi), supporto dell'arco plantare mediale (uno studio) e un plantare ammortizzante (uno studio).
	Risultati e conclusioni	I dati aggregati (pooled data) indicano che le LWI producono piccole-medie riduzioni negli angoli di adduzione del ginocchio (EKAM) e dei momenti esterni e moderati aumenti dell'eversione della caviglia. L'aggiunta di un arco plantare a una zeppa laterale riduce al minimo la variazione dell'eversione della caviglia e la riduzione del momento di adduzione.
Instabilità cronica di caviglia		
9	Titolo	Proximal Adaptations in Chronic Ankle Instability: Systematic Review and Meta-analysis. (156)
	Autore, data pubblicazione	Alexandra F Dejong, Rachel M Koldenhoven, Jay Hertel, Lug 2020
	Scopo	Sintetizzare le misure dei risultati neuromuscolari e biomeccanici di tronco, anca, coscia e ginocchio durante le valutazioni funzionali quando si confrontano l'instabilità cronica di caviglia (CAI) con gruppi sani.
	Caratteristiche campione e misure outcome	Dei 55 studi inclusi in questa revisione, otto hanno riportato risultati sul tronco (di cui non è stato possibile effettuare una metanalisi), 43 hanno riportato risultati sull'anca e 37 hanno riportato risultati su coscia/ginocchio.
	Risultati e conclusioni	Le meta-analisi riflettevano deficit di forza significativi per abduzione, estensione e rotazione esterna dell'anca con

		<p>dimensioni dell'effetto moderatamente forti e limiti inferiori di dimensione dell'effetto da piccoli a grandi nei gruppi con instabilità cronica di caviglia (CAI) rispetto ai gruppi sani.</p> <p>I risultati limitati per compiti di salto suggeriscono che tali attività con crescenti richieste simili a quelle sportive possono evidenziare adattamenti dell'anca nel CAI poiché vi erano dimensioni dell'effetto da piccole a grandi per queste misure di esito durante i compiti dinamici. Tuttavia, non sono state segnalate differenze coerenti tra i gruppi a livello dell'anca durante le attività di atterraggio, il che è probabilmente dovuto alla varietà delle metodologie segnalate. A causa dei metodi e dei risultati vari delle valutazioni dell'andatura, non è possibile raggiungere un consenso sull'attività muscolare dell'anca durante la camminata.</p> <p>La cinematica del ginocchio non differiva dai gruppi sani durante il test di equilibrio dinamico SEBT (Star Excursion Balance Test). Sembra che i pazienti CAI compensino a livello del ginocchio con angoli di flessione ridotti durante i compiti di atterraggio con caduta e questi risultati erano associati a dimensioni dell'effetto da piccole a grandi. I restanti risultati sono isolati a studi individuali e quindi inconcludenti.</p> <p>C'erano prove limitate che suggerissero alterazioni a livello di coscia e ginocchio durante l'andatura, sebbene riscontri isolati fossero associati a dimensioni dell'effetto da moderate a grandi per cinematica e sEMG (elettromiografia di superficie). Sorprendentemente, non c'erano prove di deficit di forza statica all'articolazione del ginocchio nei pazienti con CAI. Non ci sono prove sufficienti per suggerire deficit costanti durante questi esercizi funzionali per il ginocchio.</p>
10	Titolo	Is chronic ankle instability associated with impaired muscle strength? Ankle, knee and hip muscle strength in

		individuals with chronic ankle instability: a systematic review with meta-analysis. (157)
	Autore, data pubblicazione	Nafiseh Khalaj, Bill Vicenzino, Luke James Heales, Michelle D Smith, Lug 2020
	Scopo	Determinare se sussistano deficit nella forza muscolare degli arti inferiori nei soggetti con instabilità cronica della caviglia (CAI) rispetto ai soggetti di controllo non infortunati.
	Caratteristiche campione e misure outcome	Sono stati indagati 5 database. sono stati inclusi 20 studi di cui 16 di questi erano idonei per la meta-analisi. Diciotto studi hanno studiato la forza dei muscoli della caviglia. Quattro studi hanno esaminato la forza muscolare di ginocchio (n=3) e anca (n=3). I criteri di inclusione erano studi trasversali e caso-controllo che hanno indagato i deficit di forza muscolare degli arti inferiori (cioè, anca, ginocchio e caviglia) in individui con CAI, rispetto ai controlli non feriti o a sé stessi prima della distorsione laterale della caviglia.
	Risultati e conclusioni	I risultati delle nostre meta-analisi indicano debolezza dei muscoli evertore di caviglia (forza concentrica ed eccentrica), invertore di caviglia (forza eccentrica) ed estensore del ginocchio (forza concentrica), ma nessuna debolezza dei muscoli dorsiflessori della caviglia, nei soggetti con CAI rispetto ai controlli. Sebbene non fosse possibile effettuare l'aggregazione, i dati di tre studi separati hanno indicato che la forza dei flessori, degli abduttori e dei rotatori esterni dell'anca, ma non quella degli adduttori e degli estensori dell'anca, era inferiore negli individui con CAI rispetto ai partecipanti al gruppo di controllo.
Infortuni agli arti inferiori*		
11	Titolo	Association between foot type and lower extremity injuries: systematic literature review with meta-analysis. (158)

	Autore, data pubblicazione	Jasper W K Tong, Pui W Kong, Ott 2013
	Scopo	Indagare l'associazione tra tipi di piede non neutri (piede piatto e piede cavo) e lesioni agli arti inferiori e alla parte bassa della schiena, e identificare i metodi più appropriati da utilizzare per la classificazione del piede.
	Caratteristiche campione e misure outcome	<p>È stata effettuata una ricerca su 5 database e ventinove studi sono stati inclusi per la meta-analisi. soddisfacevano i seguenti criteri: pubblicazione in inglese; disegno dello studio trasversale, caso-controllo (retrospettivo) o di coorte prospettico; soggetti sottoposti a screening o valutati in base al carico o alla struttura/tipologia del piede auto-riferita all'inizio dello studio; gruppi comparativi identificati all'inizio dello studio; lesioni agli arti inferiori o alla parte bassa della schiena segnalate per il periodo di studio; e analisi qualitative o quantitative che riportano l'associazione tra struttura/tipologia del piede e lesioni agli arti inferiori o alla parte bassa della schiena. Sono stati inclusi 34 studi sintetizzati qualitativamente, di cui 29 sono stati inclusi nella sintesi qualitativa (meta-analisi).</p> <p>I metodi di classificazione o valutazione del tipo di piede includevano osservazione visiva, esame fisico, grado di Denis, indice dell'arco, indice dell'altezza dell'arco, indice della postura del piede, altezza navicolare, indice dell'altezza navicolare, indice di Staheli, indice di escursione del centro di pressione, indice di valgo, caduta dell'arco, test di caduta navicolare, posizione di appoggio calcaneare rilassata, angolo del retropiede, angolo dell'arco longitudinale, angolo del primo metatarso talare laterale, angolo talo-calcaneare laterale, angolo di inclinazione calcaneare laterale, e auto-segnalazione.</p>

	<p>Risultati e conclusioni</p>	<p>Le stime ponderate aggregate (pooled estimates) per i risultati degli studi che hanno classificato il tipo di piede in base a categorie distinte hanno indicato un'associazione significativa tra il tipo di piede non neutro (HA piede cavo e FF piede piatto) e le lesioni degli arti inferiori in tutti i metodi di classificazione del tipo di piede.</p> <p>I nostri risultati primari indicano che un tipo di piede HA o FF, se confrontato con un tipo di piede neutro (NF), è associato a lesioni agli arti inferiori. Esiste una significativa associazione tra i tipi di piede HA e FF e le lesioni degli arti inferiori, ma la forza di questa relazione è bassa, la differenza è rimasta significativa per entrambi i tipi di piede FF e HA quando i dati per ciascun tipo di piede sono stati analizzati separatamente. Analogamente, negli studi che hanno riportato la valutazione del piede come misure continue, entrambi i tipi di piede HA e FF hanno mostrato dimensioni di effetto significative nei soggetti che presentavano lesioni agli arti inferiori.</p> <p>Se il tipo di piede è stato classificato in modo categorico, sia l'indice di postura del piede che i metodi di esame visivo/fisico hanno mostrato le associazioni più forti, ma questi metodi sono tecniche semi-quantitative e qualitative. Per la valutazione del piede utilizzando una scala continua, le misurazioni radiografiche dell'angolo di inclinazione calcaneare laterale e dell'angolo talo-calcaneare laterale, seguite dalle misurazioni dell'altezza navicolare, sono state efficaci nell'identificare il tipo di piede cavo (HA), e la posizione di appoggio calcaneare rilassata e il test di caduta navicolare sono stati efficaci nell'identificare il tipo piede piatto (FF).</p> <p>Il tipo di piede non neutro nei soggetti di età pari o superiore a 18 anni presentava costantemente un'associazione con</p>
--	--------------------------------	---

		lesioni agli arti inferiori, indipendentemente dal fatto che fossero utilizzate misure categoriali o continue. D'altro canto, solo la tendenza del piede cavo (HA) ha mostrato un effetto significativo nel gruppo con lesioni agli arti inferiori per i soggetti di età inferiore a 18 anni. Potrebbe essere che i piedi dei bambini siano ancora in via di sviluppo, appaiono piatti e più adattabili per mitigare eventuali fattori esterni imminenti che potrebbero causare lesioni.
12	Titolo	Foot posture as a risk factor for lower limb overuse injury: a systematic review and meta-analysis. (159)
	Autore, data pubblicazione	Bradley S Neal, Ian B Griffiths, Geoffrey J Dowling, George S Murley, Shannon E Munteanu, Melinda M Franettovich Smith, Natalie J Collins, Christian J Barton, Dec 2014
	Scopo	Valutare se la postura del piede (misurata staticamente) come potenziale fattore di rischio per lesioni da sovraccarico degli arti inferiori.
	Caratteristiche campione e misure outcome	<p>È stata condotta una ricerca sistematica su 4 database, ricercando studi di coorte prospettici. Sono stati inclusi ventuno studi per un totale di 6.228 partecipanti.</p> <p>La popolazione dei partecipanti variava, con dieci studi che indagavano corridori di livello ricreativo, sette studi che indagavano personale militare, due studi che indagavano corridori di cross-country, e singoli studi che indagavano giocatori di futsal e triatleti. I tipi e l'incidenza di lesioni da sovraccarico degli arti inferiori erano: sindrome da stress tibiale mediale (MTSS) dall'11,5% al 44,1%; dolore femoro-rotuleo dal 3,0% al 15,7%; lesioni al piede e alla caviglia dal 16,9% al 32,0%; reazione allo stress osseo dall'11,5% e un gruppo combinato di lesioni da sovraccarico non specifiche degli arti inferiori dal 13,9% al 37,5%.</p>

		Otto studi hanno indagato il calo navicolare, cinque studi hanno indagato l'indice di postura del piede, quattro studi hanno indagato la posizione calcaneare a riposo, tre studi hanno indagato l'angolo dell'arco longitudinale e uno studio ha indagato la goniometria dell'articolazione sottoastragalica.
	Risultati e conclusioni	<p>C'erano forti prove (risultati aggregati (pooled results) derivati da tre o più studi, inclusi almeno due studi di alta qualità statisticamente omogenei) che una postura del piede pronato fosse un fattore di rischio per lo sviluppo della sindrome da stress tibiale mediale (MTSS) e prove molto limitate che una postura del piede pronato fosse un fattore di rischio per lo sviluppo del dolore femoro-rotuleo, sebbene le dimensioni dell'effetto associato fossero piccole. Non è stata identificata alcuna relazione tra una postura del piede pronato e lesione al piede/alla caviglia, reazioni allo stress osseo, lesione da sovraccarico non specifica degli arti inferiori.</p> <p>Delle misure utilizzate nella ricerca prospettica attualmente disponibile, sembra che il calo navicolare e l'FPI (indice di postura del piede) possano predire gli infortuni da uso eccessivo degli arti inferiori; tuttavia, le misure dinamiche della funzionalità del piede possono mostrare relazioni più forti con il rischio di infortunio. Le misure statiche della postura del piede dovrebbero essere utilizzate come parte di una valutazione del rischio di infortunio multifattoriale e non considerate isolatamente.</p>
Runner*		
13	Titolo	Kinematic risk factors for lower limb tendinopathy in distance runners: A systematic review and meta-analysis (160)
	Autore, data pubblicazione	Seyed Hamed Mousavi, Juha M Hijmans, Reza Rajabi, Ron Diercks, Johannes Zwerver, Henk van der Worp, Mar 2019

	Scopo	esaminare sistematicamente le prove sui fattori di rischio cinematici per la tendinopatia agli arti inferiori (LLT) nei corridori.
	Caratteristiche campione e misure outcome	Sono state condotte ricerche su 3 database per identificare studi osservazionali che riportavano fattori di rischio cinematici nei runner con LLT rispetto ai controlli sani. Sono stati inclusi ventotto studi: tendinopatia di Achille (AT) (9), sindrome della bandelletta ileotibiale (ITBS) (17), fasciopatía plantare (PF) (2), tendinopatia rotulea (PT) (1), disfunzione del tendine tibiale posteriore (PTTD) (1). Diciotto studi sono stati classificati di alta qualità e dieci di media qualità.
	Risultati e conclusioni	<p>Le meta-analisi hanno rivelato una forte evidenza di una maggiore rotazione interna del ginocchio, un'evidenza moderata di una minore eversione del retropiede e flessione del ginocchio all'impatto del tallone e una maggiore adduzione dell'anca nei runner con ITBS (bandelletta ileotibiale). Prove molto limitate hanno rivelato una maggiore eversione della caviglia nei runner con PF (fasciopatía plantare) e PTTD (disfunzione tendine tibiale posteriore) o una maggiore adduzione dell'anca nei PT (tendinopatia rotulea).</p> <p>L'eversione massima del retropiede è stato l'unico fattore riportato in tutti gli LLT inclusi; è un fattore significativo in ITBS (sindrome della bandelletta ileotibiale), PT (tendinopatia rotulea) e PTTD (disfunzione del tendine tibiale posteriore) ma non in AT (tendinopatia achillea) e PF (fasciopatía plantare).</p>

7.2.2 Revisioni Sistematiche

Ginocchio		
1	Titolo	Abnormal foot pressure in older adults with knee osteoarthritis: a systematic review. (161)
	Autore, data pubblicazione	P. Panyarachun, C. Anghong, P. Jindasakchai, P. Rajbhandari, N. Rungrattanawilai, Set 2022
	Scopo	Fornire informazioni più approfondite sulla fisiopatologia dei modelli di pressione plantare e sui relativi parametri negli anziani con osteoartrosi di ginocchio (KOA).
	Caratteristiche campione e misure outcome	Sono stati ricercati su Pubmed studi trasversali, randomizzati e studi di controllo o studi di coorte; Nove articoli full-text erano ammissibili per la revisione, inclusi 495 partecipanti (256 pazienti con KOA e 239 individui sani). Gli esiti primari erano la pressione plantare e il centro di pressione (COP) in ciascuna area. Sono stati valutati anche altri esiti, come l'angolo di flessione del ginocchio, il momento abduttore del ginocchio e i punteggi clinici.
	Risultati e conclusioni	I pazienti con KOA avevano una maggiore tendenza alla pressione plantare pronunciata sull'avampiede mediale, sul mesopiede o sull'area centrale del piede. Tuttavia, ci sono state alcune variazioni nei risultati tra le diverse fasi KOA; pazienti con KOA da lieve a moderato. hanno mostrato una pressione significativamente inferiore sul tallone e sull'alluce. Questo modello è stato riscontrato anche in pazienti con grave KOA, ma in aggiunta in quest'ultimi sono state colpite anche altre aree del piede. Ad esempio, i pazienti con KOA grave avevano valori inferiori pressione plantare nella zona laterale della punta.

		<p>Una durata COP più breve è stata una delle principali caratteristiche dei pazienti con KOA e gli spostamenti sia anteriori che posteriori erano più brevi.</p> <p>Inoltre, i pazienti con KOA da moderata a grave hanno movimenti del COP più lenti. Questi cambiamenti sono stati associati a ridotte capacità funzionali e a una minore QOL (questionario sulla qualità della vita). Inoltre, nei pazienti con KOA è stato riscontrato uno spostamento laterale del COP e tale lateralizzazione del centro di pressione è correlata a dolore.</p>
2	Titolo	The effectiveness of foot orthoses in the treatment of medial knee osteoarthritis: A systematic review. _(162)
	Autore, data pubblicazione	Zafar AQ, Zamani R, Akrami M, Feb 2020
	Scopo	<p>Comprendere meglio quali caratteristiche delle solette a cuneo laterale (LWI) e calzature le rendono efficaci nel trattamento dell'OA del ginocchio.</p> <p>Comprendere se le ortesi sono efficaci perché correggono la posizione del ginocchio o forniscono l'assorbimento degli urti.</p>
	Caratteristiche campione e misure outcome	<p>La ricerca è stata eseguita su tre database di ricerca. Dopo l'applicazione dei criteri di inclusione ed esclusione sono stati inclusi 34 articoli. Quattordici articoli erano studi clinici randomizzati, 18 avevano un disegno di studio pre-post intervento, 1 era uno studio osservazionale trasversale e c'era anche un singolo studio caso-controllo prospettico.</p> <p>Per quanto riguarda le misure di outcome, abbiamo considerato momento di adduzione del ginocchio (KAM), punteggio WOMAC, effetto sul dolore su una scala analogica visiva (VAS) ed effetto sulla funzione come nostri principali</p>

		<p>risultati impulso angolare di adduzione del ginocchio (KAII), qualità della vita (QoL), uso di farmaci antidolorifici.</p> <p>Infine, i periodi di follow-up variavano dal test immediato al follow-up di 2 anni, con una durata media dello studio di 12 settimane.</p>
	Risultati e conclusioni	<p>Esaminando l'efficacia delle LWI, per quanto riguarda il dolore sembra che il consenso sia diviso sul fatto che le LWI abbiano o meno un effetto positivo, le caratteristiche che hanno mostrato l'effetto più benefico sui risultati biomeccanici, funzionali o del dolore sono state la personalizzazione, la lunghezza completa, l'elevazione di 5°, l'assorbimento degli urti e il supporto dell'arco plantare. Per le calzature, le soles che imitano i piedi nudi hanno prodotto la biomeccanica più favorevole. I risultati hanno anche mostrato che le solette funzionano nella correzione della posizione del ginocchio, ma possono o meno influenzare il dolore e la funzionalità dei pazienti.</p>
3	Titolo	<p>Management of patellofemoral joint osteoarthritis using biomechanical device therapy: a systematic review with meta-analysis. (163) #</p>
	Autore, data pubblicazione	<p>Michael J Callaghan, Elizabeth Palmer, Terence O'Neill, Giu 2021</p>
	Scopo	<p>Sono stati identificati undici studi che includevano la valutazione di bendaggio rotuleo, ortesi plantari, tutori per il ginocchio o trattamenti fisioterapici combinati per il trattamento del dolore femoro rotuleo. Tra di essi, due studi di buona qualità dello stesso gruppo di ricerca hanno esaminato gli effetti degli ortesi plantari sull'artrosi dell'articolazione femoro-rotulea dolorosa.</p>

	Caratteristiche degli studi e misure outcome	<p>Un RCT ha confrontato un'ortesi plantare disponibile in commercio con un finto inserto piatto. L'ortesi di intervento attivo inserita all'interno delle scarpe aveva un cuneo varo di 6° con un supporto dell'arco plantare mediale.</p> <p>Mentre il secondo studio, sempre un RCT, ha indagato l'effetto immediato sul dolore al ginocchio tramite la VAS.</p>
	Risultati e conclusioni	<p>Lo studio randomizzato di un'ortesi per il piede ha mostrato un miglioramento non significativo del dolore dopo 6 settimane. Sebbene non statisticamente significativi, i punteggi VAS tra i gruppi hanno superato la minima differenza clinicamente importante per il dolore muscoloscheletrico cronico. Il punteggio di esito per infortunio al ginocchio e osteoartrite - attività della vita quotidiana (KOOS-ADL) è migliorato significativamente nel gruppo ortesi plantare rispetto al gruppo fittizio.</p> <p>Nel secondo studio non sono state riscontrate differenze statisticamente o clinicamente significative tra l'ortesi plantare e l'inserto fittizio durante la camminata a livello, durante la salita delle scale o durante la discesa delle scale.</p>
Instabilità cronica di caviglia		
4	Titolo	The relationship of hip muscle performance to leg, ankle and foot injuries: a systematic review. (164)
	Autore, data pubblicazione	Steinberg N, Dar G, Dunlop M, Gaida JE, Feb 2017
	Scopo	esaminare sistematicamente se la prestazione muscolare dell'anca è associata a lesioni alla gamba, alla caviglia e al piede.
	Caratteristiche campione e misure outcome	È stata effettuata una ricerca strutturata e completa di sei database di letteratura medica. Gli studi idonei hanno misurato la prestazione muscolare dell'anca in individui con lesioni muscoloscheletriche al di sotto della tuberosità tibiale,

		<p>utilizzando la dinamometria o l'elettromiografia (EMG). Tutti gli studi hanno confrontato un gruppo infortunato con un gruppo di controllo o hanno confrontato l'arto infortunato e non infortunato nello stesso individuo. Venti studi caso-controllo e quattro studi prospettici (n = 24) hanno soddisfatto i criteri di inclusione. Le classificazioni delle lesioni includevano instabilità cronica della caviglia (n = 18), tendinopatia di Achille (n = 2), sindrome da stress tibiale mediale e frattura da stress tibiale (n = 1), disfunzione del tendine tibiale posteriore (n = 1) e dolore tibiale mediale da sforzo (n = 2).</p>
	Risultati e conclusioni	<p>Undici degli studi hanno rivelato differenze nelle prestazioni muscolari dell'anca che indicano una minore forza, un'attivazione ritardata e una durata ridotta dell'attivazione nei gruppi infortunati. Due studi hanno trovato prove di differenze tra i gruppi solo in alcune delle loro misurazioni. Tre dei quattro studi prospettici hanno rivelato che le prestazioni muscolari dell'anca non erano un fattore di rischio per lesioni a gambe, caviglie e piedi.</p> <p>Tuttavia, le prove fornite da questo studio che le variabili di prestazione muscolare dell'anca siano correlate a lesioni a gambe, caviglie e piedi sono limitate. Prove emergenti indicano che questo potrebbe essere un risultato della lesione piuttosto che un fattore che contribuisce alla lesione.</p>
Runner*		
5	Titolo	Risk Factors and Protective Factors for Lower-Extremity Running Injuries A Systematic Review. (165)
	Autore, data pubblicazione	Gijon-Nogueron G, Fernandez-Villarejo M, Nov 2015
	Scopo	Identificare studi che descrivono gli infortuni più comuni nella corsa e la loro relazione con i fattori di rischio che li

		producono e individuare potenziali e specifici fattori protettivi.
	Caratteristiche campione e misure outcome	Sono stati interrogati quattro motori di ricerca e database. Sono stati identificati e analizzati 25 articoli. Sono stati condotti 11 studi randomizzati controllati, cinque revisioni sistematiche, tre studi di laboratorio controllati, due studi analitici osservazionali, due studi retrospettivi, uno studio caso-controllo e uno studio descrittivo.
	Risultati e conclusioni	Gli infortuni derivano da un'interazione inadeguata tra la biomeccanica del runner e fattori esterni. Ciò porta a un accumulo eccessivo di forze di picco di impatto in determinate strutture che tendono a causare infortuni da sovrallenamento. Le ragioni principali sono una stabilizzazione muscolare inadeguata e la pronazione. I corridori con grave iperpronazione hanno una maggiore forza torsionale che provoca instabilità associata che può portare a lesioni. Questi variano a seconda del modello di appoggio del piede del corridore, della morfologia dell'arco plantare e del sesso.
6	Titolo	Risk Factors for Injuries in Runners: A Systematic Review of Foot Strike Technique and Its Classification at Impact. (166)
	Autore, data pubblicazione	Burke A, Dillon S, O'Connor S, Whyte EF, Gore S, Moran KA, Set 2021
	Scopo	Esplorare la correlazione tra la tecnica di appoggio del piede (FST) al contatto iniziale e gli infortuni correlati alla corsa (RRI).
	Caratteristiche campione e misure outcome	Sono stati ricercati studi provenienti da 4 database. Sono stati selezionati 13 studi, di questi. Tre dei 13 studi inclusi erano studi di coorte prospettici, e 10 erano studi di coorte retrospettivi. L'analisi delle caratteristiche dei partecipanti ha

		rivelato un totale di 2564 partecipanti. 6 studi hanno riportato FST in modo categorico (modello di appoggio del piede [FSP]) e 7 hanno riportato misure continue (angolo di contatto del piede, angolo di flessione della caviglia e indice di appoggio).
	Risultati e conclusioni	<p>Tre dei 6 studi che esaminavano l'FSP categoriale hanno scoperto che chi appoggia sul retropiede ha un tasso di infortuni retrospettivo significativamente maggiore rispetto a chi non appoggia sul retropiede, con un altro studio che ha notato un rischio maggiore associato all'appoggio del mesopiede e dell'avampiede. Per quanto riguarda le misure continue di FST, solo 1 dei 7 studi ha riportato una relazione significativa con RRI.</p> <p>In conclusione, la relazione tra FST e RRI è suggerita da scarse prove. Meno del 40% (5/13) degli studi ha trovato una relazione significativa tra FST e RRI. Nonostante due terzi degli studi categoriali hanno trovato correlazione tra queste due variabili sono presenti limitazioni quali il disegno dello studio retrospettivo, il basso numero di partecipanti e metodi di valutazione FSP scadenti.</p>
7	Titolo	Plantar pressure measurements and running-related injury: A systematic review of methods and possible associations. (167)
	Autore, data pubblicazione	Mann R, Malisoux L, Urhausen A, Meijer K, Theisen D, Giu 2016
	Scopo	identificare metodologie e caratteristiche pertinenti misurate utilizzando dispositivi di pressione plantare e a riassumere le loro associazioni con gli infortuni correlati alla corsa (RRI).
	Caratteristiche campione e misure outcome	Sono stati inclusi otto studi biomeccanici retrospettivi e prospettici sulla corsa utilizzando qualsiasi tipo di dispositivo sensibile alla pressione con RRI come risultato. Sono stati

		<p>presi in considerazione tutti gli studi che coinvolgevano runner regolari o amatoriali. Sono stati inclusi uno studio di bassa qualità, due di qualità moderata e cinque di alta qualità. Sono stati identificati cinque diversi metodi di suddivisione dell'area plantare, che vanno da sei a otto suddivisioni., nonché cinque istanti e quattro fasi di misurazione durante il contatto piede-terreno. Nel complesso, molti parametri sono stati raccolti e suddivisi in pressione e forza plantare, pressione e posizione della forza plantare, area di contatto, tempistica e parametri del passo.</p>
	Risultati e conclusioni	<p>Sono state indentificate differenze tra il gruppo infortunato e quello di controllo per lo spostamento mediolaterale e anteroposteriore della forza, l'area di contatto, la velocità dello spostamento della forza, l'integrale relativo forza-tempo, il rapporto di forza mediolaterale, il tempo alla forza di picco e i modelli correlativi tra i passi. Tuttavia, non sono stati riscontrati risultati coerenti tra gli studi e non è stato possibile identificare alcun modello chiaro che correli i dati sulla pressione plantare e gli infortuni durante la corsa. Sono stati segnalati risultati contrastanti per la forza di picco in tre studi.</p> <p>La mancanza di risultati significativi era in parte dovuta all'uso di una definizione globale di infortuni da corsa. Per poter associare direttamente le caratteristiche misurate a patologie specifiche, è importante che gli studi si concentrino su un particolare tipo di RRI, poiché infortuni diversi hanno meccanismi sottostanti diversi.</p>
Infortuni agli arti inferiori*		
8	Titolo	Dynamic foot function as a risk factor for lower limb overuse injury: a systematic review. (168)

	Autore, data pubblicazione	Dowling GJ, Murley GS, Munteanu SE, Smith MM, Neal BS, Griffiths IB, Barton CJ, Collins NJ, Dic 2014
	Scopo	indagare la funzione dinamica del piede come fattore di rischio per lesioni da uso eccessivo degli arti inferiori
	Caratteristiche campione e misure outcome	<p>È stata condotta una ricerca sistematica su 4 database. Sono stati inclusi dodici studi che hanno incorporato un totale di 3.773 partecipanti. Ad eccezione di uno studio di qualità moderata, tutti gli studi sono stati classificati come di bassa qualità.</p> <p>I tipi e l'incidenza di lesioni da sovraccarico degli arti inferiori segnalati erano: fratture da stress tibiale e femorale, dall'8,7 al 10,0%; sindrome della bandelletta ileotibiale, 9,4%; dolore femoro-rotuleo, dal 4,0 al 17,0%; sindrome da stress tibiale mediale, 7,9%; tendinopatia di Achille, dal 5,1 al 15,8%; e lesioni da sovraccarico non specifiche degli arti inferiori, dal 14,0 al 20,6%.</p>
	Risultati e conclusioni	<p>Vi erano prove limitate o molto limitate per le variabili di carico plantare dell'avampiede, del mesopiede e del retropiede e variabili cinematiche del retropiede come fattori di rischio per il dolore femoro-rotuleo; e variabili di carico plantare (avampiede, mesopiede, retropiede) come fattori di rischio per la tendinopatia di Achille. Mentre vi erano risultati significativi da studi individuali per le variabili di carico plantare e variabili cinematiche del retropiede come fattori di rischio per "lesioni da sovraccarico non specifiche degli arti inferiori", queste erano spesso in conflitto per quanto riguarda le diverse regioni anatomiche del piede. Si è scoperto che modelli di carico plantare più laterali sono fattori di rischio per il dolore femoro-rotuleo e la tendinopatia di Achille. I risultati di tre studi non hanno evidenziato alcuna prova che la funzionalità dinamica del piede sia un fattore di rischio per la sindrome della bandelletta ileotibiale o per le fratture da</p>

		<p>stress degli arti inferiori. Al momento, non è chiaro se questi fattori di rischio possano essere identificati clinicamente (senza attrezzature sofisticate) o modificati per prevenire o gestire le lesioni da sovraccarico. Comunque, i risultati ottenuti da questo studio sono sostenuti complessivamente da prove molto limitate, con dimensioni dell'effetto da piccole a moderate.</p>
--	--	--

*Precisazione su infortuni arti inferiori: seppur questo termine è molto generico è stata creata questa categoria poiché vari studi hanno usato questa denominazione. Per infortuni (o lesioni) agli arti inferiori, descritti nella loro categoria e in quella runner, sono state incluse patologie come: sindrome da stress tibiale mediale (159,168), fratture o reazioni da stress osseo (159,165,167,168), dolore femoro rotuleo (159,165-168), tendinopatia achillea (160,165-168), sindrome della bandelletta ileotibiale (ITBS) (160,167,168), fascite plantare (160,167), tendinopatia rotulea (160), disfunzione del tendine tibiale posteriore (PTTD) (160), periostite (165), sindrome compartimentale (165), stiramento ischio-crurali (165), lesioni ai tendini del ginocchio (166), lesioni da sovraccarico (159,167,168).

Anche se lo studio include una metanalisi, come si legge anche dal titolo, questo articolo è stato messo nella parte delle revisioni perché per la parte delle ortesi (che è stata quella presa in esame) non è stata fatta la metanalisi.

Sintesi dei risultati per argomento

7.2.3 Ginocchio

7.2.3.1 Artrosi

Le meta-analisi per l'angolo di progressione del piede (FPA) e l'angolo di eversione del picco del retropiede non hanno trovato differenze tra quelli con e senza artrosi del ginocchio (148). Risultati significativi hanno riscontrato che i pazienti con artrosi hanno una postura del piede più pronata, (148) una distribuzione delle pressioni plantari nel piede alterate e modelli del centro di pressione (COP) più brevi e lateralizzati, riflettendo la capacità funzionale, il dolore e il benessere dei pazienti con artrosi del ginocchio (KOA) (161).

Se si considera il trattamento conservativo con solette a cuneo laterali (LWI), avendo come outcome parametri biomeccanici (EKAM e KAAI) sono state riscontrate piccole-medie riduzioni (153,155), funzionano nella correzione della posizione del ginocchio (162) ma per quanto concerne il dolore e la funzionalità del ginocchio, non ci sono stati risultati significativi. (151,162,163) Invece, prendendo in considerazione le solette di supporto dell'arco plantare con zeppa laterale (LWAS), i risultati non supportano il loro uso per ridurre il carico sul ginocchio. (152)

7.2.3.2 Dolore femoro rotuleo (PFP)

Nonostante le molteplici misure della postura del piede riportate in questa revisione, un maggiore valgo dell'avampiede (angolo avampiede-retropiede misurato in posizione neutra dell'articolazione sottoastraglica) e il picco di eversione del retropiede rispetto al laboratorio sono stati gli unici predittori significativi identificati del successo dell'intervento di ortesi per i piedi (149,150). La forza complessiva delle prove era bassa.

La funzionalità del ginocchio e la funzionalità sportiva e ricreativa dei pazienti con dolore femoro rotuleo sono migliorate significativamente dopo l'uso di ortesi per i piedi. Tuttavia, in termini di intensità del dolore, sintomi di infortunio al ginocchio e qualità della vita correlata al ginocchio, le ortesi per i piedi non hanno mostrato un effetto terapeutico migliore rispetto al gruppo di controllo. (154)

7.2.4 Instabilità cronica della caviglia

I pazienti con instabilità cronica della caviglia hanno dimostrato avere, a livello dell'anca forza triplanare (abduzione, estensione, flessione e rotazione esterna dell'anca) diminuita (157) e angoli di flessione del ginocchio alterati durante le valutazioni di salto. (156)

Uno studio, confrontando alcune prove emergenti in letteratura, ha osservato come, nonostante sia stata individuata una correlazione tra la debolezza nelle prestazioni muscolari dell'anca e infortunio all'arto inferiore (di cui i soggetti con instabilità cronica di caviglia sono stati il 75% del totale) (164), questa associazione piuttosto che un fattore contribuente alla lesione questa è più probabile ne sia un risultato della stessa.

7.2.5 Runner

Nei runner con sindrome della bandelletta ileotibiale (ITBS) le meta-analisi, relativamente al piede, hanno rivelato un'evidenza moderata di una minore eversione del retropiede. L'eversione massima del retropiede si è dimostrata un fattore significativo nella tendinopatia rotulea (PT) e disfunzione del tendine tibiale posteriore (PPTD), oltre che nella ITBS prima menzionata (160). I runner con fasciopatia plantare (PF) e disfunzione del tendine tibiale posteriore hanno dimostrato avere una maggiore eversione di caviglia. Queste ultime osservazioni sono sostenute da prove molto limitate. (160)

In aggiunta, è stato osservato come corridori con grave iperpronazione hanno una maggiore forza torsionale che provoca instabilità associata, che può portare a lesioni. Questo fattore insieme a una stabilizzazione muscolare inadeguata porta a un accumulo eccessivo di forze di picco di impatto in determinate strutture che tendono a causare infortuni da sovrallenamento. (165)

Confrontando i runner infortunati, rispetto ad un gruppo di controllo di runner sani, sono state identificate differenze su svariati parametri riguardanti l'appoggio plantare. Tuttavia, non sono stati riscontrati risultati coerenti tra gli studi e quindi, non è stato possibile identificare alcun modello chiaro che correli i dati sulla pressione plantare e gli infortuni durante la corsa. (167)

Scarse prove hanno suggerito come i runner che appoggiano sul retropiede hanno un tasso di infortuni significativamente maggiore, rispetto a chi non appoggia sul retropiede (mesopiede o avampiede). (166)

7.2.6 Lesioni agli arti inferiori (AAII)

È stato osservato come un tipo di piede cavo (HA) o piatto (FF), se confrontato con un tipo di piede neutro (NF), è associato un numero maggiore di lesioni agli arti inferiori, benché la forza di questa associazione sia bassa. (158)

Un piede pronato ha dimostrato di essere un fattore di rischio per lo sviluppo della sindrome da stress tibiale mediale (MTSS) (prove forti) e di essere un fattore di rischio per lo sviluppo del dolore femoro-rotuleo (prove molto limitate). (159)

È stato riscontrato che, nonostante le misure statiche del piede (calo navicolare e indice di postura del piede) siano un fattore predittivo per gli infortuni da uso eccessivo degli arti inferiori, le misure dinamiche della funzionalità del piede possono mostrare relazioni più forti con il rischio di infortunio. (159,168)

8 DISCUSSIONE

8.1 Analisi grafica dei risultati

Il seguente grafico (grafico 1) mostra la percentuale del numero degli studi per ogni argomento rispetto al totale degli studi inclusi. Come si può osservare, per l'argomento ginocchio, che è quello per cui sono stati trovati più articoli, è stato riportato a lato un ulteriore grafico a torta, in alto a destra, che riporta la ripartizione delle sue sottocategorie rispetto al totale.

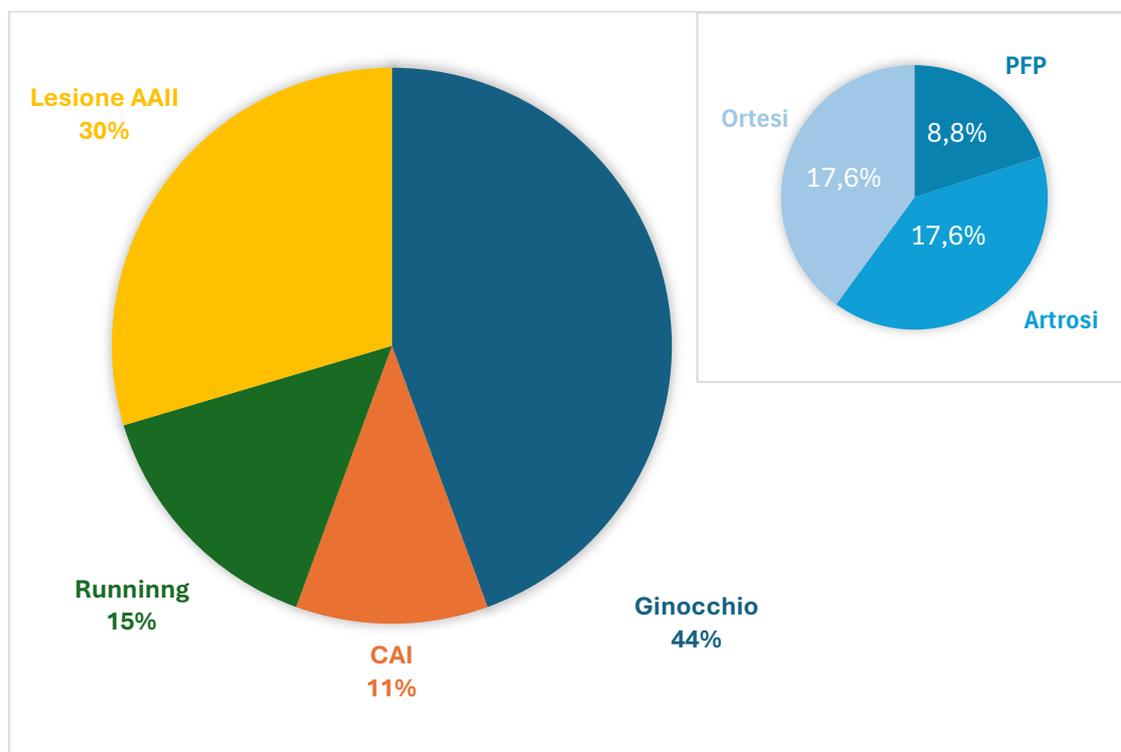


Grafico 1: per CAI si intende instabilità cronica di caviglia, per AAIL si intende arti inferiori

Se dovessimo fare una distinzione tra studi che danno importanza alla correlazione tra appoggio plantare e patologie muscoloscheletriche, e studi che invece non hanno ottenuto risultati significativi, i 21 studi verrebbero suddivisi in 13 studi che sostengono tale correlazione e 8 studi che non la sostengono.

Nel grafico 2 sono stati riportati i diversi indicatori a cui gli articoli fanno riferimento; ognuno è stato diviso in 2 colonne, una per gli articoli che sostengono la correlazione e una per quelli che

non la ritengono così significativa. Inoltre, ogni colonna comprende i risultati delle metanalisi e delle revisioni sistematiche.

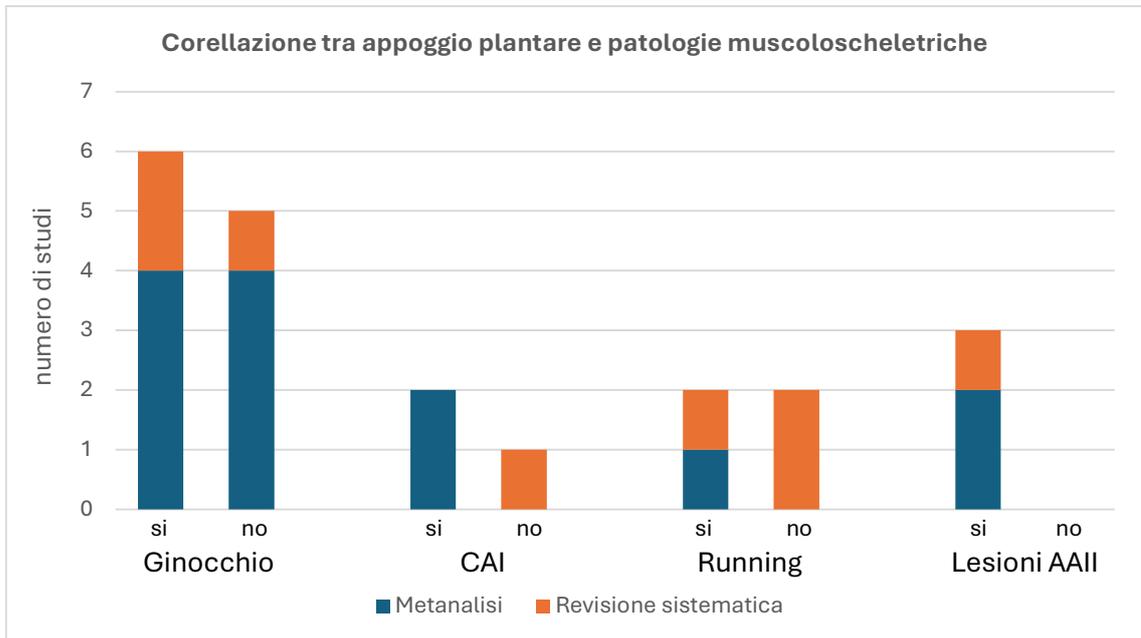


Grafico 2: per CAI si intende instabilità cronica di caviglia, per AAIL si intende arti inferiori

Il grafico 3 mostra gli argomenti presenti in ogni singolo studio. È stata aggiunta la voce “postura del piede”, che rappresenta la descrizione/valutazione statica o dinamica dell’orientamento del piede o della caviglia in termini di eversione/inversione, pronazione/supinazione, abduzione/adduzione. Questo termine è stato più comunemente usato per indicare l’altezza dell’arco longitudinale mediale.

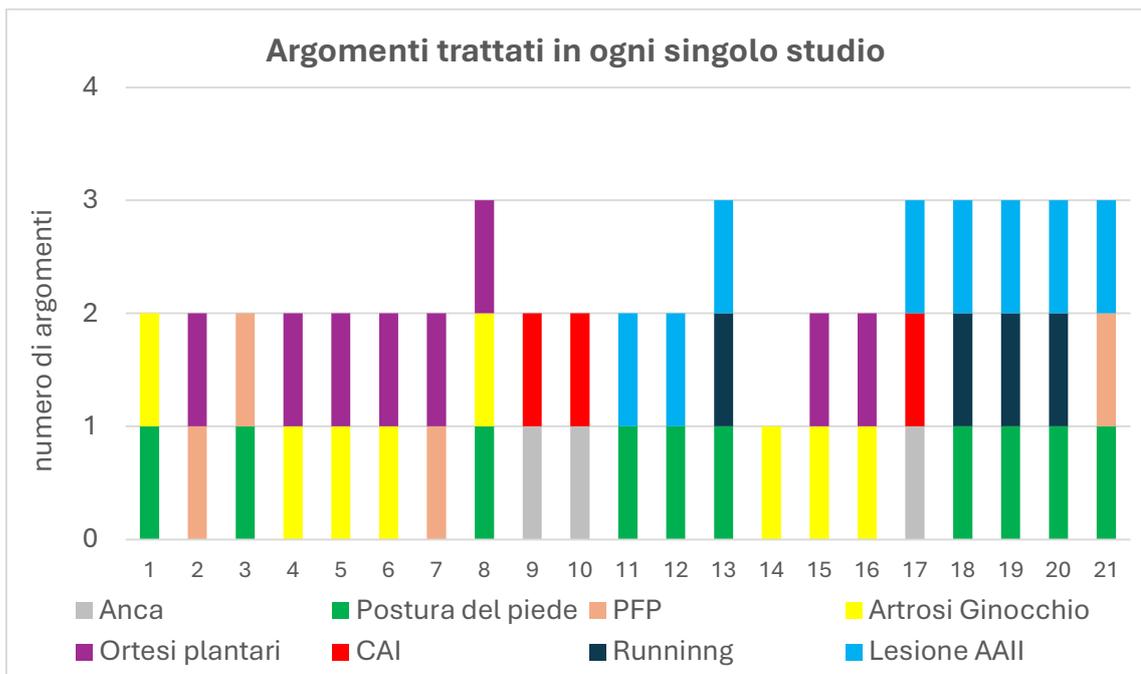


Grafico 3: per CAI si intende instabilità cronica di caviglia, per AAIL si intende arti inferiori

8.2 Limiti dello studio della tesi

- (1) Seppur è stato possibile rispondere al quesito della ricerca iniziale, la risposta è stata parziale perché gli articoli inclusi erano suddivisi per gruppi, e non tutti gli studi erano distribuiti equamente per argomenti, ad esempio ci sono stati molti più studi sul ginocchio (12 studi) rispetto a quelli sull'anca (3 studi); quindi, per alcune categorie sono stati individuati svariati studi mentre per altre (come per alcune patologie/infortuni all'arto inferiore) la letteratura disponibile è stata esigua o inesistente.
- (2) Questo studio ha preso in considerazione solo metanalisi e revisioni sistematiche. Per poter capire completamente cosa sostiene "tutta" la letteratura sul quesito che ci siamo posti all'inizio, bisognerebbe esaminare anche gli studi primari per dare una risposta più esaustiva.
- (3) È stato esaminato soltanto un database di ricerca, prendendo in esame altri database si sarebbero potuti includere più studi ed effettuare una ricerca più vasta.
- (4) Non è stata applicata una scala di valutazione della qualità degli studi per la loro inclusione nella revisione. Se si fosse fatto così, la revisione sarebbe stata sistematica e avrebbe avuto più validità scientifica.
- (5) Un ulteriore limite di questa revisione è dovuto alla qualità metodologica riferita da studi inclusi come bassa. Ciò è stato in gran parte dovuto alla carenza di progetti prospettici di alta qualità, un numero non elevato di partecipanti e di una mancata definizione unanime dei parametri rilevanti da testare tra gli studi primari.

9 CONCLUSIONI

In conclusione, si può affermare come il tema dell'appoggio plantare in correlazione con patologie muscoloscheletriche dell'arto inferiore trovi ampio risalto nella letteratura. Gli studi a favore di questo legame sono stati numerosi, ma allo stesso tempo, sono stati riscontrati anche alcuni articoli che non hanno rilevato questa correlazione.

I risultati ottenuti ci suggeriscono di prendere in considerazione gli aspetti relativi all'appoggio plantare o alla postura del piede, anche per quanto riguarda le problematiche delle articolazioni sovrastanti. Così facendo si potrebbero individuare fattori contribuenti o fattori di rischio per problematiche all'arto inferiore.

La considerazione di aspetti connessi al piede o all'appoggio plantare permette un ampliamento del ragionamento clinico affinché non si abbia una visione del problema circoscritto all'articolazione stessa in esame, ma avere una visione a 360 gradi che contribuisca alla corretta valutazione da parte del professionista sanitario, per una inclusione anche di questi aspetti nel trattamento.

Visto che alcuni studi presentano una qualità bassa, e gli outcome presentano elevata eterogeneità, sarebbero auspicabili nuovi studi più specifici e che utilizzino delle misure maggiormente standardizzate.

11 BIBLIOGRAFIA / SITOGRAFIA

1. Il peso globale della malattia: generare prove, guidare le politiche | Institute for Health Metrics and Evaluation [Internet]. [citato 9 agosto 2024]. Disponibile su: <https://www.healthdata.org/research-analysis/library/global-burden-disease-generating-evidence-guiding-policy>
2. Lehman BJ, David DM, Gruber JA. Rethinking the biopsychosocial model of health: Understanding health as a dynamic system. *Soc Personal Psychol Compass*. 2017;11(8):e12328.
3. Schünemann HJ, Guyatt GH. Commentary—Goodbye M(C)ID! Hello MID, Where Do You Come From? *Health Serv Res*. aprile 2005;40(2):593–7.
4. Wright A, Hannon J, Hegedus EJ, Kavchak AE. Clinimetrics corner: a closer look at the minimal clinically important difference (MCID). *J Man Manip Ther*. agosto 2012;20(3):160.
5. Neumann DA. the hip. In: In standing S. 41^a ed. St Louis: the anatomical basis of clinical practice Gray's anatomy (british edition); 2015.
6. Bardakos NV, Villar RN. The ligamentum teres of the adult hip. *J Bone Joint Surg Br*. gennaio 2009;91(1):8–15.
7. Kivlan BR, Richard Clemente F, Martin RL, Martin HD. Function of the ligamentum teres during multi-planar movement of the hip joint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. luglio 2013;21(7):1664–8.
8. Walters BL, Cooper JH, Rodriguez JA. New findings in hip capsular anatomy: dimensions of capsular thickness and pericapsular contributions. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. ottobre 2014;30(10):1235–45.
9. Wagner FV, Negrão JR, Campos J, Ward SR, Haghghi P, Trudell DJ, et al. Capsular ligaments of the hip: anatomic, histologic, and positional study in cadaveric specimens with MR arthrography. *Radiology*. aprile 2012;263(1):189–98.
10. van Arkel RJ, Amis AA, Cobb JP, Jeffers JRT. The capsular ligaments provide more hip rotational restraint than the acetabular labrum and the ligamentum teres : an experimental study. *Bone Jt J*. aprile 2015;97-B(4):484–91.
11. Hidaka E, Aoki M, Izumi T, Suzuki D, Fujimiya M. Ligament strain on the iliofemoral, pubofemoral, and ischiofemoral ligaments in cadaver specimens: biomechanical measurement and anatomical observation. *Clin Anat N Y N*. ottobre 2014;27(7):1068–75.
12. Martin HD, Savage A, Braly BA, Palmer IJ, Beall DP, Kelly B. The function of the hip capsular ligaments: a quantitative report. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. febbraio 2008;24(2):188–95.

13. Zimny ML, Albright DJ, Dabezies E. Mechanoreceptors in the human medial meniscus. *Acta Anat (Basel)*. 1988;133(1):35–40.
14. Bollier M, Smith PA. Anterior cruciate ligament and medial collateral ligament injuries. *J Knee Surg*. ottobre 2014;27(5):359–68.
15. Robinson JR, Sanchez-Ballester J, Bull AMJ, Thomas R de WM, Amis AA. The posteromedial corner revisited. An anatomical description of the passive restraining structures of the medial aspect of the human knee. *J Bone Joint Surg Br*. luglio 2004;86(5):674–81.
16. Standring S: *Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice*. 41^a ed. St Louis; 2015.
17. Laprade RF, Bernhardson AS, Griffith CJ, Macalena JA, Wijdicks CA. Correlation of valgus stress radiographs with medial knee ligament injuries: an in vitro biomechanical study. *Am J Sports Med*. febbraio 2010;38(2):330–8.
18. Robinson JR, Bull AMJ, Thomas RRD, Amis AA. The role of the medial collateral ligament and posteromedial capsule in controlling knee laxity. *Am J Sports Med*. novembre 2006;34(11):1815–23.
19. Sanchez AR, Sugalski MT, LaPrade RF. Anatomy and biomechanics of the lateral side of the knee. *Sports Med Arthrosc Rev*. marzo 2006;14(1):2–11.
20. Griffith CJ, Wijdicks CA, LaPrade RF, Armitage BM, Johansen S, Engebretsen L. Force measurements on the posterior oblique ligament and superficial medial collateral ligament proximal and distal divisions to applied loads. *Am J Sports Med*. gennaio 2009;37(1):140–8.
21. Wilson WT, Deakin AH, Payne AP, Picard F, Wearing SC. Comparative analysis of the structural properties of the collateral ligaments of the human knee. *J Orthop Sports Phys Ther*. aprile 2012;42(4):345–51.
22. Relph N, Herrington L, Tyson S. The effects of ACL injury on knee proprioception: a meta-analysis. *Physiotherapy*. settembre 2014;100(3):187–95.
23. Schutte MJ, Dabezies EJ, Zimny ML, Happel LT. Neural anatomy of the human anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am*. febbraio 1987;69(2):243–7.
24. Amis AA. The functions of the fibre bundles of the anterior cruciate ligament in anterior drawer, rotational laxity and the pivot shift. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. aprile 2012;20(4):613–20.
25. Komzák M, Hart R, Okál F, Safi A. AM bundle controls the anterior-posterior and rotational stability to a greater extent than the PL bundle - a cadaver study. *The Knee*. dicembre 2013;20(6):551–5.

26. Sharma L, Song J, Felson DT, Cahue S, Shamiyeh E, Dunlop DD. The role of knee alignment in disease progression and functional decline in knee osteoarthritis. *JAMA*. 11 luglio 2001;286(2):188–95.
27. Beynnon BD, Fleming BC, Johnson RJ, Nichols CE, Renström PA, Pope MH. Anterior cruciate ligament strain behavior during rehabilitation exercises in vivo. *Am J Sports Med*. 1995;23(1):24–34.
28. Girgis FG, Marshall JL, Monajem A. The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. *Clin Orthop*. 1975;(106):216–31.
29. Beynnon BD, Johnson RJ, Abate JA, Fleming BC, Nichols CE. Treatment of anterior cruciate ligament injuries, part I. *Am J Sports Med*. ottobre 2005;33(10):1579–602.
30. Li G, Rudy TW, Sakane M, Kanamori A, Ma CB, Woo SL. The importance of quadriceps and hamstring muscle loading on knee kinematics and in-situ forces in the ACL. *J Biomech*. aprile 1999;32(4):395–400.
31. Markolf KL, O’Neill G, Jackson SR, McAllister DR. Effects of applied quadriceps and hamstrings muscle loads on forces in the anterior and posterior cruciate ligaments. *Am J Sports Med*. 2004;32(5):1144–9.
32. Myers CA, Torry MR, Shelburne KB, Giphart JE, LaPrade RF, Woo SLY, et al. In vivo tibiofemoral kinematics during 4 functional tasks of increasing demand using biplane fluoroscopy. *Am J Sports Med*. gennaio 2012;40(1):170–8.
33. Taylor KA, Terry ME, Utturkar GM, Spritzer CE, Queen RM, Irribarra LA, et al. Measurement of in vivo anterior cruciate ligament strain during dynamic jump landing. *J Biomech*. 3 febbraio 2011;44(3):365–71.
34. Amis AA, Bull AMJ, Gupte CM, Hijazi I, Race A, Robinson JR. Biomechanics of the PCL and related structures: posterolateral, posteromedial and meniscofemoral ligaments. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. settembre 2003;11(5):271–81.
35. Voos JE, Mauro CS, Wente T, Warren RF, Wickiewicz TL. Posterior cruciate ligament: anatomy, biomechanics, and outcomes. *Am J Sports Med*. gennaio 2012;40(1):222–31.
36. Covey DC, Sapega AA, Riffenburgh RH. The effects of sequential sectioning of defined posterior cruciate ligament fiber regions on translational knee motion. *Am J Sports Med*. marzo 2008;36(3):480–6.
37. Kennedy NI, Wijdicks CA, Goldsmith MT, Michalski MP, Devitt BM, Årøen A, et al. Kinematic analysis of the posterior cruciate ligament, part 1: the individual and collective function of the anterolateral and posteromedial bundles. *Am J Sports Med*. dicembre 2013;41(12):2828–38.

38. Li G, Most E, DeFrate LE, Suggs JF, Gill TJ, Rubash HE. Effect of the posterior cruciate ligament on posterior stability of the knee in high flexion. *J Biomech.* maggio 2004;37(5):779–83.
39. Papannagari R, DeFrate LE, Nha KW, Moses JM, Moussa M, Gill TJ, et al. Function of posterior cruciate ligament bundles during in vivo knee flexion. *Am J Sports Med.* settembre 2007;35(9):1507–12.
40. Davis WH, Sobel M, DiCarlo EF, Torzilli PA, Deng X, Geppert MJ, et al. Gross, histological, and microvascular anatomy and biomechanical testing of the spring ligament complex. *Foot Ankle Int.* febbraio 1996;17(2):95–102.
41. Mengiardi B, Zanetti M, Schöttle PB, Vienne P, Bode B, Hodler J, et al. Spring ligament complex: MR imaging-anatomic correlation and findings in asymptomatic subjects. *Radiology.* ottobre 2005;237(1):242–9.
42. Taniguchi A, Tanaka Y, Takakura Y, Kadono K, Maeda M, Yamamoto H. Anatomy of the spring ligament. *J Bone Joint Surg Am.* novembre 2003;85(11):2174–8.
43. Kennedy JC, Alexander IJ, Hayes KC. Nerve supply of the human knee and its functional importance. *Am J Sports Med.* 1982;10(6):329–35.
44. Escalante A, Lichtenstein MJ, Dhanda R, Cornell JE, Hazuda HP. Determinants of hip and knee flexion range: results from the San Antonio Longitudinal Study of Aging. *Arthritis Care Res Off J Arthritis Health Prof Assoc.* febbraio 1999;12(1):8–18.
45. Roach KE, Miles TP. Normal hip and knee active range of motion: the relationship to age. *Phys Ther.* settembre 1991;71(9):656–65.
46. Larkin B, van Holsbeeck M, Koueiter D, Zaltz I. What is the impingement-free range of motion of the asymptomatic hip in young adult males? *Clin Orthop.* aprile 2015;473(4):1284–8.
47. Simoneau GG, Hoenig KJ, Lopley JE, Papanek PE. Influence of hip position and gender on active hip internal and external rotation. *J Orthop Sports Phys Ther.* settembre 1998;28(3):158–64.
48. Hemmerich A, Brown H, Smith S, Marthandam SSK, Wyss UP. Hip, knee, and ankle kinematics of high range of motion activities of daily living. *J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc.* aprile 2006;24(4):770–81.
49. Smidt GL. Biomechanical analysis of knee flexion and extension. *J Biomech.* gennaio 1973;6(1):79–92.
50. Mossberg KA, Smith LK. Axial rotation of the knee in women. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1983;4(4):236–40.
51. Osternig LR, Bates BT, James SL. Patterns of tibial rotary torque in knees of healthy subjects. *Med Sci Sports Exerc.* 1980;12(3):195–9.

52. Ishii Y, Terajima K, Terashima S, Koga Y. Three-dimensional kinematics of the human knee with intracortical pin fixation. *Clin Orthop*. ottobre 1997;(343):144–50.
53. Belvedere C, Leardini A, Giannini S, Ensini A, Bianchi L, Catani F. Does medio-lateral motion occur in the normal knee? An in-vitro study in passive motion. *J Biomech*. 15 marzo 2011;44(5):877–84.
54. Patel VV, Hall K, Ries M, Lotz J, Ozhinsky E, Lindsey C, et al. A three-dimensional MRI analysis of knee kinematics. *J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc*. marzo 2004;22(2):283–92.
55. Pinskerova V, Johal P, Nakagawa S, Sosna A, Williams A, Gedroyc W, et al. Does the femur roll-back with flexion? *J Bone Joint Surg Br*. agosto 2004;86(6):925–31.
56. Csintalan RP, Schulz MM, Woo J, McMahan PJ, Lee TQ. Gender differences in patellofemoral joint biomechanics. *Clin Orthop*. settembre 2002;(402):260–9.
57. Huberti HH, Hayes WC. Patellofemoral contact pressures. The influence of q-angle and tendofemoral contact. *J Bone Joint Surg Am*. giugno 1984;66(5):715–24.
58. Mann RA. biomechanics of the foot. In *american academy of orthopedic surgeons*. St Louis: application; 1975.
59. Sheehan FT, Seisler AR, Siegel KL. In vivo talocrural and subtalar kinematics: a non-invasive 3D dynamic MRI study. *Foot Ankle Int*. marzo 2007;28(3):323–35.
60. Boone DC, Azen SP. Normal range of motion of joints in male subjects. *J Bone Joint Surg Am*. luglio 1979;61(5):756–9.
61. Grimston SK, Nigg BM, Hanley DA, Engsberg JR. Differences in ankle joint complex range of motion as a function of age. *Foot Ankle*. maggio 1993;14(4):215–22.
62. Russell JA, Shave RM, Kruse DW, Koutedakis Y, Wyon MA. Ankle and foot contributions to extreme plantar- and dorsiflexion in female ballet dancers. *Foot Ankle Int*. febbraio 2011;32(2):183–8.
63. Manter JT. Movements of the subtalar and transverse tarsal joints. *Anat Rec*. 1941;80(4):397–410.
64. Beimers L, Tuijthof GJM, Blankevoort L, Jonges R, Maas M, van Dijk CN. In-vivo range of motion of the subtalar joint using computed tomography. *J Biomech*. 2008;41(7):1390–7.
65. Taylor KF, Bojescul JA, Howard RS, Mizel MS, McHale KA. Measurement of isolated subtalar range of motion: a cadaver study. *Foot Ankle Int*. maggio 2001;22(5):426–32.

66. Youberg LD, Cornwall MW, McPoil TG, Hannon PR. The amount of rearfoot motion used during the stance phase of walking. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2005;95(4):376–82.
67. Lundgren P, Nester C, Liu A, Arndt A, Jones R, Stacoff A, et al. Invasive in vivo measurement of rear-, mid- and forefoot motion during walking. *Gait Posture.* luglio 2008;28(1):93–100.
68. Kulig K, Burnfield JM, Reischl S, Requejo SM, Blanco CE, Thordarson DB. Effect of foot orthoses on tibialis posterior activation in persons with pes planus. *Med Sci Sports Exerc.* gennaio 2005;37(1):24–9.
69. Cornwall MW, McPoil TG. Motion of the calcaneus, navicular, and first metatarsal during the stance phase of walking. *J Am Podiatr Med Assoc.* febbraio 2002;92(2):67–76.
70. Dietze A, Bahlke U, Martin H, Mittlmeier T. First ray instability in hallux valgus deformity: a radiokinematic and pedobarographic analysis. *Foot Ankle Int.* gennaio 2013;34(1):124–30.
71. Glasoe WM, Yack HJ, Saltzman CL. Anatomy and biomechanics of the first ray. *Phys Ther.* settembre 1999;79(9):854–9.
72. Glasoe WM, Phadke V, Pena FA, Nuckley DJ, Ludewig PM. An image-based gait simulation study of tarsal kinematics in women with hallux valgus. *Phys Ther.* novembre 2013;93(11):1551–62.
73. Leardini A, Benedetti MG, Berti L, Bettinelli D, Nativo R, Giannini S. Rear-foot, mid-foot and fore-foot motion during the stance phase of gait. *Gait Posture.* marzo 2007;25(3):453–62.
74. Cornwall MW, McPoil TG. Three-dimensional movement of the foot during the stance phase of walking. *J Am Podiatr Med Assoc.* febbraio 1999;89(2):56–66.
75. Watanabe K, Kitaoka HB, Berglund LJ, Zhao KD, Kaufman KR, An KN. The role of ankle ligaments and articular geometry in stabilizing the ankle. *Clin Biomech Bristol Avon.* febbraio 2012;27(2):189–95.
76. Stauffer RN, Chao EY, Brewster RC. Force and motion analysis of the normal, diseased, and prosthetic ankle joint. *Clin Orthop.* 1977;(127):189–96.
77. Nester CJ, Findlow AF, Bowker P, Bowden PD. Transverse plane motion at the ankle joint. *Foot Ankle Int.* febbraio 2003;24(2):164–8.
78. Bencke J, Christiansen D, Jensen K, Okholm A, Sonne-Holm S, Bandholm T. Measuring medial longitudinal arch deformation during gait. A reliability study. *Gait Posture.* marzo 2012;35(3):400–4.
79. Inman VT. *The joints of the ankle.* Baltimore: Williams & Wilkins; 1976.

80. Reischl SF, Powers CM, Rao S, Perry J. Relationship between foot pronation and rotation of the tibia and femur during walking. *Foot Ankle Int.* agosto 1999;20(8):513–20.
81. Resende RA, Deluzio KJ, Kirkwood RN, Hassan EA, Fonseca ST. Increased unilateral foot pronation affects lower limbs and pelvic biomechanics during walking. *Gait Posture.* febbraio 2015;41(2):395–401.
82. Murley GS, Buldt AK, Trump PJ, Wickham JB. Tibialis posterior EMG activity during barefoot walking in people with neutral foot posture. *J Electromyogr Kinesiol Off J Int Soc Electrophysiol Kinesiol.* aprile 2009;19(2):e69-77.
83. Inman VT, Ralston HJ, Todd F. *Human Walking.* Baltimore: Williams & Wilkins; 1981.
84. Erdemir A, Hamel AJ, Fauth AR, Piazza SJ, Sharkey NA. Dynamic loading of the plantar aponeurosis in walking. *J Bone Joint Surg Am.* marzo 2004;86(3):546–52.
85. Perry J, Burnfield JM. *gait analysis: normal and pathological function.* 2^a ed. SLACK incorporated; 2010.
86. Ganley KJ, Powers CM. Gait kinematics and kinetics of 7-year-old children: a comparison to adults using age-specific anthropometric data. *Gait Posture.* febbraio 2005;21(2):141–5.
87. Schache AG, Baker R. On the expression of joint moments during gait. *Gait Posture.* marzo 2007;25(3):440–52.
88. Knutson LM, Soderberg GL. *EMG: use and interpretation in gait.* Craik RL, Oatis CA. St Louis: *Gait analysis: theory and application;* 1995.
89. Winter DA, Eng JJ, IshacM. *three-dimensional moments, powers and work in normal gait: implication for clinical assessments.* New York: *Human motion analysis: current applications and future directions;* 1996. (Harris GF, Smith PA,).
90. Cai Y, Song Y, He M, He W, Zhong X, Wen H, et al. Global prevalence and incidence of hallux valgus: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res.* 20 settembre 2023;16(1):63.
91. Roddy E, Zhang W, Doherty M. Prevalence and associations of hallux valgus in a primary care population. *Arthritis Rheum.* 15 giugno 2008;59(6):857–62.
92. González-Martín C, Alonso-Tajes F, Pérez-García S, Seoane-Pillado MT, Pértega-Díaz S, Couceiro-Sánchez E, et al. Hallux valgus in a random population in Spain and its impact on quality of life and functionality. *Rheumatol Int.* novembre 2017;37(11):1899–907.
93. Nishimura A, Fukuda A, Nakazora S, Uchida A, Sudo A, Kato K, et al. Prevalence of hallux valgus and risk factors among Japanese community dwellers. *J Orthop Sci Off J Jpn Orthop Assoc.* marzo 2014;19(2):257–62.

94. Menz HB, Marshall M, Thomas MJ, Rathod-Mistry T, Peat GM, Roddy E. Incidence and Progression of Hallux Valgus: A Prospective Cohort Study. *Arthritis Care Res.* gennaio 2023;75(1):166–73.
95. Alkhalifah KM, Almotiri MM, Alharbi AE, Alrashidi A, Aldhali IK, Alsaqry OS, et al. A Systematic Review and Meta-Analysis of the Prevalence of Hallux Valgus in the General Population. *Cureus.* luglio 2023;15(7):e42739.
96. Senga Y, Nishimura A, Ito N, Kitaura Y, Sudo A. Prevalence of and risk factors for hallux rigidus: a cross-sectional study in Japan. *BMC Musculoskelet Disord.* 13 settembre 2021;22(1):786.
97. Ho B, Baumhauer J. Hallux rigidus. *EFORT Open Rev.* 13 marzo 2017;2(1):13–20.
98. Beeson P, Phillips C, Corr S, Ribbans WJ. Hallux rigidus: a cross-sectional study to evaluate clinical parameters. *Foot Edinb Scotl.* giugno 2009;19(2):80–92.
99. Kaz AJ, Coughlin MJ. Crossover second toe: demographics, etiology, and radiographic assessment. *Foot Ankle Int.* dicembre 2007;28(12):1223–37.
100. Xu L, Gu H, Zhang Y, Sun T, Yu J. Risk Factors of Flatfoot in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 6 luglio 2022;19(14):8247.
101. Abich Y, Mihiret T, Yihunie Akalu T, Gashaw M, Janakiraman B. Flatfoot and associated factors among Ethiopian school children aged 11 to 15 years: A school-based study. *PloS One.* 2020;15(8):e0238001.
102. Salinas-Torres VM, Salinas-Torres RA, Carranza-García LE, Herrera-Orozco J, Tristán-Rodríguez JL. Prevalence and Clinical Factors Associated With Pes Planus Among Children and Adults: A Population-Based Synthesis and Systematic Review. *J Foot Ankle Surg Off Publ Am Coll Foot Ankle Surg.* 2023;62(5):899–903.
103. Yin J, Zhao H, Zhuang G, Liang X, Hu X, Zhu Y, et al. Flexible flatfoot of 6-13-year-old children: A cross-sectional study. *J Orthop Sci Off J Jpn Orthop Assoc.* maggio 2018;23(3):552–6.
104. Pita-Fernandez S, Gonzalez-Martin C, Alonso-Tajes F, Seoane-Pillado T, Pertega-Diaz S, Perez-Garcia S, et al. Flat Foot in a Random Population and its Impact on Quality of Life and Functionality. *J Clin Diagn Res JCDR.* aprile 2017;11(4):LC22–7.
105. Sadeghi-Demneh E, Jafarian F, Melvin JMA, Azadinia F, Shamsi F, Jafarpishe M. Flatfoot in school-age children: prevalence and associated factors. *Foot Ankle Spec.* giugno 2015;8(3):186–93.
106. Chen JP, Chung MJ, Wang MJ. Flatfoot prevalence and foot dimensions of 5- to 13-year-old children in Taiwan. *Foot Ankle Int.* aprile 2009;30(4):326–32.

107. Pfeiffer M, Kotz R, Ledl T, Hauser G, Sluga M. Prevalence of flat foot in preschool-aged children. *Pediatrics*. agosto 2006;118(2):634–9.
108. Sadeghi-Demneh E, Melvin JMA, Mickle K. Prevalence of pathological flatfoot in school-age children. *Foot Edinb Scotl*. dicembre 2018;37:38–44.
109. Seaman TJ, Ball TA. Pes Cavus. In: StatPearls [Internet] [Internet]. StatPearls Publishing; 2023 [citato 12 agosto 2024]. Disponibile su: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK556016/>
110. González de Aledo Linos A, Rollán Rollán A, Bonilla Miera C, Montes Conde A, Diego Santamaría MC, Obeso García M. [Results of podoscope screening in 948 non-selected children, with special reference to cavus foot]. *An Esp Pediatr*. dicembre 1996;45(6):579–82.
111. Ansar A, Rahman AE, Romero L, Haider MR, Rahman MM, Moinuddin M, et al. Systematic review and meta-analysis of global birth prevalence of clubfoot: a study protocol. *BMJ Open*. 6 marzo 2018;8(3):e019246.
112. Smythe T, Kuper H, Macleod D, Foster A, Lavy C. Birth prevalence of congenital talipes equinovarus in low- and middle-income countries: a systematic review and meta-analysis. *Trop Med Int Health TM IH*. marzo 2017;22(3):269–85.
113. Barnes CJ, Dydyk AM. Talipes Equinovarus. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 [citato 12 agosto 2024]. Disponibile su: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557841/>
114. Panza R, Albano F, Casto A, Del Vecchio C, Laforgia N, Dibello D. Incidence and prevalence of congenital clubfoot in Apulia: a regional model for future prospective national studies. *Ital J Pediatr*. 14 novembre 2023;49(1):151.
115. Janatová K, Nováková T, Lopot F. The Incidence of Clubfoot in the Czech Republic: A Nationwide Epidemiological Study from 2000 to 2014. *Child Basel Switz*. 12 aprile 2023;10(4):714.
116. Mustari MN, Faruk M, Bausat A, Fikry A. Congenital talipes equinovarus: A literature review. *Ann Med Surg* 2012. settembre 2022;81:104394.
117. Mai CT, Isenburg JL, Canfield MA, Meyer RE, Correa A, Alverson CJ, et al. National population-based estimates for major birth defects, 2010-2014. *Birth Defects Res*. 1 novembre 2019;111(18):1420–35.
118. Wang H, Barisic I, Loane M, Addor MC, Bailey LM, Gatt M, et al. Congenital clubfoot in Europe: A population-based study. *Am J Med Genet A*. aprile 2019;179(4):595–601.
119. Besselaar AT, Kamp MC, Reijman M, van der Steen M. Incidence of congenital idiopathic clubfoot in the Netherlands. *J Pediatr Orthop Part B*. novembre 2018;27(6):563–7.

120. Owen RM, Capper B, Lavy C. Clubfoot treatment in 2015: a global perspective. *BMJ Glob Health*. 2018;3(4):e000852.
121. Werler MM, Yazdy MM, Mitchell AA, Meyer RE, Druschel CM, Anderka M, et al. Descriptive epidemiology of idiopathic clubfoot. *Am J Med Genet A*. luglio 2013;161A(7):1569–78.
122. Weimann-Stahlschmidt K, Krauspe R, Westhoff B. [Congenital clubfoot]. *Orthopade*. novembre 2010;39(11):1071–84; quiz 1085–6.
123. Parker SE, Mai CT, Strickland MJ, Olney RS, Rickard R, Marengo L, et al. Multistate study of the epidemiology of clubfoot. *Birt Defects Res A Clin Mol Teratol*. novembre 2009;85(11):897–904.
124. Peters PG, Adams SB, Schon LC. Interdigital neuralgia. *Foot Ankle Clin*. giugno 2011;16(2):305–15.
125. Rhim HC, Kwon J, Park J, Borg-Stein J, Tenforde AS. A Systematic Review of Systematic Reviews on the Epidemiology, Evaluation, and Treatment of Plantar Fasciitis. *Life Basel Switz*. 24 novembre 2021;11(12):1287.
126. Buchanan BK, Sina RE, Kushner D. Plantar Fasciitis. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 [citato 12 agosto 2024]. Disponibile su: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK431073/>
127. Nahin RL. Prevalence and Pharmaceutical Treatment of Plantar Fasciitis in United States Adults. *J Pain*. agosto 2018;19(8):885–96.
128. [Fascite plantare: aggiornamento 2021] - PubMed [Internet]. [citato 12 agosto 2024]. Disponibile su: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34264034/>
129. Agyekum EK, Ma K. Heel pain: A systematic review. *Chin J Traumatol Zhonghua Chuang Shang Za Zhi*. 2015;18(3):164–9.
130. Toumi H, Davies R, Mazor M, Coursier R, Best TM, Jennane R, et al. Changes in prevalence of calcaneal spurs in men & women: a random population from a trauma clinic. *BMC Musculoskelet Disord*. 15 marzo 2014;15:87.
131. Beytemür O, Öncü M. The age dependent change in the incidence of calcaneal spur. *Acta Orthop Traumatol Turc*. settembre 2018;52(5):367–71.
132. Mm H, Zy K, Sw M, Ea W. Epidemiology of Ankle Sprains and Chronic Ankle Instability. *J Athl Train* [Internet]. giugno 2019 [citato 15 agosto 2024];54(6). Disponibile su: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31135209/>
133. M D, O H, S K. Ankle Instability. *Foot Ankle Clin* [Internet]. giugno 2022 [citato 15 agosto 2024];27(2). Disponibile su: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35680294/>
134. Ci L, S H, Yh L, F M, Pm W. The epidemiology of chronic ankle instability with perceived ankle instability- a systematic review. *J Foot Ankle Res* [Internet]. 28

- maggio 2021 [citato 15 agosto 2024];14(1). Disponibile su: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34049565/>
135. Uno studio su larga scala sull'epidemiologia e sui fattori di rischio per l'instabilità cronica della caviglia nei giovani adulti - PubMed [Internet]. [citato 15 agosto 2024]. Disponibile su: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25135102/>
 136. Peat G, Rathod-Mistry T, Paskins Z, Marshall M, Thomas MJ, Menz HB, et al. Relative prevalence and distribution of knee, hand and foot symptomatic osteoarthritis subtypes in an English population. *Musculoskeletal Care*. giugno 2020;18(2):219–24.
 137. Roddy E, Menz HB. Foot osteoarthritis: latest evidence and developments. *Ther Adv Musculoskelet Dis*. aprile 2018;10(4):91–103.
 138. Kalichman L, Hernández-Molina G. Midfoot and forefoot osteoarthritis. *Foot Edinb Scotl*. settembre 2014;24(3):128–34.
 139. Arnold JB, Marshall M, Thomas MJ, Redmond AC, Menz HB, Roddy E. Midfoot osteoarthritis: potential phenotypes and their associations with demographic, symptomatic and clinical characteristics. *Osteoarthritis Cartilage*. aprile 2019;27(4):659–66.
 140. Kim KC, Schmidt E, de Carvalho KAM, Lalevee M, Mansur N, Dibbern K, et al. Prevalence of midfoot arthritis and lesser toe deformities. *Foot Ankle Surg Off J Eur Soc Foot Ankle Surg*. luglio 2024;30(5):423–31.
 141. Valderrabano V, Horisberger M, Russell I, Dougall H, Hintermann B. Etiology of ankle osteoarthritis. *Clin Orthop*. luglio 2009;467(7):1800–6.
 142. Saltzman CL, Salamon ML, Blanchard GM, Huff T, Hayes A, Buckwalter JA, et al. Epidemiology of ankle arthritis: report of a consecutive series of 639 patients from a tertiary orthopaedic center. *Iowa Orthop J*. 2005;25:44–6.
 143. Kloprogge SES, Katier NN, Mailuhu AKEA, van Vooren JJ, van Ochten MJM, Bindels PJEP, et al. Prevalence of radiographic ankle osteoarthritis in different subgroups of patients referred for ankle radiography. *Semin Arthritis Rheum*. febbraio 2023;58:152138.
 144. Herrera-Pérez M, González-Martín D, Vallejo-Márquez M, Godoy-Santos AL, Valderrabano V, Tejero S. Ankle Osteoarthritis Aetiology. *J Clin Med*. 29 settembre 2021;10(19):4489.
 145. Goldberg AJ, MacGregor A, Dawson J, Singh D, Cullen N, Sharp RJ, et al. The demand incidence of symptomatic ankle osteoarthritis presenting to foot & ankle surgeons in the United Kingdom. *Foot Edinb Scotl*. settembre 2012;22(3):163–6.
 146. Godoy-Santos AL, Fonseca LF, de Cesar Netto C, Giordano V, Valderrabano V, Rammelt S. Ankle Osteoarthritis. *Rev Bras Ortop*. dicembre 2021;56(6):689–96.

147. Lee S, Song K, Lee SY. Epidemiological study of post-traumatic ankle osteoarthritis after ankle sprain in 195,393 individuals over middle age using the National Health Insurance Database: A retrospective design. *J Sci Med Sport*. febbraio 2022;25(2):129–33.
148. Almeheyawi RN, Bricca A, Riskowski JL, Barn R, Steultjens M. Foot characteristics and mechanics in individuals with knee osteoarthritis: systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res*. 26 marzo 2021;14(1):24.
149. Martinelli N, Bergamini AN, Burssens A, Toschi F, Kerkhoffs GMMJ, Victor J, et al. Does the Foot and Ankle Alignment Impact the Patellofemoral Pain Syndrome? A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med*. 17 aprile 2022;11(8):2245.
150. Lack S, Barton C, Vicenzino B, Morrissey D. Outcome predictors for conservative patellofemoral pain management: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med Auckl NZ*. dicembre 2014;44(12):1703–16.
151. Zhang J, Wang Q, Zhang C. Ineffectiveness of lateral-wedge insoles on the improvement of pain and function for medial knee osteoarthritis: a meta-analysis of controlled randomized trials. *Arch Orthop Trauma Surg*. ottobre 2018;138(10):1453–62.
152. Xing F, Lu B, Kuang MJ, Wang Y, Zhao YL, Zhao J, et al. A systematic review and meta-analysis into the effect of lateral wedge arch support insoles for reducing knee joint load in patients with medial knee osteoarthritis. *Medicine (Baltimore)*. giugno 2017;96(24):e7168.
153. Arnold JB, Wong DX, Jones RK, Hill CL, Thewlis D. Lateral Wedge Insoles for Reducing Biomechanical Risk Factors for Medial Knee Osteoarthritis Progression: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Arthritis Care Res*. luglio 2016;68(7):936–51.
154. Chen Z, Wu J, Wang X, Ren Z. The effect of foot orthoses for patients with patellofemoral pain syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Heliyon*. giugno 2022;8(6):e09656.
155. The effects of shoe-worn insoles on gait biomechanics in people with knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis - PubMed [Internet]. [citato 10 ottobre 2024]. Disponibile su: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28684391/>
156. Dejong AF, Koldenhoven RM, Hertel J. Proximal Adaptations in Chronic Ankle Instability: Systematic Review and Meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*. luglio 2020;52(7):1563–75.
157. Khalaj N, Vicenzino B, Heales LJ, Smith MD. Is chronic ankle instability associated with impaired muscle strength? Ankle, knee and hip muscle strength in individuals with chronic ankle instability: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med*. luglio 2020;54(14):839–47.

158. Tong JWK, Kong PW. Association between foot type and lower extremity injuries: systematic literature review with meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther.* ottobre 2013;43(10):700–14.
159. Neal BS, Griffiths IB, Dowling GJ, Murley GS, Munteanu SE, Franettovich Smith MM, et al. Foot posture as a risk factor for lower limb overuse injury: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res.* 2014;7(1):55.
160. Mousavi SH, Hijmans JM, Rajabi R, Diercks R, Zwerver J, van der Worp H. Kinematic risk factors for lower limb tendinopathy in distance runners: A systematic review and meta-analysis. *Gait Posture.* marzo 2019;69:13–24.
161. Panyarachun P, Anghong C, Jindasakchai P, Rajbhandari P, Rungrattanawilai N. Abnormal foot pressure in older adults with knee osteoarthritis: a systematic review. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* settembre 2022;26(17):6236–41.
162. Zafar AQ, Zamani R, Akrami M. The effectiveness of foot orthoses in the treatment of medial knee osteoarthritis: A systematic review. *Gait Posture.* febbraio 2020;76:238–51.
163. Callaghan MJ, Palmer E, O'Neill T. Management of patellofemoral joint osteoarthritis using biomechanical device therapy: a systematic review with meta-analysis. *Syst Rev.* 9 giugno 2021;10(1):173.
164. Steinberg N, Dar G, Dunlop M, Gaida JE. The relationship of hip muscle performance to leg, ankle and foot injuries: a systematic review. *Phys Sportsmed.* febbraio 2017;45(1):49–63.
165. Gijon-Nogueron G, Fernandez-Villarejo M. Risk Factors and Protective Factors for Lower-Extremity Running Injuries A Systematic Review. *J Am Podiatr Med Assoc.* novembre 2015;105(6):532–40.
166. Burke A, Dillon S, O'Connor S, Whyte EF, Gore S, Moran KA. Risk Factors for Injuries in Runners: A Systematic Review of Foot Strike Technique and Its Classification at Impact. *Orthop J Sports Med.* settembre 2021;9(9):23259671211020283.
167. Mann R, Malisoux L, Urhausen A, Meijer K, Theisen D. Plantar pressure measurements and running-related injury: A systematic review of methods and possible associations. *Gait Posture.* giugno 2016;47:1–9.
168. Dowling GJ, Murley GS, Munteanu SE, Smith MMF, Neal BS, Griffiths IB, et al. Dynamic foot function as a risk factor for lower limb overuse injury: a systematic review. *J Foot Ankle Res.* 2014;7(1):53.