



Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

SCUOLA DI MEDICINA E CHIRURGIA

Corso di Laurea in Podologia

TITOLO DELLA TESI:

“Valutazione funzionale e validazione di ortesi plantari in runners professionisti con l’ uso di sensori inerziali di movimento”

Tesi di Laurea in: Ortopedia Generale

Presentata da: Matteo Zagni

Relatore: Chiar.mo Prof. Nicola Baldini

Sessione I

Anno Accademico 2016/2017

“Tesi non notificata al Comitato Etico in quanto finalizzata all’ acquisizione di competenze di natura metodologica per il raggiungimento di finalità didattiche”

INDICE

INTRODUZIONE.....	5
CAPITOLO 1: PATOLOGIE DEL PIEDE NEL RUNNER	7
1.1 TENDINOPATIE.....	8
1.2 TENDINOPATIA DEL TENDINE D' ACHILLE	9
1.3 TENDINITE DEL TIBIALE POSTERIORE	11
1.4 TENDINITE DEL TIBIALE ANTERIORE.....	12
1.5 TENDINOPATIA DEI PERONEI.....	13
1.6 FASCITE PLANTARE.....	14
1.7 FRATTURE DA STRESS	17
1.8 LESIONI CAPSULO-LEGAMENTOSE	18
CAPITOLO 2: DEFORMITA BIOMECCANICHE DEL PIEDE	21
2.1 RETROPIEDE VARO	21
2.2 AVAMPIEDE VARO	22
2.3 AVAMPIEDE VALGO	24
2.4 PRIMO RAGGIO PLANTARFLESSO.....	26
2.5 CAVIGLIA EQUINA	28
CAPITOLO 3: BIOMECCANICA DELLA CORSA.....	31
3.1 MOVIMENTO DELLE SINGOLE ARTICOLAZIONI	32
CAPITOLO 4: MATERIALI E METODI.....	33
4.1 ANAMNESI ED ESAME OBIETTIVO.....	33
4.2 VALUTAZIONE FUNZIONALE	36
4.3 VISITA IN ORTOSTASI.....	41
4.4 VISITA IN DEAMBULAZIONE.....	42
4.5 FASI DI PROGETTAZIONE E CARATTERISTICHE DELLA TERAPIA ORTESICO PLANTARE.....	42
CAPITOLO 5: MATERIALI E METODI.....	45
5.1 SENSORE INERZIALE E PROTOCOLLO UTILIZZATO	45
5.2 PARAMETRI REGISTRATI	46
CAPITOLO 6: CASI CLINICI	49
6.1 CASO CLINICO N1	49
6.3 CASO CLINICO N2	55
6.4 CASO CLINICO N3	61
DISCUSSIONE.....	67
CONCLUSIONI.....	69
BIBLIOGRAFIA.....	71

INTRODUZIONE

Le recenti scoperte tecnologiche stanno fornendo agli operatori sanitari come il podologo nuovi strumenti per validare le terapie erogate ai pazienti in maniera più oggettiva. Negli ultimi anni infatti è cresciuto l'interesse verso queste nuove tecnologie, tra cui pedane baropodometriche, accelerometri e sensori inerziali, che forniscono in maniera poco costosa, più veloce e più efficiente valutazioni cliniche e biomeccaniche dei pazienti. In futuro ci si aspetta che aumenti notevolmente l'uso dell'analisi biomeccanica del cammino nell'ambito clinico ed in quello sportivo poiché dopo pochi anni dalla sua introduzione il numero di operatori sanitari che ne fruiscono cresce giorno dopo giorno e nessuno di essi decide di farne a meno. Grazie al continuo lavoro di sviluppo che le aziende produttrici stanno dando ai propri device avremo a disposizione strumenti di valutazione sempre migliori ed aggiornati. Compito degli operatori sanitari è quello di utilizzare questi strumenti nella pratica clinica contribuendo alla loro implementazione. Migliorano le tecnologie e migliorano i software di interfaccia (che non necessitano di conoscenze specifiche per il loro utilizzo), nonché l'ergonomia di questi strumenti, tutti aspetti che il podologo nota direttamente e che il paziente nota indirettamente sia a livello di tempo speso, di conseguenza di denaro sia a livello di risultati clinici. Ormai è assodato che rappresentino un aiuto importante per velocizzare, aumentare la ripetibilità e ricavare dati che ad occhio nudo, attraverso test biomeccanici e valutazioni funzionali sono solamente ipotizzabili e non verificabili con certezza. Nel momento in cui l'operatore sanitario riesce a fare proprie e sfruttare positivamente nuove tecnologie, aumenta di professionalità e di credibilità portando la propria figura professionale ad un livello di competenza ed affidabilità superiore rispetto al passato. L'obiettivo primario di questo studio è di verificare se il sensore inerziale WivaScience con relativo protocollo di utilizzo e software di interfaccia, può essere uno strumento di validazione delle ortesi plantari utile al podologo che lavora con runners (o pazienti con deformità e disturbi che prevedono un percorso terapeutico di tipo ortesico, i quali svolgono attività fisica). Il sensore inerziale di movimento che ho utilizzato è chiamato Wiva, prodotto dall'azienda bolognese Letsense. Come punti di forza ha il basso costo, un'accessibilità molto "smart" ed un'alta ergonomia. Questi strumenti attraverso la registrazione dei parametri della corsa possono fornire al podologo e all'atleta utili dati sull'efficacia dell'ortesi. In questo studio, la validazione dell'ipotesi è stata sviluppata comparando i test di corsa degli atleti con e senza l'ortesi plantare da noi realizzata. La validazione dei trattamenti ortesici dovrebbe sempre essere coerente con i requisiti del piede in dinamica, tant'è che questi dispositivi indossabili comodamente sono particolarmente importanti in pazienti che svolgono la propria attività outdoor, poiché permettono registrazioni anche al di fuori dei limitati ambienti dell'ambulatorio ottenendo dati molto più realistici, affidabili e fedeli al tipo di attività che essi

svolgono quotidianamente. Questo sensore è in grado di rendere fruibili in maniera semplice e intuitibile i vari parametri relativi al movimento del paziente attraverso un' applicazione (scaricabile su qualsiasi smartphone) sul quale si interfaccia. Queste informazioni possono dare un importante feedback non solo ai professionisti sanitari ma anche agli atleti che possono così programmare le tipologie di allenamento per poter aumentare le proprie prestazioni e ridurre il rischio di infortunio. L' obiettivo secondario del mio studio è quello di verificare se in pazienti sintomatici le ortesi plantari forniscono dei miglioramenti riscontrabili nei parametri della corsa soprattutto nel momento in cui gli infortuni sono più frequenti ovvero dopo sforzi prolungati. Per identificare in maniera precisa il momento di massimo sforzo durante la prestazione atletica e per standardizzare la difficoltà del percorso, ho deciso di utilizzare il cardiofrequenzimetro in quanto strumento capace di oggettivizzare la fatica.

Ho deciso di affrontare questo studio poichè ritengo queste nuove tecnologie, sempre più a basso costo e alla portata di tutti i podologi, fondamentali nel campo della podologia e quindi meritevoli di approfondimenti. Questi nuovi sensori saranno sempre più determinanti e parte integrante della medicina di precisione come strumento di validazione e progettazione di terapie ortesche plantari che siano coerenti con i requisiti del piede in dinamica.

CAPITOLO 1: PATOLOGIE DEL PIEDE NEL RUNNER

Frequenti ed invalidanti sono gli infortuni a carico del piede nei runner professionisti ed amatoriali. In primo luogo vengono colpiti sportivi professionisti, che si allenano quotidianamente su lunghe distanze sottoponendo i propri piedi a sollecitazioni costanti. In secondo luogo sono altresì frequenti infortuni nei cosiddetti “weekend warriors” ovvero quelli che in italiano vengono comunemente chiamati “atleti della domenica”, atleti con più di 40/50 anni che non adattano gradualmente il piede agli stress sottoposti ed abbinando questa pessima abitudine al poco stretching pre allenamento a causa del poco tempo a disposizione per allenarsi e la convinzione di potersi permettere fisicamente un tipo di allenamento adeguato ad atleti professionisti (1). Le più frequenti patologie ortopediche che vanno a colpire i corridori sono di tre tipi:

- Tendinopatie: possono rappresentare l’evoluzione di una forma acuta trascurata (rottura tendinea sottocutanea) o non adeguatamente trattata. Le tendinopatie da sovraccarico funzionale invece, sono sicuramente le più frequenti, causate da microtraumi ripetuti e da sollecitazioni iperfisiologiche che superano la resistenza del tendine (2).
- Fratture da stress.
- Lesioni capsulo-legamentose (distorsioni di tibio-tarsica).

FATTORI DI RISCHIO

INTRINSECI:

Esistono fattori di rischio che vanno ad aumentare la probabilità di infortunio negli atleti che praticano running. Tali fattori di rischio vengono suddivisi in intrinseci ed estrinseci. I fattori di rischio intrinseci sono i seguenti:

- Età: incide in maniera negativa sui tessuti che iniziano con il passare del tempo ad incorrere in un inevitabile processo degenerativo di ipotrofia. Inoltre viene meno anche la forza muscolare che spesso aiuta a compensare piccole deformità (2,3).
- Infortuni preesistenti: studi dimostrano che i soggetti che hanno subito un infortunio negli ultimi 12 mesi sono maggiormente a rischio di subire recidive (3).
- Caratteristiche psicofisiche dell’ atleta: costituiscono fattori di rischio la mancanza di autocontrollo dell’ atleta, l’ ambizione, l’ impazienza che portano lo sportivo a non rispettare tempi di recupero e ad eseguire gesti atletici in modo scorretto e spesso pericoloso (2).

- Sesso: è stato dimostrato che a parità di distanza percorsa in allenamento sopra le 40 miglia settimanali le donne subiscono un maggior numero di infortuni rispetto agli uomini (4).

ESTRINSECI:

- Tecniche di allenamento e frequenza di allenamento: un aumento quantitativo dell'allenamento ed un improvviso cambiamento della modalità dell'allenamento sono correlati in maniera statisticamente significativa con l'incidenza di lesioni da stress, specie negli sportivi non professionisti. Il carico di lavoro è infatti collegato all'incidenza di fratture da stress in quanto la fatica muscolare provoca un aumento delle forze di impatto sull'osso per diminuzione dell'effetto tampone (2).
- Equipaggiamento: una calzatura adatta al tipo di sport è fondamentale nella prevenzione degli infortuni. Ogni calzatura è infatti pensata e progettata per rispettare le specifiche esigenze dello sport che si pratica e la superficie sulla quale questa viene svolta. Identificare ed eliminare scarpe con suola usurata (la quale impedisce un corretto grip con il terreno ed aumenta la "groundforce reaction") è molto importante per prevenire gli infortuni. È stato dimostrato che l'atleta non professionista che si allena con scarpe minimaliste ha una maggior tendenza all'infortunio rispetto all'atleta professionista che si allena con le stesse scarpe (6,7).
- Inesperienza dei corridori: secondo uno studio i corridori alle prime armi hanno una probabilità di infortunarsi del 10% maggiore rispetto ai corridori esperti (5).
- Superficie di allenamento: Il cemento non è una buona superficie in quanto non presenta sufficienti qualità di assorbimento dello shock di impatto (2).

1.1 TENDINOPATIE

Per tendinopatia si intende una condizione clinica generica che riguarda tendini e zone immediatamente limitrofe. Storicamente tali patologie sono sempre state definite tendiniti o peritendiniti (poiché la parte del tendine dove è presente il processo infiammatorio è il peritenonio), concetto che implicava di per sé l'esistenza di uno stato infiammatorio quale processo patologico primario. A dispetto di quest'ultima definizione, è divenuto sempre più evidente il fatto che le normali terapie antinfiammatorie mostravano, nell'ambito delle cosiddette tendiniti, un effetto molto limitato; contestualmente a questa constatazione sono iniziati ad apparire in letteratura i risultati dei primi studi istologici che mostravano la presenza, in tali quadri clinici, di un processo di tipo degenerativo che era perlomeno coesistente con quello infiammatorio. Tutto ciò ha messo in serio dubbio il concetto di centralità del processo infiammatorio stesso nell'ambito delle patologie a carico del tessuto tendineo (8-10). Il termine

“tendinite” è stato quindi progressivamente abbandonato per essere sostituito con il termine maggiormente generico, ma più consono, di “tendinopatia”. Questa problematica affligge molti sportivi sia di alto livello che amatoriali specialmente nei periodi di attività più intensa. Gli atleti in molti casi per curarsi devono fermarsi, rischiando di compromettere preparazione atletica o addirittura di dover saltare un appuntamento sportivo importante. Esistono varie cause di tendinopatie:

- Macrotraumatiche o da trauma diretto: sono causate da un trauma diretto, il quale va a generare un danno anatomico a livello tendineo.
- Microtraumatiche o da over use: da sovraccarico funzionale come risultato di una ipersollecitazione della struttura tendinea in cui il gesto sportivo può essere unico e/o massimale, ma più spesso può essere il risultato di microtraumi ripetuti legati al gesto atletico. Le tendinopatie subacute o croniche sono spesso mal inquadrabili perché di solito non precludono completamente l'attività sportiva all'atleta. Esiste una teoria che correla il meccanismo da over use al danno tissutale, essa è chiamata “Tissue Stress Theory”. La Tissue Stress Theory (teoria biomeccanica dello stress tissutale) permette di spiegare come avviene il danno causato dall' overuse tendineo. Il tessuto tendineo, legamentoso e muscolare, sottoposto a delle tensioni forzate subisce una deformità elastica. Se tale tensione persiste ed aumenta determinerà prima una deformità di tipo plastico ed in seguito una rottura tessutale. Ciò spiega e giustifica l'importanza di trattare deformità biomeccaniche del piede nei casi patologici (2,11).

1.2 TENDINOPATIA DEL TENDINE D' ACHILLE

Il tendine d'achille è il più grande e forte tendine del nostro corpo. Ha uno spessore di 5-6 mm ed una lunghezza di circa 15 cm. Origina dal muscolo tricipite surale e si inserisce nella parte centrale della faccia posteriore del calcagno da cui è separato dalla borsa retrocalcaneale. L'istologia di solito mostra una riduzione del numero di cellule e uno sfrangiamento delle fibre di collagene all'interno del tendine. Insieme alla disorganizzazione di queste fibre, vi sono una diffusa proliferazione vascolare interna, sporadiche zone di necrosi e rare calcificazioni. Come ogni tendine del nostro organismo può andare incontro a tendinopatia cronica ed acuta. La patologia acuta si verifica prevalentemente negli sportivi come sciatori e corridori di fondo. In particolare in coloro che sono poco allenati, che si allenano con un programma scadente o a coloro che si allenano o praticano sport su superfici non idonee come asfalti rovinati o sabbia. La patologia cronica si verifica in atleti maturi prevalentemente di sesso maschile dopo

prolungati allenamenti su terreni duri per lungo tempo sottovalutando eventuali episodi dolorosi precedenti.

EZIOLOGIA

Nello svolgimento di molte discipline sportive i tendini, e quello d' Achille in particolare, sono sottoposti a sollecitazioni sovralfisiologiche, la comparsa dei danni ultrastrutturali e la mancanza di periodi sufficienti di riposo che permettono la riparazione delle piccole lesioni, evolvono attraverso l' indebolimento, sino al possibile cedimento strutturale. A questo si aggiungono con l' avanzare dell' età la progressiva riduzione quantitativa di fibre elastiche, del contenuto idrico, della capillarizzazione e del fisiologico ricambio tessutale. Le cause di tendinopatia achillea possono essere intrinseche o estrinseche anche se l' eziologia di questa patologia è spesso associata all' "over use". Negli sportivi possono intervenire fattori come uno scarso livello di allenamento, attività sportiva eseguita su superfici non idonee (sabbia, asfalto) oppure legati ad anomalie biomeccaniche come uno squilibrio muscolare tra gastrocnemio e soleo ed iperpronazione del piede che porta ad un aumento di tensione nella zona mediale del tendine.

SINTOMATOLOGIA

Il sintomo principale della tendinite d'Achille è il dolore sordo lungo la porzione posteriore del tendine, verso il calcagno. A volte il tendine può apparire tumefatto, gonfio ed edematoso. Il dolore nei movimenti del piede si può avvertire soprattutto quando ci si solleva sulle punte dei piedi. La mobilità della cavaglia è limitata e talvolta si può apprezzare un nodulo di 2-6 cm formato da tessuto cicatriziale che può essere palpato lungo il decorso del tendine d'Achille. In caso di rottura, si avverte uno schiocco e se la lacerazione è completa, non si riesce più a sollevare il tallone e camminare sulle punte dei piedi.

DIAGNOSI

L' infiammazione del tendine d' Achille viene diagnosticata prevalentemente attraverso l' esame clinico, con l' eventuale utilizzo di TAC, radiografia ed ecografia.

CURA E TRATTAMENTO

La terapia della tendinite dell'Achille comprende riposo, applicazione di ghiaccio sulla zona colpita e assunzione di farmaci antinfiammatori. Nel trattamento possono inoltre essere indicate infiltrazioni di cortisone e fisioterapia (12,13).

1.3 TENDINITE DEL TIBIALE POSTERIORE

Il tibiale posteriore origina dalla superficie della tibia al di sotto del muscolo soleo e dalla faccia mediale del perone. Il suo tendine entra nel piede passando tra il malleolo mediale ed il calcagno, passando nel retinacolo dei muscoli flessori. Si inserisce con due capi, il capo superficiale sulla tuberosità dell'osso navicolare, il capo profondo sul primo, secondo e terzo cuneiforme. Attivo durante la fase intermedia di appoggio del piede per prevenire l'eversione del calcagno dopo la posizione neutra, stabilizza il medio piede a terra per consentire l'azione di spinta del tricipite della sura. La disfunzione del tendine del tibiale posteriore è una delle maggiori cause di dolore alla caviglia sul lato mediale ed è particolarmente prevalente in popolazione di mezza età ed in anziani. Negli atleti si manifesta soprattutto nei soggetti con piede piatto ed in particolare in atleti il cui gesto atletico prevede il salto o la propulsione da una posizione in punta dei piedi.

EZIOLOGIA

La causa della tendinopatia è multifattoriale, si possono riconoscere dei fattori intrinseci che favoriscono la patologia che in combinazione ad una biomeccanica estrinseca causano la degenerazione del tendine. I fattori intrinseci comprendono la tensione sul tendine a livello del malleolo mediale, in quanto questa zona è ipovascolarizzata trovandosi ad essere in un'area spartiacque tra la porzione prossimale irrorata dall'arteria tibiale posteriore e la zona distale irrorata delle arterie dorsali del piede. Altri fattori intrinseci includono malattie sistemiche come diabete, artrite reumatoide ed ipertensione. Fattori estrinseci dipendono dalla pendenza del terreno sul quale si allena l'atleta (correre in salita stressa il tibiale posteriore).

SINTOMATOLOGIA

Nelle fasi iniziali il quadro clinico si manifesta con tumefazione locale e dolore causate da infiammazione della guaina del tendine. In fasi successive il piede diventa sempre più piatto e valgo; tipicamente il paziente non riesce a sollevarsi sulla punta del piede in monopedeutazione; è sempre presente un dolore tarsale dovuto al disassetto meccanico ed alla sofferenza articolare che può compromettere in maniera importante la deambulazione. Nelle situazioni più avanzate compare un'artrosi delle articolazioni tarsali che rende il piede molto rigido e doloroso. Il paziente potrà inoltre riscontrare ipovalidità muscolare nei gesti di salto e corsa.

DIAGNOSI

La diagnosi è prevalentemente di tipo clinico con l'ausilio di esami strumentali come l'ecografia.

CURA E TRATTAMENTO

Il trattamento si basa sul riposo con sospensione dell'attività sportiva e sull'applicazione di ghiaccio, il quale va a ridurre l'infiammazione abbinandolo alla somministrazione di farmaci antinfiammatori. Oltre a queste terapie più tradizionali si può intraprendere un percorso riabilitativo costituito da terapie fisiche come ultrasuoni, laser e tecar (2,14).

1.4 TENDINITE DEL TIBIALE ANTERIORE

Il tendine tibiale anteriore è il più forte dei tendini che decorrono nella parte anteriore della caviglia. Il suo muscolo origina dalla metà superiore della faccia laterale della tibia e dalla porzione superomediale della membrana interossea. Si dirige verso il basso attraversando il retinacolo superiore degli estensori (a livello della tibia distale) ed inferiore (composto da due fasce) fino ad inserirsi sul cuneiforme mediale e sulla base del primo metatarsale. Il tibiale anteriore è responsabile dell'80% della dorsiflessione del piede, ma partecipa anche all'adduzione ed alla supinazione e stabilizza il piede durante la fase di appoggio. Esso è attivo durante la fase intermedia di appoggio del piede per prevenire l'eversione del calcagno dopo la posizione neutra. Stabilizza il mediopiede a terra per consentire l'azione di spinta del tricipite della sura. La tendinite è frequente nei marciatori, nei runners che corrono in salita ed in soggetti che utilizzano calzature particolari (frequente negli sciatori).

EZIOLOGIA

La tendinopatia del tibiale anteriore è rara, in genere ha un'eziologia biomeccanica-microtraumatica secondaria a microtraumi ripetuti causati da un alterato assetto del piede. Questa evenienza rappresenta di gran lunga la principale causa di tendinopatie del tibiale anteriore; la situazione più comune è quella di un piede piatto valgo, anche non particolarmente grave, ma che comunque comporta un incremento di sollecitazioni funzionali sul tendine causandone un progressivo indebolimento fino ad arrivare a vere e proprie rotture; queste situazioni causano ovviamente un graduale peggioramento del piattismo innescando un circolo vizioso che porta a condizioni di grave compromissione funzionale e di progressiva alterazione delle articolazioni tarsali. L'eziologia può essere anche di tipo traumatico, a seguito di ferite o importanti traumi distorsivi.

SINTOMATOLOGIA

Nelle fasi iniziali il quadro clinico equivale ad una tendinite con tumefazione locale e dolore causate da infiammazione della sinovia della guaina del tendine. Talvolta i sintomi della rottura

del tibiale anteriore possono essere minimi, in quanto la minor escursione articolare in dorsiflessione di tibio-tarsica può essere compensata dagli estensori. In fasi successive e più gravi il piede diventa sempre più piatto e valgo; tipicamente il paziente non riesce a sollevarsi sulla punta del piede; è sempre presente un dolore tarsale dovuto al disassetto meccanico ed alla sofferenza articolare che può compromettere in maniera importante la deambulazione. Nelle situazioni più avanzate compare un' artrosi delle articolazioni tarsali che rende il piede molto rigido e doloroso.

DIAGNOSI

La diagnosi viene eseguita a livello clinico con l' eventuale ausilio di esami strumentali come l' ecografia. Il reperto ecografico tipico denota un aspetto affusolato del tendine con associata retrazione di esso.

CURA E TRATTAMENTO

Il trattamento si basa sul riposo con sospensione dell' attività sportiva e sull' applicazione di ghiaccio, il quale va a ridurre l' infiammazione abbinandolo alla somministrazione di farmaci antinfiammatori. Oltre a queste terapie più tradizionali si può intraprendere un percorso riabilitativo costituito da terapie fisiche come ultrasuoni, laser e tecar(2,15).

1.5 TENDINOPATIA DEI PERONEI

I muscoli peronei sono tre muscoli della gamba chiamati peroneo lungo, peroneo breve e peroneo terzo situati nella sua parte antero-laterale. Vengono chiamati in tal modo in quanto originano dal perone e si inseriscono rispettivamente sulla base del primo metatarso, sulla base del quinto metatarso e cuboide e sulla base del quinto metatarso dorsalmente. Essi sono i principali muscoli evertori del piede. La tendinopatia dei tendini peronei è una patologia frequente negli sportivi. Un uso eccessivo ed un instabilità cronica dei tendini può portare a tendinopatia con ispessimento o lesione di essi. Le lesioni dei peronei sono frequenti in pazienti con distorsioni acute di caviglia o in pazienti con malattie articolari infiammatorie. La tendinopatia dei peronei è generalmente una tenosinovite ipertrofico-essudativa ad insorgenza acuta.

EZIOLOGIA

È più frequente in sport quali il basket, il calcio, il football americano, lo sci alpino ed il pattinaggio, nei quali all' uso di particolari calzature si aggiunge la possibilità di traumatismi diretti legati all'attività sportiva ed a sovraccarichi funzionali. Tuttavia atleti con piede cavo o

corridori che praticano corsa campestre e sollecitano la caviglia con rapidi movimenti di inversione e supinazione del piede sono più esposti a soffrire di tale tipo di tendinopatia. Tendiniti dei peronei sono tipiche negli atleti che hanno sofferto di distorsioni di caviglia.

DIAGNOSI

La diagnosi è di tipo clinico con l'ausilio di esami strumentali quali ecografia o RMN. L'esame ecografico consente una rapida indagine sullo stato dei tendini; mentre la RMN ci consente di valutare la caviglia in toto, lo stato cartilagineo e legamentoso.

CURA E TRATTAMENTO

Il trattamento è conservativo nelle fasi iniziali della patologia e prevede: riposo, ghiaccio, FANS, terapie fisiche (laser, tecar, ultrasuoni) e bendaggio funzionale. Esiti di fratture del malleolo e del calcagno possono determinare un'inflammazione cronica e sfociare in una tenosinovite stenosante la quale può portare a rottura completa dei tendini. Nei casi in cui vi sia rottura tendinea o lussazione cronica dei peronei associata al quadro tenosinovitico è consigliato il trattamento chirurgico (2,16).

1.6 FASCITE PLANTARE

La fascite plantare è l'inflammazione di uno spesso tessuto che si trova sulla parte inferiore del piede. La fascia plantare o aponeurosi plantare è una fascia fibrosa di cui si riconoscono tre porzioni (mediale, centrale e laterale) che origina dal processo mediale della tuberosità calcaneare e si inserisce, con cinque fascicoli distinti, sulle articolazioni metatarso-falangee. Al di sopra di essa decorre il muscolo flessore breve delle dita, mentre al di sotto vi è la presenza del pannicolo adiposo plantare. La fascia è strettamente collegata sia a livello anatomico che a livello funzionale con il tendine d'Achille, andando a comporre il cosiddetto sistema achilleo-plantare, fondamentale nella trasmissione del peso corporeo durante il ciclo del passo. La presenza di dolore in sede plantare è un'evenienza piuttosto rara in ambito sportivo, soprattutto negli atleti giovani e di alto livello, mentre risulta più frequente negli atleti amatoriali oltre i 40 anni che praticano attività della corsa colpendo uomini e donne indistintamente.

EZIOLOGIA

Da un punto di vista clinico si possono distinguere due forme, una ad andamento cronico, secondaria a microtraumatismi trazionali che derivano dal sovraccarico funzionale ed una forma acuta, causata dalla rottura più o meno estesa della fascia. La forma cronica generalmente ha eziologia multifattoriale, anche se il vero e proprio danno anatomico è esclusivamente generato

da continui traumatismi che interessano la fascia andando a generare infiammazione. Di conseguenza gli sportivi che ne soffrono maggiormente sono i corridori di lunghe distanze o sprinter (i quali indossano calzature sportive senza supporto del tallone, che vanno a ridurre l'escursione di tibiotarsica, creando una retrazione del sistema achilleo-plantare).

SINTOMATOLOGIA

Il sintomo principale della fascite plantare è il dolore, spesso più severo al risveglio e localizzato nella parte interna del tallone. Dopo questa prima fitta il dolore tende a diminuire piuttosto rapidamente per poi ricomparire dopo una lunga passeggiata o al termine della giornata (nei casi più gravi). Nello sport il dolore insorge solitamente nelle fasi di riscaldamento iniziale per poi scomparire mano a mano che l'allenamento prosegue. In ambito sportivo sono particolarmente a rischio i corridori di fondo, i saltatori ed i giocatori di calcio.

DIAGNOSI

Solitamente la diagnosi di fascite plantare viene effettuata dopo un'attenta valutazione clinica. Nella diagnosi della fascite plantare però, bisogna tenere in considerazione che le cause del dolore, soprattutto nella regione del tallone, sono diverse e molti pazienti affetti da questo tipo di patologia non presentano i sintomi tipici, in questi casi può venirci in aiuto l'utilizzo della diagnostica per immagini, in particolare l'ecografia. La fascia apparirà ipertrofica (fibrosi con deposito di sali di calcio). Indagini strumentali, come radiografie e TAC non sono solitamente necessarie ma possono essere utili per evidenziare o per escludere ulteriori cause di dolore al tallone (artrosi astragalo calcaneare, fratture da stress, tumori ecc.)

CURA E TRATTAMENTO

Il trattamento della fascite plantare si basa nella maggior parte dei casi sul riposo iniziale e sul controllo dell'infiammazione (applicazione di ghiaccio ed uso di FANS). Sospendere per qualche settimana gli allenamenti ed evitare di camminare o rimanere in piedi troppo a lungo, specie su superfici rigide è fondamentale. Il riposo iniziale aiuta solitamente ad alleviare il dolore ed a ridurre l'infiammazione locale. E' molto importante sospendere gli allenamenti alle prime avvisaglie della fascite plantare: ignorare il dolore continuando ad allenarsi o sopprimendolo con farmaci specifici, favorisce infatti la cronicizzazione della patologia complicandone notevolmente il trattamento. Se il dolore è particolarmente intenso ed accentuato dal carico il soggetto non deve esitare ad utilizzare delle stampelle per scaricare completamente il piede dolente. Possono inoltre essere eseguiti svariati esercizi di allungamento al fine di distendere i tessuti che circondano il calcagno, favorendo la guarigione dalla fascite plantare.

Gli esercizi maggiormente utilizzati sono i seguenti:

- Tirare verso di sé la punta del piede con un asciugamano fino a sentire il polpaccio tirare.
- In ortostatismo cercare di afferrare un tovagliolo con le punte dei piedi, ripetere più volte.
- Da seduti con anca e ginocchio a 90 gradi fare rotolare sotto al piede una pallina o una lattina.

L' utilizzo di farmaci antinfiammatori può essere una soluzione palliativa al fine di far diminuire l'infiammazione locale. Spesso la chiave per sconfiggere definitivamente la fascite plantare può essere l' utilizzo di ortesi plantari. Viene applicato un rialzo sotto il tallone per andare a ridistribuire i carichi riducendo lo stress al quale è sottoposta la fascia. Importante abbinare a questo tipo di terapia la pratica di stretching quotidiano per evitare la permanente retrazione della catena cinetica posteriore. Questi plantari possono permettere ai pazienti di continuare le loro attività sportive, lavorative e ricreative senza dolore. Spesso è consigliato l' utilizzo della terapia ortesico-plantare anche oltre la fase più acuta della patologia per prevenire eventuali recidive.

Alcune terapie fisiche si sono dimostrate efficaci nella cura della fascite plantare, tra queste ricordiamo ultrasuoni, ionoforesi, fonoforesi, massaggio ed onde d'urto (litotritore). Proprio queste ultime aumentano la velocità di rigenerazione legamentosa causando veri e propri microtraumi all'interno dell'aponeurosi plantare. Nonostante l'apparente contraddizione queste onde d'urto aumentano la capillarizzazione locale ed il metabolismo cellulare favorendo il processo di riparazione spontanea del tessuto legamentoso. Se tutte queste opzioni terapeutiche hanno successo è importante che il paziente continui a praticare gli esercizi di allungamento ponendo molta cura nella scelta delle calzature, optando per calzature con un piccolo sostegno al tallone. In questo modo si potrà scongiurare la ricomparsa della fascite plantare, che talvolta dopo un' apparente guarigione si ripresenta nel giro di pochi mesi. Seguendo questi consigli la maggior parte dei pazienti trova sollievo nel giro di 4-8 settimane (talvolta possono essere necessari tempi più lunghi fino a 6 mesi-1 anno). Se non si attuano le misure necessarie la fascite plantare, oltre a cronicizzare, tenderà ad alterare l'appoggio plantare del soggetto soprattutto se sportivo causando a lungo andare complicazioni articolari. Se al contrario tutti questi trattamenti si dimostrano inefficaci il medico potrà decidere di ricorrere all'intervento chirurgico, sezionando irreversibilmente la fascia (2,13).

1.7 FRATTURE DA STRESS

Le fratture da stress, talvolta indicate anche come fratture da fatica, sono lesioni parziali o complete (caso, quest'ultimo, meno frequente) che colpiscono in particolar modo chi pratica in modo continuativo un'attività sportiva molto intensa. L'osso scafoide, il secondo, terzo ed il quinto osso metatarsale sono le più frequenti sedi di fratture da stress nei piedi dei corridori.

EZIOLOGIA

Esse derivano da un infruttuoso adattamento dell'osso ai cambiamenti meccanici indotti dal carico ripetitivo; dai quali deriva un affaticamento indotto da richieste funzionali eccessive abbinato ad un' insufficienza delle pause di recupero che non permettono all' osso di compiere il proprio processo di rimodellamento. Uno studio di Matheson rivela inoltre che atleti più vecchi presentano fratture da stress soprattutto nelle ossa tarsali e nel femore, mentre i più giovani in tibia e perone. È emerso inoltre che una scarsa quantità di calcio nella dieta e, per le donne, bassi livelli di estrogeni nel siero sanguigno accompagnato da amenorrea o altri disturbi mestruali vanno ad aumentare l' incidenza di fratture da stress. Causa molto frequente di fratture da stress al piede è l' utilizzo di scarpe da ginnastica con la suola non più in grado di ammortizzare correttamente il carico corporeo, favorendo un aumento dello stress da impatto al quale è sottoposto il piede.

SINTOMATOLOGIA

Nelle fasi iniziali, l'unico sintomo è rappresentato dalla comparsa di un dolore ben localizzato spesso presente solo durante l' attività e che recede con il riposo. Questo dolore va a coinvolgere un'area specifica della superficie ossea quando si effettua una palpazione o una percussione. È possibile un' arrossamento della pelle e gonfiore dei tessuti sulla zona dolente.

DIAGNOSI:

La diagnosi è di tipo clinico, con l' ausilio di esami strumentali quali RMN, scintigrafia e TAC. La diagnosi di frattura da stress non è sempre facile. Molte volte queste fratture, soprattutto quella dello scafoide, sono misconosciute, con un grande ritardo diagnostico che porta a un forzato riposo per alcuni mesi.

CURA E TRATTAMENTO

Fondamentale non trascurare mai una frattura da stress poichè queste fratture vanno facilmente incontro a pseudoartrosi, ossia non guariscono perché non si consolidano correttamente ed il callo osseo che si forma è inadeguato. Il trattamento più frequente è di tipo conservativo con

riposo ed astensione dal carico, immobilizzazione ed applicazione di ghiaccio. I periodi di riposo necessari per atleti con fratture da stress vanno in media dalle 4-7 settimane ai 3 mesi circa. In caso la frattura non vada incontro a guarigione si opta per un trattamento di tipo chirurgico (2,18,19).

1.8 LESIONI CAPSULO-LEGAMENTOSE

La lesione capsulo-legamentosa più frequente nello sportivo che pratica corsa di resistenza è causata dalla distorsione di caviglia. Le lesioni più frequenti coinvolgono i legamenti laterali di caviglia (PA, PCA, PCP) ma possono essere colpiti anche i legamenti del compartimento mediale della caviglia, seppur con frequenza minore. Molte classificazioni sono state redatte, ma essendo una patologia estremamente diffusa, sia per comodità, che per rapida interpretazione, si preferisce classificarle in 3 gradi:

- Grado 1: lieve, con stiramento capsulare di entità lieve.
- Grado 2: moderato, le strutture articolari hanno subito sollecitazioni importanti.
- Grado 3: grave, rottura capsulare e/o dei legamenti periarticolari. A volte necessitano di intervento chirurgico riparativo.

EZIOLOGIA

È frequente che a causa di un terreno dissestato la caviglia compia movimenti scorretti generando lesioni articolari. Questo tipo di lesione è più frequente negli sportivi che praticano trekking o corsa in salita, i quali corrono su terreni dissestati. Su terreni come campi di atletica le distorsioni sono molto più rare. Negli atleti la maggior parte dei traumi avvengono per meccanismo di supinazione, movimento che prevede l'adduzione, l'inversione dell'avampiede e l'inversione del tallone che assume una configurazione in varismo ed una lieve flessione plantare del piede, rispetto a quella in pronazione (abduzione, valgismo, pronazione) a causa di tre fattori anatomici:

- la conformazione scheletrica della tibio-tarsica: il malleolo esterno è più lungo di quello interno, andando a ridurre i movimenti in pronazione.
- la robustezza del legamento deltoideo che favorisce il movimento in supinazione rispetto a quello in pronazione.
- la predominanza negli atleti di piede con morfotipo cavo rispetto a quelli con piede piatto.

Nelle sollecitazioni in supinazione il piede risulta quasi sempre atteggiato in “equinismo”: in questa situazione il primo legamento ad essere interessato è il peroneo astragalico anteriore (PAA), principale stabilizzatore dell’articolazione. Successivamente possono essere interessati gli altri legamenti del compartimento esterno. Nelle distorsioni in eversione viene coinvolto il robusto legamento deltoideo, ma in una alta percentuale di casi tale evento è preceduto dalla frattura del malleolo esterno. Altri due tipi di distorsione di caviglia, anche se molto più rare, sono quelle in iperflessione plantare dorsale, nelle quali vengono coinvolte strutture molto meno importanti nel determinismo delle instabilità articolari.

SINTOMATOLOGIA

Il paziente presenta in primo luogo un dolore di tipo acuto nel momento in cui avviene l’ avvenimento distorsivo seguito da dolore al movimento articolare. La caviglia apparirà tumefatta e rigida sia in seguito a manipolazione attiva che a manipolazione passiva. Il paziente può riscontrare inoltre rumori articolari, che sono frequentemente espressione di danno osseo.

DIAGNOSI

La diagnosi è costituita da un’ analisi clinica nella quale vengono eseguiti test specifici per valutare lo stato dei legamenti (test del cassetto, tilt astragalico, test dell’ extrarotazione e test della pressione). In caso venga ritenuto opportuno approfondire attraverso esami strumentali si eseguono radiografia, radiografia funzionale, tac ed ecografia. Solamente dopo 3 giorni dall’ evento traumatico si può eseguire risonanza magnetica.

CURA E TRATTAMENTO

La lesione legamentosa della caviglia necessita sempre di un’attenta valutazione, per decidere quale tipo di trattamento attuare. La prima regola è quella di agire in modo tale da ripristinare una perfetta funzionalità, in quanto un trattamento non adeguato può determinare degli esiti estremamente invalidanti. La scelta del trattamento terapeutico può essere di tipo cruento (chirurgico) o incruento (conservativo). In caso non sia presente frattura e completa lesione legamentosa si opta per un trattamento di tipo conservativo il quale varia in base alla classificazione della lesione. Nel caso in cui il malleolo sia andato incontro a frattura o vi sia l’ interessamento del legamento deltoideo si opta per l’ intervento chirurgico.

- Grado I: viene eseguito un bendaggio funzionale elasto-compressivo. Il paziente dovrà indossare una cavigliera graduata in neoprene o in tessuto elasticizzato. Il carico è concesso a seconda del dolore. Inoltre viene eseguita una terapia antidolorifica continuativa per 5-6 giorni e crioterapia.

- Grado II: viene applicato un tutore bivalva per stabilizzare in varo-valgo ma che conservi la flessione-estensione della caviglia. Spesso viene associato ad un bendaggio alla colla di zinco. Dopo 5 giorni sarà rimossa la colla di zinco, ma il tutore bivalva sarà mantenuto per un totale di circa 25 giorni dall'evento traumatico. Alla visita di controllo si valuterà una rieducazione alla ripresa funzionale.
- Grado III: Nella maggior parte dei casi si mantiene un blocco con stivaletto gessato per 15 giorni, sul quale è consentito camminare, per poi sostituirlo con un tutore bivalva per altre 2 settimane. A fine periodo si dovrà eseguire attenta valutazione, il più delle volte supportata con esame strumentale quale ecografia o RMN, per determinare quale migliore protocollo riabilitativo sia da intraprendere sul paziente (20).

CAPITOLO 2: DEFORMITÀ BIOMECCANICHE DEL PIEDE

Si definiscono deformità strutturate ossee del piede posizioni patologiche fisse vincolate dall'orientamento osseo delle superfici articolari. Queste deformità strutturate inducono il piede a compensare sotto carico. Il compenso è un cambiamento di struttura, posizione o funzione di una parte del corpo nel tentativo di correggere una deviazione di struttura, posizione o funzione di un'altra parte (Root).

Il compenso è un'alterazione nei momenti che agiscono a livello degli assi delle articolazioni del piede e dell'arto inferiore; è causato dall'interazione meccanica tra il piede e il suolo, e può essere modificato da anomalie strutturali, funzionali e di posizione del piede o dell'arto inferiore (Kevin Kirby). Le deformità possono essere compenste, non compensate oppure parzialmente compensate. Le principali deformità a livello del piede sono le seguenti:

- retropiede varo
- avampiede varo
- avampiede valgo
- primo raggio plantarflesso
- caviglia equina

2.1 RETROPIEDE VARO

È un piede, in catena cinetica aperta con SA in neutra e MT a fine corsa pronatoria, nel quale la bisettrice della faccia posteriore del calcagno ha una posizione invertita rispetto alla bisettrice del terzo distale di gamba.

COMPENSO IN CARICO

In carico si avrà una SA che compenserà in pronazione fino a fine corsa pronatoria per portare a terra il bordo mediale del tallone stesso, determinando così una posizione verticale del calcagno rispetto al terreno.

PATTERN DI CAMMINO

Durante la fase di contatto iniziale la principale disfunzione che il retropiede varo primitivo crea durante la deambulazione è nella fase di appoggio iniziale. A causa dell'eccessiva posizione di inversione del calcagno, l'impatto al suolo si sviluppa sul bordo posterolaterale del calcagno. Per compensare questa deformità la SA deve pronare e permettere così al bordo mediale del calcagno di appoggiare al suolo. Il grado di pronazione della SA è direttamente proporzionale al grado della deformità presente. La SA pronata anche nell'appoggio intermedio. Con l'avampiede ancora invertito rispetto all'asse longitudinale della MT durante l'appoggio intermedio (a

causa della contrazione eccentrica del tibiale anteriore), la SA deve pronare ulteriormente per permettere alla zona mediale dell' avampiede di raggiungere il suolo. Durante la propulsione il piede non viene particolarmente influenzato da tale deformità.

SEGNI E SINTOMI CLINICI NELLA CORSA

Il runner con retro piede varo è più soggetto ad avere esostosi laterale: espressione della trazione del tendine d' Achille sulla tuberosità posteriore del calcagno durante la crescita. Si tende a sviluppare la sindrome di Sever Haglund (borsite retrocalcaneare).

Questa deformità causa una pronazione patologica, di conseguenza l'atleta può andare incontro a stress dello spring-ligament, neuroma di Civinini-Morton, sindrome della bandelletta ileo-tibiale, sindrome patello-femorale. La pronazione patologica va a causare ipertrazione della fascia che si manifesta clinicamente sotto forma di fascite plantare, la quale a sua volta va a provocare la formazione di sperone calcaneare.

All'esame obiettivo del piede è frequente riscontrare anche ipercheratosi su seconda e terza testa metatarsale a causa della disfunzione del primo raggio che risulta ipermobile (il peroneo lungo non riesce a stabilizzarlo contro il medio piede e quindi al terreno).

TERAPIA ORTESICO PODOLOGICA

La finalità della terapia ortesico-plantare è di ridurre la necessità di pronazione compensatoria di SA, attraverso una ortesi plantare che compensi (allinei) perfettamente la deformità. Di conseguenza eseguiamo un cuneo (post) varizzante, posizionato sotto la zona mediale del tallone, il quale darà appoggio alla zona mediale del tallone evitando il compenso in pronazione.

2.2 AVAMPIEDE VARO

È una deformità primitiva riscontrata in catena cinetica aperta con SA in neutra, dove il piano d' appoggio dell' avampiede non è parallelo al piano d' appoggio del retro piede. Le tre teste metatarsali centrali sono in posizione invertita rispetto alla superficie plantare del calcagno con SA in neutra.

COMPENSO IN CARICO

In carico la SA compensa andando in pronazione ed il calcagno evverte tanti gradi quanti sono i gradi di varismo dell' avampiede, la SA va in massima pronazione.

PATTERN DI CAMMINO

Durante il contatto iniziale per compensare la costante posizione invertita dell'avampiede, l'articolazione SA deve pronare al massimo del suo grado di movimento per consentire alla parte mediale dell' avampiede (nello specifico alla prima testa metatarsale) di raggiungere il suolo. Nella fase di appoggio intermedio l' avampiede arriva a contatto con il terreno prima con la quinta testa, dopodichè la SA continua a pronare per portare a contatto con il suolo la prima testa aumentando il braccio di leva della pronazione (il braccio di leva è talmente efficace che la SA non riesce più a supinare). In propulsione si crea così un circolo vizioso nel quale il grado di pronazione di SA necessario per compensare la deformità dell' avampiede varo durante il periodo di contatto, mantiene la posizione pronata in carico lungo il periodo di appoggio intermedio e la propulsione.

SEGNI E SINTOMI CLINICI

Il runner con avampiede varo è più soggetto ad hallux limitus: quando la SA rimane pronata durante la propulsione, le forze di reazione al suolo mantengono la prima testa metatarsale in posizione elevata, non permettendo una normale dinamica di movimento del primo raggio e, di conseguenza, della prima metatarso-falangea. Si sviluppa così l' impingment che porta all' usura della cartilagine e successivamente alla produzione di un osteofita dorsale che impedisce di fatto la dorsiflessione del primo dito.

Si sviluppano inoltre danni potenziali associati ad una pronazione patologica: stress dello spring-ligament, neuroma di Civinini-Morton, sindrome della bandelletta ileo-tibiale e sindrome patello-femorale. La pronazione patologica va a causare ipertrazionamento della fascia che si manifesta clinicamente sotto forma di fascite plantare, la quale a sua volta va a provocare la formazione di sperone calcaneare. All' esame obiettivo è frequente riscontrare ipercheratosi su seconda e terza testa metatarsale a causa della disfunzione del primo raggio che risulta instabile (il peroneo lungo non riesce ad ancorarlo al terreno).

TERAPIA ORTESICO PODOLOGICA

La finalità della terapia ortesico-plantare è di aiutare il piede nel periodo propulsivo prevenendo il compenso in pronazione di SA. La correzione (estrinseca) consiste in un post all'avampiede, prossimale alle teste metatarsali, che presenta uno spessore mediale che va ad assottigliarsi tanto più che si lateralizza: lo spessore deve essere tale da verticalizzare la bisettrice della faccia posteriore del calcagno in carico.

2.3 AVAMPIEDE VALGO

È una deformità primitiva riscontrata in catena cinetica aperta con SA in neutra, dove il piano d' appoggio dell' avampiede non è parallelo al piano d' appoggio del retro piede. Le tre teste metatarsali centrali sono in posizione evertita rispetto alla superficie plantare del calcagno. L' avampiede valgo può essere rigido o flessibile.

COMPENSO IN CARICO

Avampiede valgo rigido:

Quando il piede entra in contatto con il suolo la SA deve supinare, i gradi di inversione calcaneare sono uguali al grado di inversione dell' avampiede. In un avampiede valgo rigido quando il piede va a terra, per poter portare a terra la quinta testa metatarsale (per rendere parallelo l' avampiede al suolo), la SA deve supinare fino a fine corsa supinatoria.

Avampiede valgo flessibile:

La MT ha la disponibilità di gradi, sul suo asse longitudinale, sufficienti a compensare quella rotazione in inversione del piano d' appoggio dell' avampiede. In un avampiede valgo flessibile, l' avampiede arriva a terra in eversione. Per andare a terra l' avampiede farà un movimento in inversione; se l' avampiede inverte, per il concetto di elica podalica, il retro piede everte, provocando la pronazione della SA.

PATTERN DI CAMMINO

La patomeccanica dell' avampiede valgo dipende dal grado di deformità e rigidità del medio-piede.

Avampiede valgo rigido:

Si caratterizza per un limitato range di movimento del mesopiede e del I raggio; l' appoggio di tutte le teste metatarsali a terra avviene con la supinazione compensatoria di SA.

Avampiede valgo flessibile:

Permette alle teste metatarsali di poggiare a terra attraverso l' inversione dell' articolazione MT sul proprio asse longitudinale e se il grado di deformità di avampiede valgo flessibile eccede il range di inversione disponibile sull' asse longitudinale di MT, sarà necessaria una dorsiflessione e inversione del I raggio e una plantar flessione e inversione del V raggio.

SEGNI E SINTOMI CLINICI

Avampiede valgo rigido:

Il runner con avampiede valgo rigido è più soggetto ad esostosi laterale al calcagno dovuta alla forte inversione calcaneare compensatoria. All' esame obiettivo è frequente riscontrare callosità sotto la prima e quinta testa metatarsale con arco longitudinale mediale molto accentuato e griffe metatarso-falangea.

Avampiede valgo flessibile:

Il runner con avampiede valgo flessibile è più soggetto ad hallux limitus ed alluce valgo: a causa della dorsiflessione in compenso del primo raggio durante la propulsione. In caso di metatarso addotto di più di 11° l' atleta andrà incontro con alta probabilità ad alluce valgo. Frequente inoltre la formazione del cosiddetto taylor' s bunion (borsite nella zona dorsale della quinta testa) poiché durante il periodo propulsivo, i meccanismi di compenso attuati per prevenire l' instabilità laterale di SA e MT incrementano il movimento delle teste metatarsali sul piano frontale. Il movimento repentino a cui sono sottoposte le teste metatarsali durante la corsa può produrre pinzamento diretto dei nervi intermetatarsali. Questo produce inizialmente una neurite e successivamente, al perpetuarsi del conflitto, degenerazione tipo Neuroma di Civinini-Morton. All' esame obiettivo è frequente riscontrare callosità sotto la prima, seconda e terza testa metatarsale. Durante la fase di contatto l' avampiede valgo flessibile impone un limitato range di movimento in inversione sull' asse longitudinale di MT e questo fa sviluppare un sovraccarico funzionale sotto la prima testa metatarsale con formazione di ipercheratosi; durante la fase di propulsione si può sviluppare una ipercheratosi sotto seconda e terza testa metatarsale a causa dell' incapacità del primo raggio di plantarflettere.

TERAPIA ORTESICO PODOLOGICA

Avampiede valgo rigido:

Eseguiamo un post anteriore retrocapitato, con cuneo valgizzante, che presenta uno spessore mediale che va ad assottigliarsi tanto più che si medializza: lo spessore deve essere tale da verticalizzare la bisettrice della faccia posteriore del calcagno in carico (al fine di riposizionare in posizione neutra la SA). Creiamo una estensione sotto-capitata che permette un controllo protratto nel periodo propulsivo.

Avampiede valgo flessibile:

Eseguiamo una Morton Reverse, post anteriore, che si estende dalla seconda alla quinta testa metatarsale, e che non presenta inclinazione. Il post anteriore permette il corretto sviluppo del carico avampodalico da laterale a mediale, perché la prima testa non prende contatto prematuramente con il suolo.

2.4 PRIMO RAGGIO PLANTARFLESSO

È una deformità primitiva riscontrata in catena cinetica aperta con SA in neutra, dove la prima testa metatarsale è plantarflessa rispetto al piano delle altre teste MT. A seconda del suo grado di mobilità, il primo raggio viene descritto: flessibile (quando in dorsiflessione va oltre la seconda testa metatarsale), semi-flessibile/semi-rigido (quando arriva a livello della seconda testa metatarsale in dorsiflessione), rigido (quando non compie movimento in dorsiflessione).

COMPENSO IN CARICO

Primo raggio plantarflesso rigido:

Il primo raggio plantarflesso rigido in carico va a causare una sindrome supinatoria. La prima testa, non essendo in grado di raggiungere il piano delle altre teste, va a causare una brusca interruzione della normale pronazione di SA nel momento di contatto con il suolo. Tutto il carico si sposta lateralmente dalla prima alla quinta testa. L'aspetto funzionale più importante del primo raggio plantarflesso rigido è la supinazione repentina compensatoria di SA.

Primo raggio semi-rigido:

Non causa particolari alterazioni a livello biomeccanico e compensi patologici.

Primo raggio plantarflesso flessibile:

Durante il periodo di contatto, il primo raggio plantarflesso flessibile dorsifletterà ed invertirà di un numero di gradi corrispondente al range di pronazione di SA. Quindi, quanto più evertirà il retro piede tanto più dorsifletterà ed invertirà il primo raggio.

PATTERN DI CAMMINO

Primo raggio plantarflesso rigido:

Determina un pattern di cammino asincrono tra astragalo e gamba (l'astragalo abduce e mentre la gamba ruota internamente). tutta l'estremità inferiore è suscettibile al danno, visto che la

normale pronazione di SA è arrestata bruscamente nel momento in cui il primo metatarsale prende contatto con il terreno.

Primo raggio plantarflesso semi-rigido:

La prima testa è incapace di sollevarsi oltre al piano delle altre teste metatarsali, cosicchè le forze di frizione associate all' eccessiva mobilità del primo raggio sono minime e la testa risulta protetta da eventuali traumi funzionali.

Primo raggio plantarflesso flessibile:

La forza di reazione al suolo sposta rapidamente il primo raggio in una posizione di dorsiflessione ed inversione.

SEGNI E SINTOMI CLINICI

Primo raggio plantarflesso rigido :

Il runner con primo raggio plantarflesso è più soggetto a neuroma di Civinini-Morton. Infatti l' atteggiamento tripode causa, per dissipare le forze di reazione al suolo, uno spostamento in alto di quarto e quinto metatarso rispetto al secondo ed al terzo. Questo determina una frizione cronica della borsa del terzo spazio intermetatarsale producendo pinzamento diretto dei nervi intermetatarsali. Inizialmente si genera una neurite e successivamente, al perpetuarsi del conflitto, degenerazione tipo Neuroma di Civinini-Morton. All' esame obiettivo è frequente riscontrare callosità sotto prima e quinta testa ed area postero-laterale del calcagno (appoggio tripode).

Primo raggio plantarflesso semi-rigido:

Nei runner con primo raggio semi-rigido vi è alta probabilità di un danno potenziale che può riguardare il sesamoide mediale. All' esame obiettivo è frequente riscontrare ipercheratosi del bordo mediale della prima articolazione metatarsofalangea.

Primo raggio plantarflesso flessibile:

Nei runners con primo raggio plantarflesso flessibile vi è alta probabilità di borsite intermetatarsale tra primo e secondo metatarso. All' esame obiettivo è frequente riscontrare ipercheratosi moderata sotto la prima testa metatarsale e più importante sotto la seconda testa con l' arco longitudinale accentuato fuori carico che si abbassa in carico.

TERAPIA ORTESICO PODOLOGICA

Indipendentemente che la deformità sia flessibile o rigida, l'obiettivo della terapia ortesico-plantare è di accomodare/alloggiare la I testa metatarsale plantarflessa. Nell'ortesi plantare si inserisce un post anteriore, che si estende dalla II alla V testa metatarsale, e che non presenta inclinazione. In questo modo, la correzione consente alla I testa di arrivare al suolo nella sua posizione plantarflessa. Il post anteriore permette il corretto sviluppo del carico avampodalico da laterale a mediale, perché la I testa non prende contatto prematuramente con il suolo. Questo post è fondamentale quando si tratta di una deformità rigida, perché, durante il periodo di contatto, consente il range di pronazione di SA necessario per assorbire lo shock da impatto.

2.5 CAVIGLIA EQUINA

È una deformità primitiva riscontrata in catena cinetica aperta con SA in neutra, dove la tibiotarsica non compie i 10° di flessione dorsale dalla sua posizione neutra (piede che forma un angolo di 90° con la tibia).

COMPENSO IN CARICO

- Piede abdotto: avendo un deficit in dorsiflessione sul piano sagittale, il corpo cerca di recuperare movimento sullo stesso piano in un' articolazione distale che glielo consenta, ovvero la MT. Il nostro corpo reagisce abducendo per sbloccare la MT con la pronazione di SA. Questo compenso provoca spesso l' "abductory twist": il calcagno ha un rapido movimento mediale subito dopo il distacco del tallone, per motivi di forza torsionale.
- Andatura molleggiata: a causa del distacco precoce del tallone dal suolo.
- Ginocchio recurvato: non avendo gradi di dorsiflessione di TT il corpo compensa recurvando il ginocchio per garantire qualche grado di movimento.

PATTERN DI CAMMINO

Durante la fase di contatto iniziale si ha una pronazione dell'articolazione SA grazie alla quale si ha un aumento del range di dorsiflessione di tutte le articolazioni a lei distali (MT). Durante l'appoggio intermedio la maggior parte degli effetti della limitazione in dorsiflessione dell' articolazione TT si hanno durante la fase di ankle rocker determinando un anormale effetto pivot (movimento di rotolamento della caviglia). La SA rimane pronata dopo il periodo di contatto iniziale così da causare un collasso del mediopiede. Se non è sufficiente il compenso in pronazione di SA, il tallone si alza precocemente durante il contatto. Durante la propulsione,

rimanendo la SA pronata anche dopo il distacco del tallone, impedisce una adeguata dorsiflessione delle articolazioni metatarsofalangee durante il fore-foot rocker.

SEGNI E SINTOMI CLINICI

Il runner con avampiede valgo flessibile è più soggetto a fascite plantare a causa di una pronazione dell'articolazione SA ad iperestensione della fascia plantare. La pronazione compensatoria di SA determina intrarotazione della tibia, intrarotazione del femore, aumento della lordosi lombare ed aumento dell'angolo lombo-sacrale.

TERAPIA ORTESICO PODOLOGICA

Viene applicato un post senza inclinazione in corrispondenza del calcagno il quale ha il compito di garantire alla tibio-tarsica qualche grado in dorsiflessione, partendo da una posizione di plantarflexione. Più è alto il post maggior disponibilità di movimento in dorsiflessione avrà il nostro paziente. Il paziente deve essere stimolato nell'eseguire uno stretching attivo quotidiano per prevenire ulteriore accorciamento della catena cinetica posteriore (21).

CAPITOLO 3: BIOMECCANICA DELLA CORSA

La corsa è una naturale progressione locomotoria bipodalica, che l' uomo attua quando necessita di muoversi più velocemente. Essa condivide molti dei propri principi fisiologici con il cammino. Come la deambulazione, la corsa è un'azione che può essere descritta e divisa in cicli. Andiamo ad analizzare la corsa seguendo alcuni punti:

- La corsa è presente, per definizione, dopo il passaggio dalla fase di doppio appoggio della deambulazione alle due fasi di “volo”, ossia due fasi in cui non è presente contatto a terra con nessuno dei due arti inferiori. Nella transizione dalla deambulazione alla corsa, la durata della fase di appoggio di entrambi i piedi passa dal 60% al 40% della durata del semipasso. Un aumento della velocità della corsa, inoltre, diminuisce la durata del semipasso, diminuendo la durata e la percentuale di appoggio dei piedi ed aumentando, invece, la durata della fase di “volo”.
- Biomeccanicamente il corpo passa da una situazione che simula il movimento di un pendolo durante la deambulazione ad una situazione più simile al movimento di una molla durante la corsa. Il trasferimento ciclico dell'energia cinetica a potenziale avviene con l'estensione dell'arto inferiore che è a contatto col suolo mantenendo in avanti il baricentro e permettendo un avanzamento dell'altro arto (non per niente la deambulazione può essere definita come una continua caduta in avanti controllata). Nella corsa si genera così un accumulo di energia elastica da parte dei muscoli, tendini e legamenti durante la fase di contatto al suolo del piede con le tre articolazioni dell'arto inferiore in posizione flessa che rilasciano poi l'energia accumulata durante l'estensione per permettere la fase di volo.
- A differenza del cammino, nel quale può essere descritto un pattern generale di movimenti, dell'attivazione muscolare e della cinematica articolare, nella corsa questi parametri variano di molto tra loro se si considera che si ha una grande varietà di velocità di corsa (da un lento jogging ad uno rapido sprint).
- Un aumento di velocità richiede una maggior escursione articolare, una maggior ampiezza del movimento ed una maggior forza muscolare. L'assenza o carenza di questi elementi può portare ad un “overuse” delle strutture corporee con un incremento del rischio di infortuni sul lungo termine. Per una persona che comincia a correre per la prima volta, è indispensabile un periodo di adattamento del sistema muscoloscheletrico alle grosse richieste prestazionali che richiede la corsa, pena un potenziale aumento del rischio di lesioni come tendiniti o fratture da stress. Quando abbiamo necessità di aumentare la nostra velocità avviene il passaggio dalla camminata alla corsa, non per

l'incapacità di camminare veloce, ma per la maggior efficienza energetica della corsa dal momento in cui vengono raggiunte velocità attorno ai 2.1-2.2 m/s.

3.1 MOVIMENTO DELLE SINGOLE ARTICOLAZIONI

Durante la corsa a basse velocità, molti runner impattano il suolo con il tallone, e vengono chiamati "rearfoot stricker". Si differenziano dai "midfoot stricker", che impattano con tutta la pianta del piede e dai "forefoot stricker", che invece impattano con l'avampiede. Con l'aumento della velocità di corsa molti corridori passano da un appoggio retropodalico ad un appoggio avampodalico. Un runner alle prime armi, invece, preferirà un appoggio di retropiede, quindi di tallone perchè più economico dal punto di vista energetico. Si pensa ma non si ha la certezza scientifica che i "forefoot strickers" corrano in maniera più adatta al raggiungimento di grandi prestazioni sportive poiché riescono a sfruttare meglio la cosiddetta "caduta in avanti controllata", teoria spiegata da Dananberg nel "Saggio sulla facilitazione sul piano sagittale"(22,23). Indipendentemente dal tipo di appoggio al suolo, l'anca rimane sempre vicina alla posizione neutra in questa fase. Il contatto iniziale è poi seguito da una dorsiflessione di caviglia derivante dal momento flessorio di tibiotarsica per il rotolamento in avanti della tibia a causa della flessione di ginocchio che sta avvenendo, controllata eccentricamente quindi dai flessori plantari di tibiotarsica. Questa dorsiflessione di tibiotarsica è immediatamente seguita da una flessione plantare combinata all'estensione di ginocchio che permette la propulsione. Le forze di reazione all'impatto al suolo sono maggiori nella corsa rispetto alla deambulazione e quindi la dorsiflessione di caviglia permette un accumulo dell'energia potenziale che poi sarà trasformata in energia cinetica dai flessori plantari. Inoltre, la forza di impatto è maggiore e quindi è maggiore l'energia potenziale accumulata che permette un risparmio energetico nel ciclo della corsa. Considerando che le forze agenti sono circa 3-4 volte il peso corporeo, questo può portare ad infortuni a livello del tallone, specialmente fratture da stress. E' quindi consigliabile, quando le velocità aumentano e di conseguenza aumentano anche le forze di reazione al suolo, cambiare il tipo di appoggio verso la parte anteriore della pianta del piede. Ad alte velocità, inoltre, la risposta in flessione plantare del piede che permette la spinta propulsiva è più veloce e fluida con un appoggio di tipo "forefoot", che non prevede quindi il rotolamento del piede per arrivare alla fase di flessione plantare. Negli sprinter è quindi indispensabile, oltre che naturale, appoggiare di avampiede (24,25).

CAPITOLO 4: MATERIALI E METODI

4.1 ANAMNESI ED ESAME OBIETTIVO

Per poter capire di quali patologie soffrono gli atleti presi in considerazione necessito di una corretta diagnosi podologica per la quale è risultato fondamentale applicare una scheda di valutazione e protocollo presente sul Volume II del libro Valutazione biomeccanica del piede di Melton Root.

VALUTAZIONE FUNZIONALE		
OPERATORE		PAZIENTE
ANAMNESI		
Sesso	Età	Altro:
Anamnesi remota (patologie sistemiche, traumi, familiarità, etc)		
Anamnesi prossima (patologie sistemiche, traumi, familiarità, etc)		
Sintomatologia		
Caratteristiche del disturbo		
Altri disturbi presenti		
Terapie in corso: Farmacologiche Ortesiche Fisiche Altro		
Accertamenti diagnostica per immagini		

Deambulazione	Contatto iniziale	Appoggio intermedio	Propulsione
	Neutro Pronato Supinato	Pronato Supinato	Pronato Supinato
	Ds _____	_____	_____
	Sn _____ (indicare con una X)	_____	_____
	Altro:		
Altro			

Per il podologo è indispensabile l'uso della scheda di valutazione biomeccanica, al fine di annotarne le informazioni ed i dati relativi al paziente che vengono rilevati. Nella scheda di valutazione vi è una parte iniziale dedicata ad i dati del paziente (sesso,età). Segue una parte dedicata ad anamnesi ed esame obiettivo podologico che precede la parte dedicata alla valutazione funzionale vera e propria. L'anamnesi è la raccolta che viene effettuata tramite voce diretta con il paziente di tutti quei dati o informazioni, notizie e sensazioni che possono aiutarci a indirizzarci verso la soluzione di un quesito diagnostico. Nell'anamnesi vengono quindi rilevati i traumi, le patologie che il paziente ha avuto durante la propria vita e gli interventi chirurgici ai quali è stato sottoposto. Essa è divisa in remota (patologie ed interventi prima dell'ultimo anno di vita) e recente (patologie ed interventi nell'ultimo anno di vita). Fondamentale rilevare le patologie familiari con tendenza ereditaria. Dopo aver eseguito l'anamnesi si procede con l'esame obiettivo. Per esame obiettivo si intende l'insieme di manovre diagnostiche effettuate dall'operatore sanitario per verificare la presenza o l'assenza, nel paziente, dei segni (o sintomi obiettivi) indicativi di una deviazione dalla condizione di normalità fisiologica. Esso rappresenta un momento basilare della diagnosi podologica e si svolge principalmente in cinque passaggi:

- Osservazione: durante l'osservazione si ricercano alterazioni dei parametri fisiologici che possono essere utili a rinforzare il sospetto clinico o a delineare la storia clinica del paziente. Si comincia osservando la deambulazione del paziente a partire dal momento in cui fa ingresso in ambulatorio. Una volta accomodatosi sulla poltrona, è possibile proseguire con una valutazione della morfologia delle lamine ungueali e della ricerca di eventuali annessi cutanei, discromie, disidrosi o anidrosi, possibili ferite o esiti cicatriziali e di zone ipercheratosiche.

- Ispezione: si indagano le zone che ad una prima osservazione risultano di difficile inquadramento, come gli spazi interdigitali ed i bordi periungueali. A livello interdigitale si potrebbe verificare la presenza o meno di macerazioni (frequenti negli atleti che si allenano quotidianamente), tilomi (frequenti nell' atleta che si allena con scarpe minimaliste), etc.
- Palpazione: viene effettuata tramite la palpazione di una regione anatomica analizzandone il tessuto sottocutaneo ricercando eventuali cisti o noduli. Tramite la digitopressione si ricercano eventuali zone di dolore. Inoltre, viene verificata la possibile presenza del cosiddetto scalino termico, ovvero una differenza di temperatura tra gamba e piede.
- Auscultazione: tramite la palpazione si rilevano le arterie di maggior interesse podologico, l'arteria pedidia e l'arteria tibiale posteriore. In alcuni casi si esegue anche in corrispondenza dell' arteria poplitea.
- Manovre e test: le manovre sono una serie di procedure che vengono attuate per valutare i gradi di movimento delle articolazioni definendone il grado di rigidità e di riducibilità. I test sono verifiche che il podologo attua per validare il più possibile il suo processo logico-deduttivo, tra questi: Jacks test, navicular drop/drift test, tip-toe test, test di Coleman, scatto di Mulder, supination resistance test, maximum pronation test, alcuni dei quali eseguibili sia in neutral calcaneal stance position (NCSP) ed in resting calcaneal stance position (RCSP).

4.2 VALUTAZIONE FUNZIONALE

La valutazione funzionale podologica del piede è il presupposto irrinunciabile per una corretta comprensione del quadro clinico di un determinato paziente e, di conseguenza, del protocollo terapeutico necessario alla risoluzione del problema rilevato dal Podologo. La Valutazione Podologica valuta non tanto la morfologia podalica quanto la funzione della struttura del piede, dunque i singoli componenti ossei, movimenti articolari e compensi posturali dei distretti correlati. La valutazione funzionale podologica deve sempre essere articolata in tre momenti, tutti e tre fondamentali e strettamente correlati tra loro:

- Visita in clinostatismo (in catena cinetica aperta): il paziente è sdraiato sul lettino, andiamo a valutarne le deformità primitive e il rapporto tra avampiede e retropiede.
- Visita in ortostatismo (in catena cinetica chiusa): andiamo ad osservarne l'adattamento del piede sotto il carico corporeo ed eventuali compensi coerenti con le deformità osservate durante la visita in clinostatismo.

- Visita in deambulazione: facciamo camminare il paziente ed osserviamo eventuali pattern patologici del cammino, ovvero se le deformità causano e creano compensi anche durante la deambulazione.

Durante la visita in clinostatismo, nella valutazione funzionale di ciascuna articolazione, devono essere esaminati tre parametri fondamentali:

- Qualità: consiste nella percezione del movimento articolare sia da parte dell' operatore sanitario che da parte del paziente. In caso di una alterazione della qualità del movimento possono essere percepiti scrosci articolari, dolore da parte del paziente o lassità legamentosa.
- Direzione: si osserva la direzione e la posizione reciproca di un componente articolare rispetto all'altro durante il movimento di un' articolazione.
- Ampiezza: si tratta della massima ampiezza di movimento consentita per ogni componente articolare rispetto all'altro, definita escursione articolare (ROM). L' ampiezza articolare è misurabile attraverso l' uso del goniometro.

Basando la propria valutazione sugli otto criteri biofisici di normalità descritti da Root, il podologo valuta le articolazioni del piede (10). I seguenti criteri rappresentano le relazioni ideali che devono intercorrere tra i segmenti ossei del piede e della gamba affinché si abbia la massima efficienza durante la statica e la deambulazione. Tali relazioni ideali raramente si osservano nella pratica clinica, e rappresentano la base per la valutazione del grado di deformità presente. Tali criteri biofisici di normalità vengono elencati qui in seguito:

- Il terzo distale di gamba è verticale.
- Le articolazioni del ginocchio, della tibiotarsica e della sotto astragalica si trovano su piani trasversi paralleli alla superficie di appoggio;
- L'articolazione sottoastragalica si trova nella sua posizione neutra;
- La linea di divisione della superficie posteriore del calcagno è verticale;
- L'articolazione mediotarsica è bloccata nella posizione di massima pronazione (di conseguenza l'avampiede è bloccato contro il retro piede durante la statica);
- Il piano plantare dell'avampiede è parallelo a quello del retro piede ed entrambi sono paralleli alla superficie di appoggio. In questa posizione la linea di sezione sagittale della superficie posteriore del calcagno è perpendicolare al piano plantare del piede;
- Il secondo, il terzo ed il quarto metatarsale sono in totale flessione dorsale e la superficie plantare delle teste metatarsali descrive un piano comune parallelo alla superficie di appoggio;

- Il primo ed il quinto metatarsale sono disposti in una posizione tale che la superficie plantare delle loro teste giace sullo stesso piano trasversale della seconda, della terza e della quarta testa metatarsale.

Con l'ausilio del goniometro il podologo va a valutare le seguenti unità funzionali (fondamentale la compliance del paziente durante questo procedimento):

ANCA

La valutazione dell'anca è importante per verificare nell'atleta l'eventuale presenza di dismetrie o di un eventuale posizione neutra in extra/intrarotazione di queste articolazioni. Poniamo il paziente steso sul lettino e supino, con i piedi appena al di fuori dal lettino. Procediamo con l'annullamento della catena posturale posteriore: braccia lungo il corpo, flessione delle ginocchia e sollevamento del bacino. Una volta che il paziente riallunga le gambe si avvicinano i malleoli per controllare eventuali dismetrie ponendo gli indici al di sotto dei malleoli mediali del runner. Dopo aver fatto ciò prendo il calcagno del paziente e pongo la sua rotula allo zenit (parallela al pavimento) e compio una rotazione interna ed una rotazione esterna: in questo modo valuto quanti gradi il paziente compie di intra/extrarotazione. Posso ripetere la misurazione flettendo anca e ginocchio e ruotando nuovamente verso l'interno e verso l'esterno. In questo modo calcolo la posizione neutra di anca, se intra o extraruotata. In condizioni di normalità:

- I gradi di rotazione esterna si equivalgono con quelli di rotazione interna rispetto alla posizione neutra dell'anca.
- Quando il ginocchio si trova sul piano frontale la posizione dell'anca è neutra e viene considerata normale anche una rotazione interna o esterna entro i 10°. Questa possibile alterazione non modifica la funzione del piede bensì l'angolo del passo.
- Per un cammino normale è necessario un arco di movimento che sia all'incirca di 15°-20°.

ARTICOLAZIONE SOTTOASTRAGALICA

L'esame della sottoastragalica è una fase fondamentale dell'esame funzionale. Il paziente è steso prono sul lettino e solleva l'anca controlaterale in modo che l'operatore abbia il calcagno sul piano frontale. Si muove la sottoastragalica in massima pronazione ed in massima supinazione, si traccia la bisettrice del calcagno dopo aver palpato i punti di repere (tubercolo mediale e laterale del calcagno) e si traccia la bisettrice della gamba dalla giunzione muscolotendinea del tricipite surale all'emergenza cutanea del tendine d'achille. In seguito si misurano con il goniometro i gradi di massima inversione e massima eversione del calcagno. In

questo modo ho calcolato il range di movimento della SA. Sapendo che la SA compie 1/3 in eversione (pronazione) e 2/3 in inversione (supinazione) applico la seguente formula:

- gradi di inversione+gradi eversione = range totale
- range totale / 3 X 2 = inversione ottimale
- gradi di inversione - inversione ottimale = deformità primitiva di sottoastraglica

Se il risultato è positivo avremo una deformità in varismo, se il risultato è negativo avremo una deformità in valgismo. In condizioni di normalità:

- L'inversione del calcagno è il doppio dell'eversione, facendo riferimento alla linea divisoria del terzo distale della gamba.
- La posizione neutra della sottoastraglica si verifica quando il calcagno è perpendicolare al suolo e parallelo al terzo distale della gamba. Vengono considerati valori di normalità entro i 2° di varismo o valgismo.
- Per una normale deambulazione è richiesta mediamente un'escursione articolare che va da 4° a 6° di inversione del calcagno durante il movimento di supinazione e lo stesso per i gradi di eversione richiesti durante la pronazione. È perciò necessario un arco di movimento articolare che sia di circa 8°-12°.

ARTICOLAZIONE MEDIOTARSICA

L'esame della mediotarsica si effettua con la sottoastraglica in neutra e la mediotarsica totalmente pronata sull'asse longitudinale (a fine corsa pronatoria). Si prende come riferimento il piano d'appoggio del retropiede con il piano d'appoggio dell'avampiede. A livello dell'avampiede dobbiamo prendere come riferimento il piano passante dalla seconda, terza e quarta testa metatarsale: in condizione di normalità l'avampiede deve essere parallelo al retropiede (non mi interessa se il retropiede è varo o valgo, avampiede e retropiede devono essere paralleli). In caso quindi mi trovassi di fronte ad un pz con retropiede varo, l'avampiede dovrà essere parallelo al retropiede risultando, l'avampiede, in varismo rispetto alla tibia. In condizioni di normalità:

- Se l'articolazione sottoastraglica è in posizione neutra, la mediotarsica si trova bloccata in massima pronazione attorno al proprio asse longitudinale ed il piano plantare dell'avampiede è parallelo al retropiede.
- Non è nota la minima escursione articolare necessaria per un cammino normale.

PRIMO RAGGIO

Viene esaminato il primo raggio mantenendo il paziente in posizione supina con i piedi oltre la fine del lettino. L'esame del primo raggio si compie sempre con la sottoastragale in neutra e la mediotarsica in pronazione sull'asse longitudinale. Si parte dalla condizione biofisica di normalità per cui il primo raggio rispetto alla seconda, terza e quarta testa metatarsale deve compiere la stessa quantità di movimento sia in dorsiflessione sia in plantar flessione. Quando il primo raggio fa più movimento in dorsiflessione rispetto alla plantar flessione è definito primo raggio dorsiflesso, viceversa se compie più movimento in plantar flessione rispetto alla dorsiflessione è definito primo raggio plantar flesso. In condizioni di normalità:

- Se l'articolazione sottoastragale è in posizione neutra, la mediotarsica si trova bloccata in massima pronazione attorno al proprio asse longitudinale e la prima testa metatarsale si muove con la stessa escursione sia sopra che sotto al piano delle altre teste metatarsali.
- Non è nota la minima escursione articolare necessaria per un cammino normale.

ARTICOLAZIONE TIBIOTARSICA

Durante la valutazione dell'articolazione tibiotarsica il paziente deve accomodarsi in posizione supina con i piedi oltre la fine del lettino, mantenendo sempre una posizione rilassata. L'esame della tibiotarsica è l'esame che valuta la limitazione della dorsiflessione. Posiziono la sottoastragale del paziente in posizione neutra assicurandomi che la mediotarsica sia in completa pronazione sull'asse longitudinale. Vado a misurare con il goniometro l'angolo gamba-piede, se la flessione dorsale è inferiore ai 10° fletto il ginocchio del paziente e vado a misurare di nuovo. Se guadagno gradi di dorsiflessione la limitazione è causata da una retrazione dei gastrocnemi. In condizioni di normalità:

- La minima escursione articolare in dorsiflessione per un cammino normale è di 90°-95° circa.

PRIMA ARTICOLAZIONE METATARSOFALANGEA

Viene esaminata la prima articolazione metatarsofalangea mantenendo il paziente in posizione supina con i piedi oltre la fine del lettino. L'operatore pone l'articolazione sottoastragale in posizione neutra e la mediotarsica in massima eversione. Viene misurata l'escursione in flessione dorsale partendo dalla posizione normale in cui si trovano il primo raggio e l'alluce. Il braccio fisso del goniometro deve essere posizionato parallelamente alla diafisi del primo osso metatarsale mentre il braccio mobile parallelamente alla diafisi della falange prossimale

dell'alluce. L'operatore, con una mano, plantarflette il primo raggio e con l'altra porta il massima flessione dorsale l'alluce. Sottraendo ai gradi raggiunti i gradi di partenza si ottiene l'escursione articolare della prima articolazione metatarsofalangea. In condizioni di normalità:

- La minima escursione articolare in dorsiflessione necessaria per un cammino normale è di 65°-75° circa.

4.3 VISITA IN ORTOSTASI

ORTOSTASI LIBERA:

Viene osservato il paziente in stazione eretta su una superficie rigida, in posizione naturale di appoggio (Resting Calcaneal Stance Position). L'operatore si posiziona posteriormente rispetto al paziente, in modo tale da avere lo sguardo parallelo alla superficie posteriore del calcagno. L'operatore può procedere tracciando la linea di divisione del calcagno, andando a misurare l'angolo che tale linea va a formare con il terreno. In condizioni di normalità, la linea divisoria del terzo distale della gamba è parallela a quella del calcagno e perpendicolare alla superficie di appoggio (posizione neutra). In questa posizione viene osservata anche la tibia che in condizioni di normalità dovrebbe risultare perpendicolare al suolo. Se questo non viene verificato, sulla scheda verranno riportati i gradi di varismo o di valgismo tibiale. Possiamo avvalerci della pedana baropodometrica da utilizzare in modalità statica. L'analisi statica è in grado di darci dati quali:

- Superficie di appoggio
- Pressione
- Forza
- Carico
- Baricentro corporeo
- Baricentro degli arti inferiori

ORTOSTASI CONTROLLATA:

Per andare a ricercare la posizione neutra del nostro paziente (NCSP), lo posizioniamo in maniera tale da essere in stazione eretta con i piedi posizionati con la loro angolazione e distanza tipica del cammino normale. L'esaminatore si pone posteriormente al paziente per portare lo sguardo parallelo alla superficie posteriore del calcagno. La NCSP si basa sulla contemporaneità di tre criteri:

- La corrispondenza tra il tubercolo mediale e laterale dell'astragalo con il calcagno.
- La congruenza tra la curva sopra e quella sotto il malleolo laterale.

- La linearità della superficie laterale del piede a livello dell'articolazione calcaneocuboidea.

In condizioni di normalità si verificano le tre condizioni qui sopra descritte associate alla perpendicolarità della linea di divisione della superficie posteriore del calcagno rispetto al suolo.

4.4 VISITA IN DEAMBULAZIONE

L'ultima fase della valutazione funzionale riguarda l'analisi del cammino nella quale vengono osservati eventuali pattern patologici del piede durante la dinamica. Sulla scheda saranno quindi indicate le relative posizioni a seconda della fase (26,27). Possiamo anche avvalerci della pedana baropodometrica per effettuare visite in dinamica. L'analisi è in grado di darci diverse informazioni:

- Tempo di appoggio
- Superficie di appoggio
- Forza
- Pressione massima
- Pressione media
- Baricentro

4.5 FASI DI PROGETTAZIONE E CARATTERISTICHE DELLA TERAPIA ORTESICO PLANTARE

L'ortesi plantare è un dispositivo medico realizzato interamente su misura creata per indirizzare gli aspetti patomeccanici di un piede che possono avere natura funzionale o strutturale. In genere si utilizza in quei pazienti con problematiche di piede doloroso che hanno tentato un percorso riabilitativo con strumenti ricevuti senza prescrizione podologica o in pazienti con deformità gravi che richiedono l'utilizzo di strumenti a prescrizione podologica. Le informazioni necessarie che il podologo deve raccogliere ai fini di una precisa realizzazione ortesico-plantare sono: numero, lunghezza e larghezza della scarpa, dima della calzatura, eventuali lesioni del piede, il peso del paziente, l'età e l'attività fisica che svolge il paziente ed infine i dati biomeccanici relativi alla deformità da trattare. L'ortesi plantare può essere di due tipi: funzionale, quando l'obiettivo del podologo è di migliorare la funzionalità dell'articolazione (l'impronta generalmente viene presa in posizione neutra di SA) oppure accomodative, progettate per migliorare la distribuzione delle pressioni che agiscono sul piede, adatte per pazienti con basse richieste funzionali (l'impronta generalmente non viene presa in

neutra di SA). La presa d' impronta in ambito podologico viene eseguita prevalentemente in due maniere. Il primo modo è la presa d' impronta su schiuma fenolica, metodo rapido, economico ma con un grado di precisione non altissimo. Il paziente viene fatto sedere su una seggiola e si poggiano i suoi piedi (uno alla volta) sulla schiuma. Importante assicurarsi che l' anca, il ginocchio e la tibiotarsica vadano a formare angoli di 90°. Fondamentale assicurarsi che la sottoastragale del paziente sia in neutra mentre si esegue la presa. Il secondo metodo per poter realizzare una presa d' impronta è quello di utilizzare una benda gessata per realizzare una scarpina gessata. Metodo a basso costo, che richiede senza dubbio una disponibilità di tempo maggiore rispetto al primo, una compliance maggiore del paziente ed è fondamentale l' abilità del operatore per la corretta riuscita. Anche in questo caso molto importante che durante la presa d' impronta la sottoastragale del paziente rimanga in posizione neutra. Nel mio caso ho optato per entrambe le prese d' impronta, al fine di lavorare con due gessi per ogni piede, per aumentare la precisione e l' affidabilità del lavoro. Le fasi con cui sono state realizzate le tre ortesi plantari riguardanti questa tesi sono le seguenti:

- Si prepara l' impasto gessato composto da gesso in polvere e acqua. Lo si lascia riposare affinché raggiunga una consistenza ideale per essere versato all' interno di schiuma o scarpina gessata.
- Quando il gesso ha raggiunto la completa solidificazione, si rimuovono gli strati della scarpina gessata in modo tale da ottenere il calco positivo del piede. Nel caso di impronta su schiuma fenolica, si rimuove la schiuma prima manualmente e successivamente con specifiche spatole solamente dopo che il gesso abbia raggiunto la completa asciugatura.
- Si esegue il lavoro di stilizzazione del calco positivo al fine di andare a considerare l' espansione dei tessuti molli al momento in cui il piede si trova in carico all' interno della calzatura. Viene inoltre eseguita una modifica intrinseca al plantare per il caso clinico numero 2, chiamata estensione di Morton.
- Si taglia una lastra di polipropilene da 2mm con apposito seghetto elettrico e la si inserisce nel fornello fino a 180°-200°, ovvero temperatura di termoformatura. Quando il materiale risulta pronto, viene disteso sulla pianta del calco positivo, il quale era stato precedentemente posizionato all' interno del vacuum (macchinario utilizzato per termoformare).
- Si passa poi alla mola per andare a rifinire l' anima del plantare.
- Si passa al rivestimento del plantare sulla superficie inferiore con un materiale plastico (battola) che garantisce protezione all' anima ed aderenza all' interno della calzatura.

- Successivamente si riveste la superficie superiore del plantare (quella che entrerà a contatto con il piede del paziente) con un materiale che garantisca un corretto ammortizzamento (shock absorber) e che permetta una corretta aderenza del piede sopra l'ortesi.
- Dopodichè è sempre buona cosa farsi consegnare un paio di scarpe dal paziente per provare direttamente in laboratorio se le dimensioni del plantare sono state rispettate.

CAPITOLO 5: MATERIALI E METODI

5.1 SENSORE INERZIALE E PROTOCOLLO UTILIZZATO

In questo studio ci si è avvalsi di uno strumento chiamato *Wiva Science*. Il *Wiva Science* è un dispositivo di analisi del movimento che si basa sull'impiego di sensori inerziali e sulla trasmissione wireless via Bluetooth dei dati acquisiti allo smartphone ad esso associato, resi inoltre visibili in tempo reale sul PC. Caratteristiche tecniche:

- Batteria: 3.3 V
- Autonomia: 12/14 h
- Tempo di ricarica: 4 h
- Interfaccia di comunicazione: Bluetooth 4 low energy
- Memoria: 4Gb
- Dimensioni: 35 x 37 x 15 mm
- Peso (inclusa la batteria): 50 g
- Frequenza: fino a 1000 Hz
- Temperatura di utilizzo: 0 – 60°C
- Sensibilità accelerometro: ± 1.5 g
- Sensibilità giroscopio: 300 degrees/s



Figura 5.1: sensore Wiva



Figura 5.2: sensore Wiva indossato dall' atleta

Siccome nelle valutazioni funzionali non sempre è possibile misurare direttamente una grandezza nell'ambito della valutazione funzionale, si utilizzano misure indirette della qualità che si vuole indagare periodicamente. Per essere considerata scientifica una misura deve rispettare le seguenti caratteristiche:

- Deve risultare valida, cioè il grado di accordo tra la misura e il valore “vero” del fenomeno deve essere elevato.

- Deve risultare riproducibile, in quanto la serie di misure effettuate devono essere concordi tra loro.
- Deve essere ripetibile, ovvero deve esservi concordanza tra una serie di misure di uno stesso misurando, mantenendo le stesse condizioni (metodo di rilevamento, medesimo operatore, strumento di misura, luogo, modalità di utilizzo dello strumento e del misurando in un breve periodo) per le singole misurazioni.

Le analisi della corsa con il sistema *Wiva Science* permettono valutazioni sul campo facili da eseguire per qualunque operatore sanitario. Il sensore viene posizionato attraverso una specifica cintura elasticizzata sulla parte bassa della schiena del paziente ad altezza della vita, in particolare a livello delle vertebre L4-L5. Il fissaggio deve essere più rigido possibile per evitare oscillazioni indesiderate che possano compromettere il rilevamento dei dati e di conseguenza il test funzionale. Prima di andare ad eseguire il nostro test è importante andare ad inserire alcuni dati tra cui: altezza, peso, durata corsa del nostro paziente all' interno dell' applicazione per permettere il settaggio del dispositivo. Mentre viene eseguita la corsa il sensore ci garantisce la trasmissione dei dati al dispositivo che va collegato ad esso tramite bluetooth. Il dispositivo mobile, preferibilmente con tecnologia Android, viene indossato dal runner grazie ad una fascia che viene fissata al braccio. Fondamentale assicurarsi del corretto accoppiamento bluetooth tra sensore e smartphone prima di eseguire ogni test per evitare una acquisizione parziale dei dati. Il runner indossa inoltre il cardiofrequenzimetro con relativo GPS da polso. Dopo aver equipaggiato il paziente di tutti gli strumenti possiamo procedere con la corsa in condizioni ben precise:

- Terreno pianeggiante. Il sensore registra parametri alterati in salita e discesa, perdendo i riferimenti sui tre piani.
- Percorso almeno di 5-6 km. Il paziente deve aver fatto almeno un minimo di fatica.
- Percorso facilmente riproducibile durante il secondo test con il sensore, quando il paziente indossa l' ortesi.
- Percorso senza ostacoli o interruzioni.
- Percorso che non sia una pista di atletica (il paziente avrà delle alterazioni nei movimenti del bacino troppo alterate a causa della presenza di curve molto ampie unidirezionali).

5.2 PARAMETRI REGISTRATI

È possibile registrare vari parametri grazie al sensore *Wiva*, i quali vengono visualizzati dopo il test sia sull' app *WivaScience* che nella sezione privata del sito <http://www.loran->

engineering.com . All' interno dell' applicazione alcuni parametri vengono elencati nella pagina principale, altri vengono rappresentati in un grafico a torta, il quale è inoltre suddiviso in una parte sinistra (piede sinistro) ed in una parte destra (piede destro).

I parametri all' interno di tale grafico a torta sono i seguenti:

- La percentuale di rotolamento (fase della corsa nella quale il piede è a contatto con il terreno) del piede sinistro e del piede destro di tutta la durata della corsa.
- La percentuale di emipasso (fase della corsa compresa tra il contatto di un piede ed il contatto dell' altro piede) del piede sinistro e del piede destro di tutta la durata della corsa.
- La percentuale di oscillazione (fase della corsa nella quale il piede non è a contatto con il terreno) del piede sinistro e del piede destro di tutta la durata della corsa.

I parametri non contenuti all' interno di questo grafico sono i seguenti:

- Il doppio volo (%) (fase della corsa nella quale entrambi i piedi sono distaccati dal terreno).
- Il passo destro (ms) (la durata media del passo destro).
- Il passo sinistro (ms) (la durata media del passo sinistro).
- Passo medio (ms) (la durata media dei passi eseguiti).
- Emipasso destro (ms) (la durata media dell' emipasso destro).
- Emipasso sinistro (ms) (la durata media dell' emipasso sinistro).
- Emipasso medio (ms) (la durata media degli emipassi eseguiti).
- Rotolamento destro (ms) (la durata media di rotolamento del piede destro).
- Rotolamento sinistro (ms) (la durata media di rotolamento del piede sinistro).
- Rotolamento medio (ms) (la durata media di rotolamento).
- Oscillazione destra (ms) (la durata media di oscillazione del piede destro).
- Oscillazione sinistra (ms) (la durata media di oscillazione del piede sinistro).
- Oscillazione media (ms) (la durata media di oscillazione).
- Doppio volo (ms) (la durata media del periodo di doppio volo).
- Cadenza (passi/min) (numero di passi al minuto).
- Numero contatti (numero di volte che i piedi entrano in contatto con il suolo).

L' interfaccia di questa applicazione ci permette inoltre di visualizzare altre 4 schermate contenenti grafici relativi ai seguenti parametri biomeccanici:

- Spostamento pelvi (cm).
- Tilt pelvi ($^{\circ}$) (si intende il movimento del bacino in anti ed in retroversione, sul piano sagittale).
- Obliquity pelvi ($^{\circ}$) (si intende in movimento in inversione ed eversione della pelvi, sul piano frontale).
- Rotation pelvi ($^{\circ}$), (si intende il movimento di rotazione della pelvi, sul piano trasversale).

I parametri che vengono presi in considerazione in questa tesi al fine di paragonare i dati registrati nel test senza ortesi con il test con ortesi sono:

- Spostamento pelvi (cm).
- Tilt pelvi ($^{\circ}$).
- Obliquity pelvi ($^{\circ}$).
- Rotation pelvi ($^{\circ}$).
- La percentuale di rotolamento.
- La percentuale di emipasso.
- La percentuale di oscillazione.

CAPITOLO 6: CASI CLINICI

I pazienti presi in esame sono degli atleti professionisti che ogni giorno in allenamento percorrono una distanza media di 10 km con un andatura media di 4min/km. In gara tutti e tre gli atleti realizzano i 10 km in un tempo che varia dai 30.15 min a 31.15 min. Ritengo molto importante realizzare questo tipo di analisi su atleti che svolgono la loro attività sportiva ad alto livello e intensità, per andare a ridurre al minimo il margine di errore dato da fattori intrinseci all'atleta. Su questi tipi di atleti i test hanno un grado di validità più elevato rispetto ad atleti che si allenano saltuariamente e che di conseguenza cambiano spesso la loro performance. Infatti realizzare un tipo di studio del genere su atleti non professionisti comporta un rischio più alto di alterazione dei parametri registrati tra un test e l' altro. Atleti professionisti hanno una maggiore sensibilità e controllo del gesto atletico conferendo al test maggiore veridicità e potendo comunicare al "mandante" del test importanti feedback sull' utilizzo dell' ortesi in maniera più precisa e dettagliata. Per aiutarmi nella valutazione del dolore riferito dal paziente ho utilizzato il FHSQ (the foot health status questionnaire), ovvero un questionario validato scientificamente e costantemente aggiornato. Si è rivelato molto utile sia per quantificare il dolore podalico che essi hanno quotidianamente che per fare un paragone tra il dolore da loro riscontrato pre e post trattamento ortesico (28).

6.1 CASO CLINICO N1

Nome: A

Cognome: D

Sesso: M

Altezza: 170cm

Peso: 56kg

Numero di scarpe: 42

Età: 26 anni

Professione: studente, passa la maggior parte della giornata seduto

Anamnesi:

Il ragazzo riscontra dolore presso l' origine mediale della fascia plantare soprattutto al mattino appena sveglio e dopo un intenso allenamento.



Esame obiettivo e valutazione funzionale:

Dopo accurato esame obiettivo e valutazione funzionale ho riscontrato le seguenti deformità primitive a catena cinetica aperta: tibiotarsica limitata in dorsiflessione poiché raggiunge al massimo gli 85° gradi e recupera fino a 90° solo con ginocchio flesso. Il retro piede è varo di 4° nel piede destro e di 2° nel piede sinistro. La sottoastraglica presenta una limitazione in pronazione bilateralmente. Il primo raggio del piede destro compie un movimento in dorsiflessione maggiore rispetto alla plantar flessione. L' avampiede è retto bilateralmente. La prima metatarso-falangea ha la corretta escursione articolare. In ortostatismo l' arco longitudinale mediale di entrambi i piedi è abbassato, con calcagno in eversione. La prima metatarso-falangea ha la corretta escursione articolare in dorsiflessione. Ho eseguito il tip/toe test per valutare l' integrità della componente muscolo-legamentosa, precisamente l' azione del tibiale posteriore e del tendine d' Achille. Il jacks test è positivo sia in resting calcaneal stance position che in neutral calcaneal stance position. Ho riscontrato che il paziente ha ancora range di movimento in pronazione a seguito di maximum pronation test. Ho riscontrato index minus bilaterale, ovvero un primo osso metatarsale più breve rispetto al secondo.

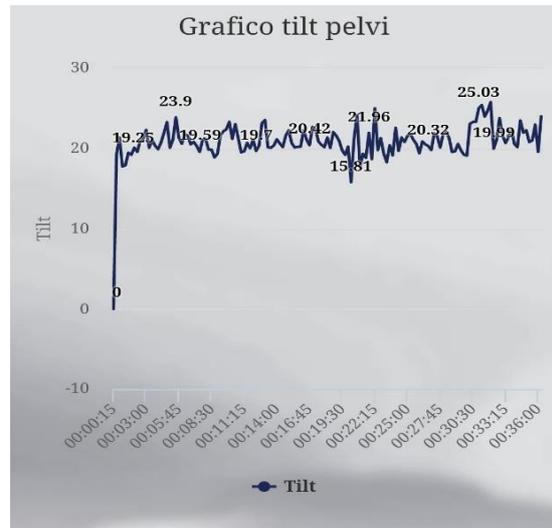
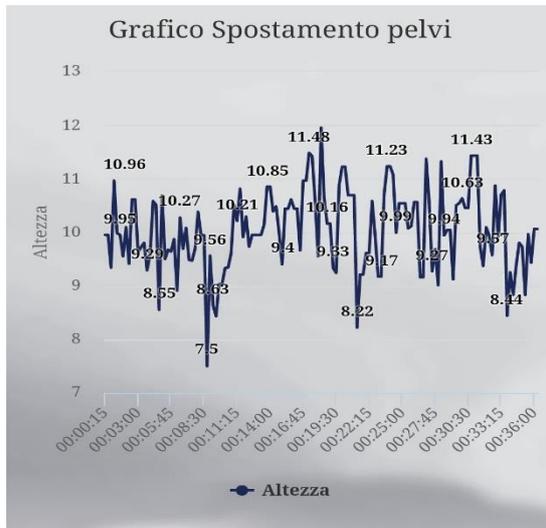
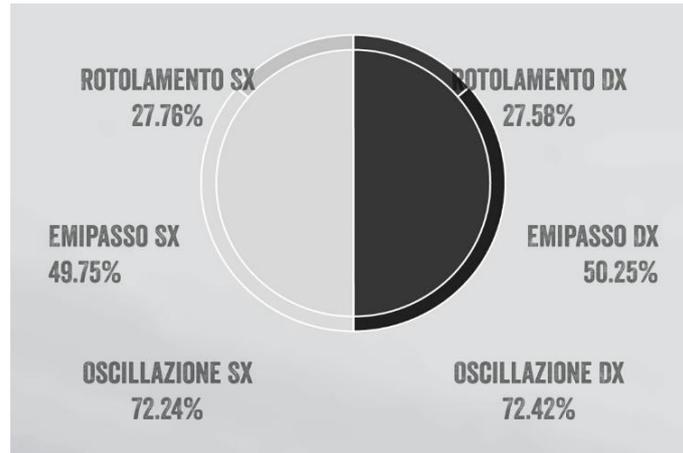
CASO CLINICO 1

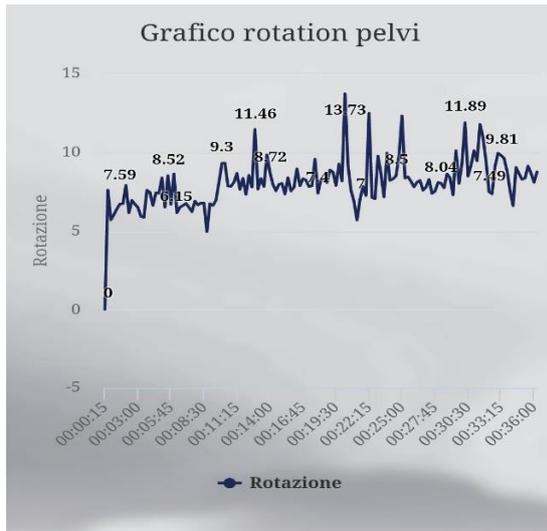
Articolazione	Deformità
Anche	Non presentano deformità
Tibiotarsica	Limitata in dorsiflessione
Retro piede	Varo bilaterale di 4°
Avampiede	Retto
Primo raggio	Dorsiflesso semi-rigido
Prima metatarso-falangea	Non presenta deformità

Allenamento:

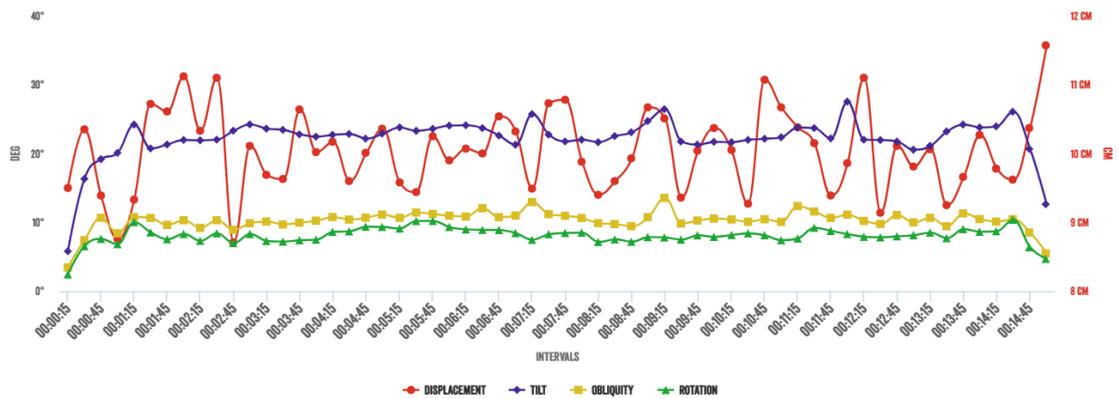
Il ragazzo corre mediamente 100km a settimana e si allena tutti i giorni. Pratica duathlon (corsa e bicicletta) a livello agonistico. Ogni giorno corre mediamente 15km con tempi in allenamento attorno ai 4min/km ed in gara attorno ai 3.15min/km. Ha sempre praticato corsa di fondo ed in passato (fino a 2 anni fa) ha praticato anche nuoto.

Caso clinico 1 senza ortesi plantari:



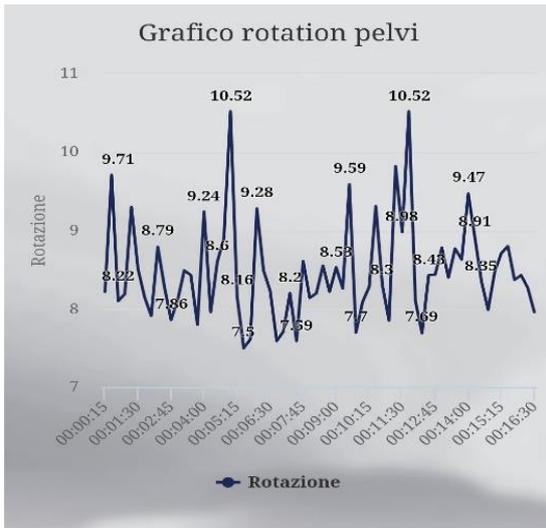
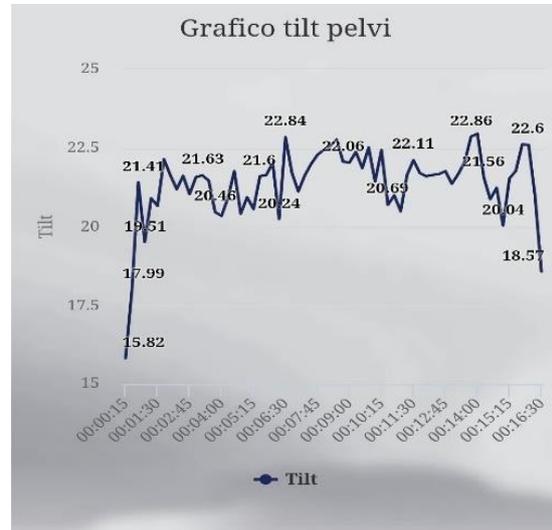
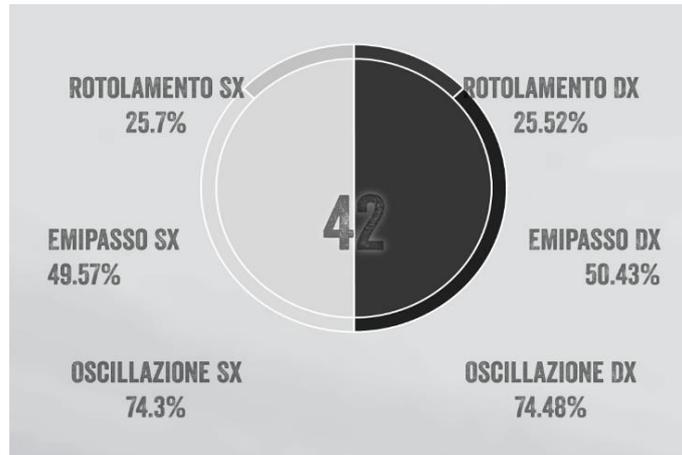


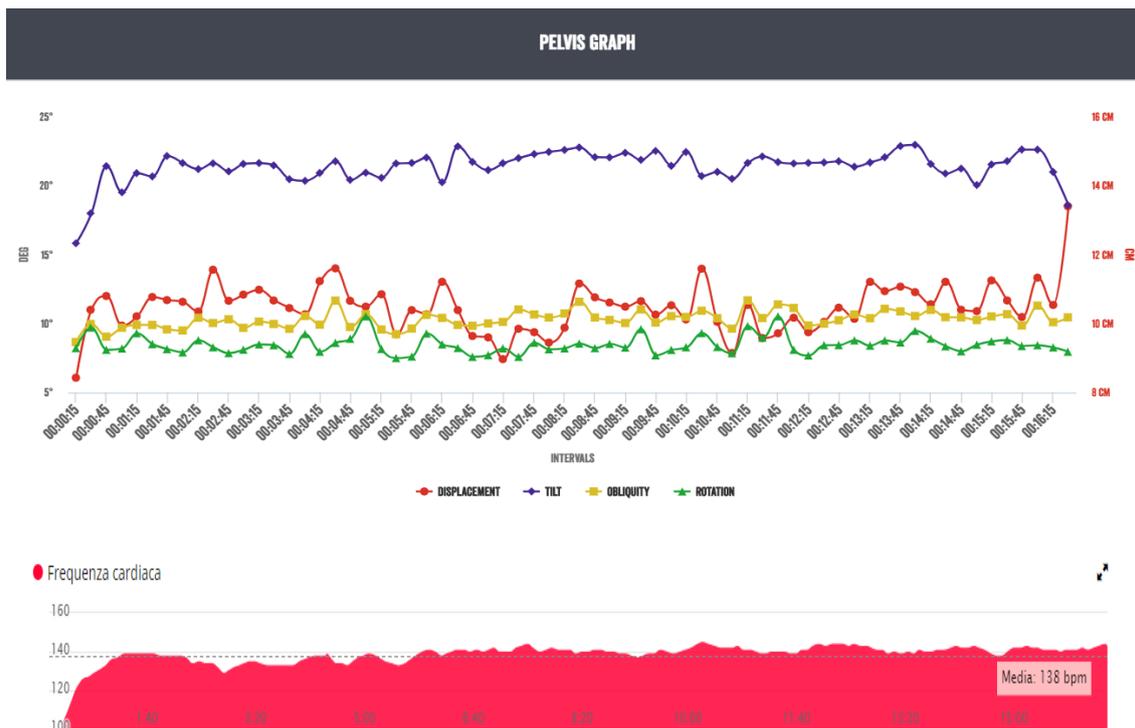
PELVIS GRAPH



Passo (min/km): 4:11

Caso clinico 1 con ortesi plantari:





Passo (min/km): 4:08

Fasi di progettazione e realizzazione dell'ortesi plantare:

Dall'analisi della corsa si è confermato il sospetto diagnostico e deciso di fare un planare dopo presa di impronta in neutra di articolazione sotto-astragalica con sostegno dell'arco longitudinale in polipropilene da 2mm, rivestito con battola sulla superficie plantare e con rivestimento shock absorber sulla superficie dorsale.



Discussione caso clinico 1

Il caso clinico 1 presenta parametri che si equivalgono per quanto riguarda le percentuali di rotolamento, emipasso ed oscillazione nel test senza ed il test con ortesi. Le differenze si riscontrano nel numero di battiti per minuto dell' atleta. Infatti nel test con plantare è riscontrabile nei dati che seppur ad una velocità maggiore al chilometro (4:08 min/km) rispetto a quella senza plantari (4:11min/km), l' atleta ha un numero di battiti al minuto inferiore (138bpm contro i 141bpm). Si può quindi concludere che l'ortesi plantare realizzata ha fornito aiuto al paziente nella risoluzione dei sintomi riportati senza alterare e/o modificare i parametri cinematici della corsa. L'atleta che è stato rassicurato dapprima sul fatto che l'ortesi andava solamente ad aiutarlo sul sintomo ha potuto verificare in prima persona che la sua tecnica di corsa non ha avuto alterazioni.

6.3. CASO CLINICO N2

Nome: N

Cognome: D

Sesso: M

Età: 31

Altezza: 178cm

Peso: 65kg

Numero di scarpe: 44

Età: 31

Professione: imbianchino, passa la maggior parte della giornata in piedi

Anamnesi:

L' atleta riferisce dolore al risveglio in corrispondenza della quarta e quinta testa metatarsale.



Esame obiettivo e valutazione funzionale: (tabelle)

Dopo accurato esame obiettivo e valutazione funzionale ho riscontrato: tibiotalarsica limitata bilateralmente in dorsiflessione poiché non raggiunge i 90° gradi bilateralmente e non recupera i gradi in dorsiflessione a ginocchio flesso. Il retropiede è varo bilateralmente di 2° con escursione articolare minima. La sottoastragalica presenta un varismo di 10° e presenta un escursione minima in prono-supinazione. Il primo raggio non presenta limitazioni di movimento. L' avampiede è retto bilateralmente. In ortostatismo l' arco longitudinale mediale di entrambi i piedi è abbassato, con retropiede retto bilateralmente. La prima metatarso-falangea non va oltre i 10° in dorsiflessione. Il paziente è positivo sia a Jack test che al tip toe/test. Il paziente è positivo al maximum pronation test. Ho riscontrato allux limitus bilaterale, ovvero una limitazione in dorsiflessione della prima articolazione metatarsofalangea che non compie più di 10° in dorsiflessione che si manifesta sia in clinostatismo che in ortostatismo.

CASO CLINICO 2

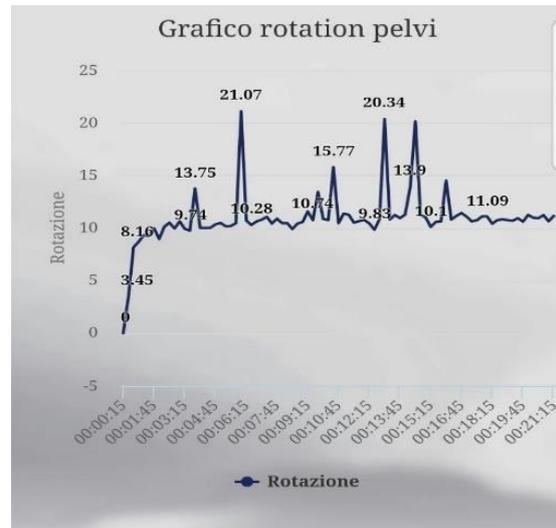
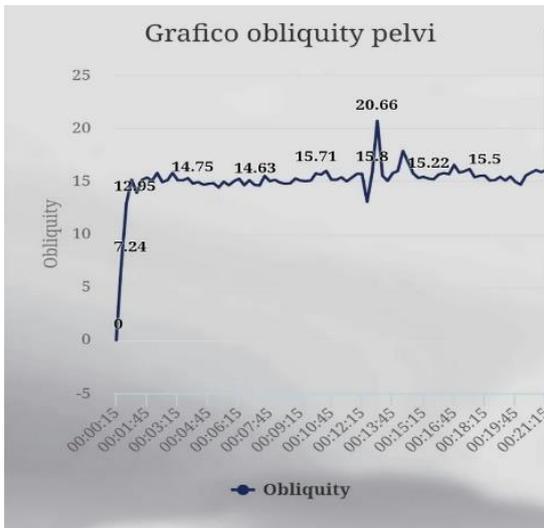
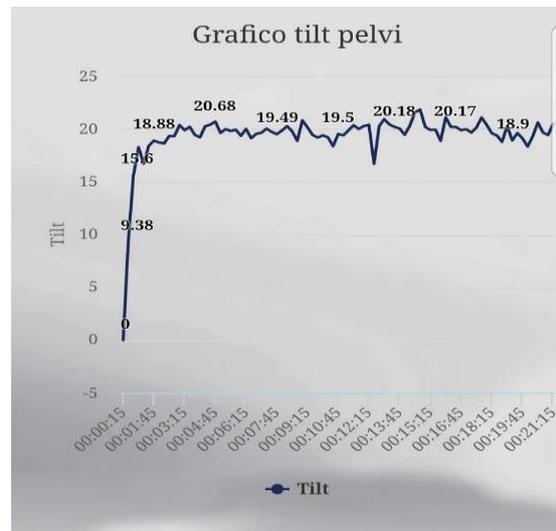
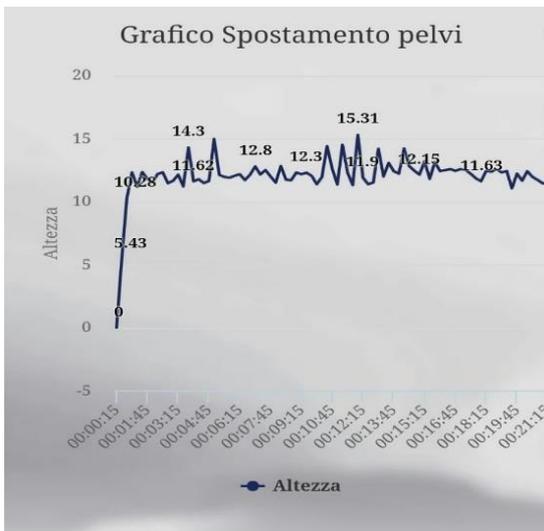
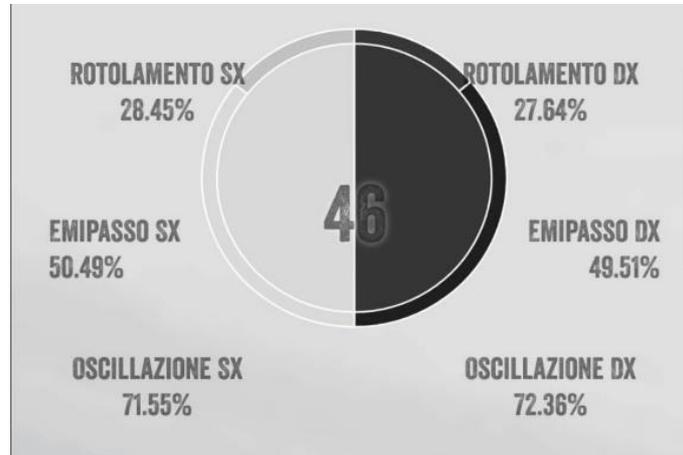
Articolazione	Deformità
Anche	Extrarotate
Tibiotalarsica	Limitata in dorsiflessione
Retropiede	Varo bilaterale di 2°
Avampiede	Retto
Primo raggio	Non presenta deformità
Prima metatarso-falangea	Limitata in dorsiflessione

Allenamento:

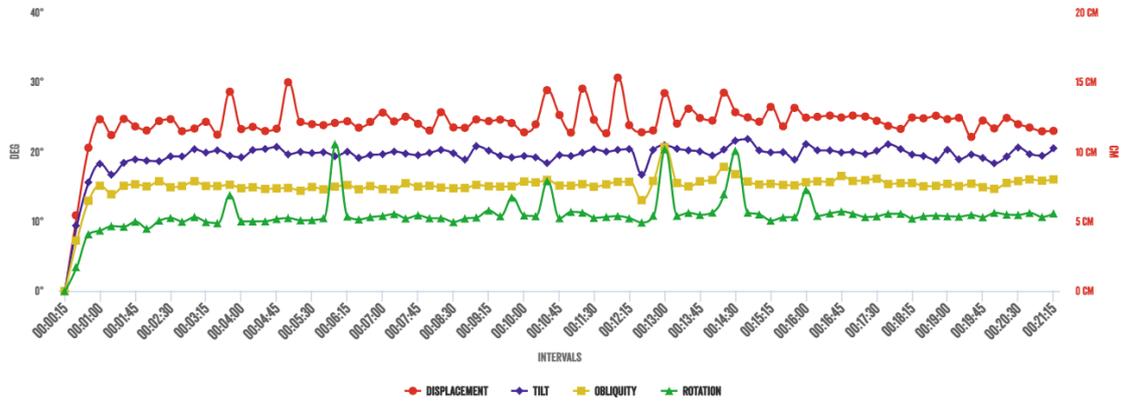
Il ragazzo corre mediamente 100km a settimana e si allena sei giorni su sette. Pratica corsa di fondo a livello agonistico. Ogni giorno corre mediamente 15 km con tempi in allenamento

attorno ai 4min/km ed in gara attorno ai 3.15min/km. Pratica corsa di resistenza da quando ha 6 anni e non ha mai praticato altri sport.

Caso clinico 2 senza ortesi plantari:

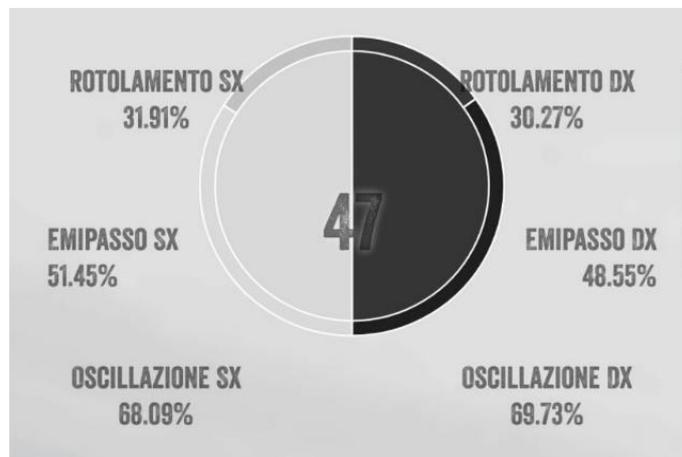


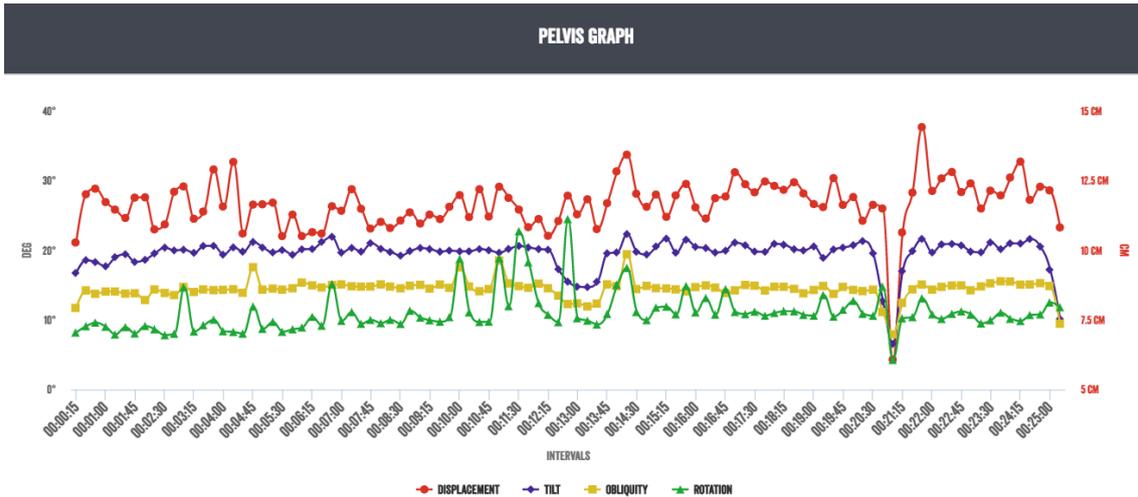
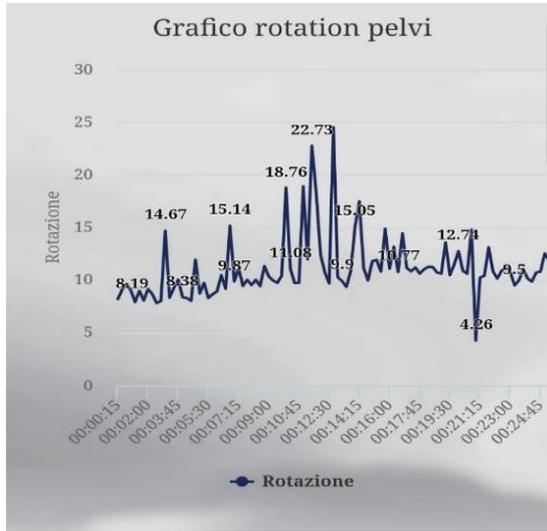
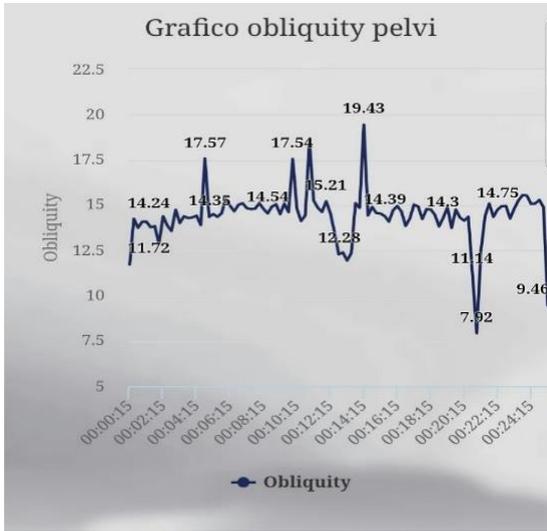
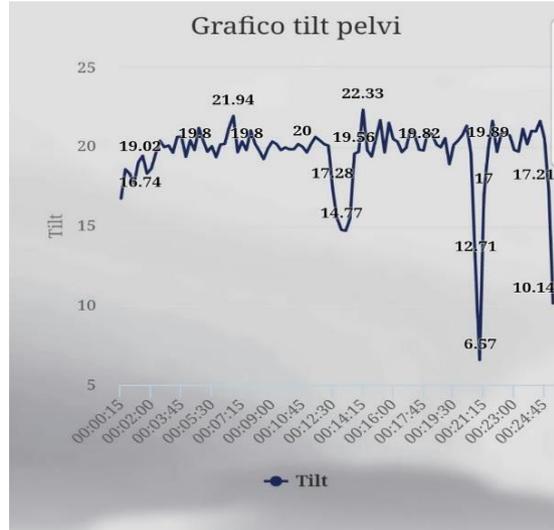
PELVIS GRAPH



Passo (min/km): 4:01

Caso clinico 2 con ortesi plantari:







Passo (min/km): 4.26

Fasi di progettazione della terapia ortesico-plantare:

E' stato realizzato un plantare con anima in polipropilene con spessore di 0,2mm e rivestito con battola sulla superficie plantare e con rivestimento shock absorber sulla superficie dorsale. L' anima in polipropilene presenta una modifica denominata Estensione di Morton la quale permette di sostenere la 1MT in modo da aumentarne le forze di reazione al suolo.



Discussione caso clinico 2:

Il caso clinico numero 2 non presenta significative alterazioni nei parametri riguardanti il movimento del bacino e percentuali di rotolamento ed oscillazione. Sono tuttavia presenti alterazioni nei parametri riguardanti i battiti per minuto dell' atleta. Si ha una riduzione dei bpm nel test con ortesi (121 bpm) rispetto a quello senza ortesi (134 bpm). Bisogna tuttavia considerare che l' atleta nel test senza ortesi ha corso ad un ritmo più alto (4:01min/km contro i 4:26min/km del test con ortesi). Anche questo caso clinico ha evidenziato come la terapia ortesico plantare progettata e realizzata per rimuovere il sintomo doloroso (in questo caso a carico della quarta e quinta testa metatarsale) non ha modificato le prestazioni e la qualità della corsa dell'atleta, aiutandolo tuttavia a correre senza dolore.

6.4. CASO CLINICO N3

Nome: M

Cognome: B

Sesso: M

Età: 29

Altezza: 180cm

Peso: 72 kg

Numero di scarpe: 43

Professione: bagnino e massaggiatore, passa la maggior parte della propria giornata lavorativa in piedi

Anamnesi:

Il paziente lamenta dolori al tendine d' achille bilateralmente prevalentemente al risveglio e dopo intenso allenamento e dolori alla pressione del legamento peroneo astragalico posteriore del piede destro, il quale subì rottura nel 2015.



Esame obiettivo e valutazione funzionale:

Dopo accurato esame obiettivo e valutazione funzionale ho riscontrato: tibiotarsica che non raggiunge i 90° in dorsiflessione bilateralmente e recupera i gradi con la flessione di ginocchio. Il retro piede è valgo bilateralmente, di 4° nel piede destro e di 1° nel piede sinistro. La sottoastragalica non presenta limitazioni di movimento. Il primo raggio è plantarflesso semi-rigido bilateralmente. L' avampiede è varo bilateralmente di 2°. In ortostatismo l' arco longitudinale mediale è accentuato con retro piede retto bilateralmente. La prima metatarsofalangea non presenta limitazione di movimento. Ho riscontrato un primo raggio plantarflesso semi-rigido bilaterale.

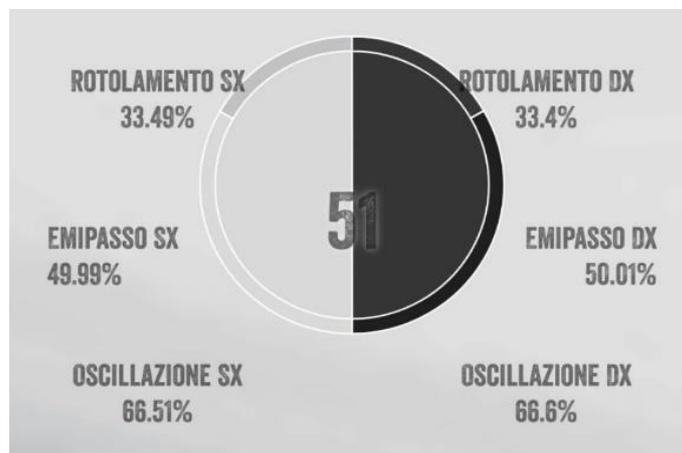
CASO CLINICO 3

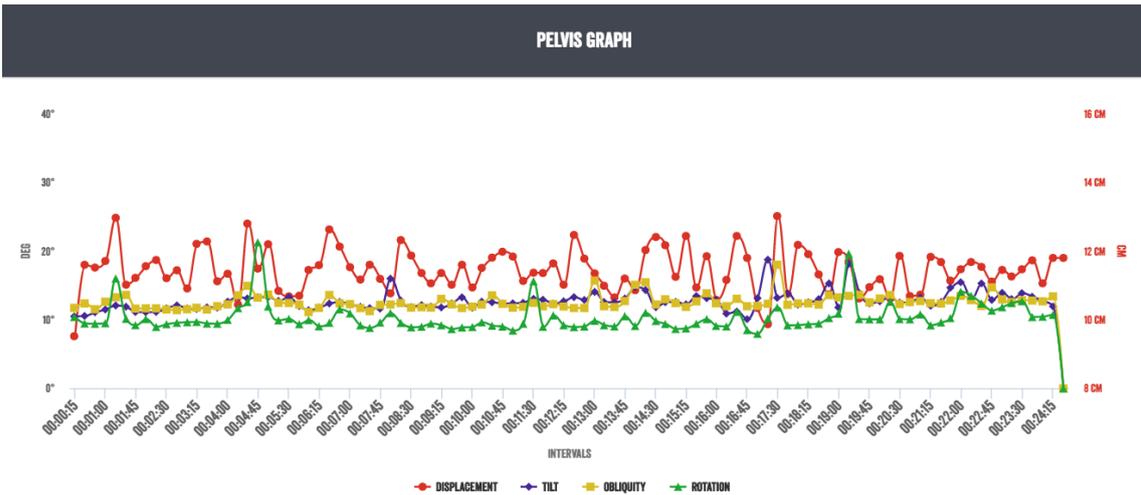
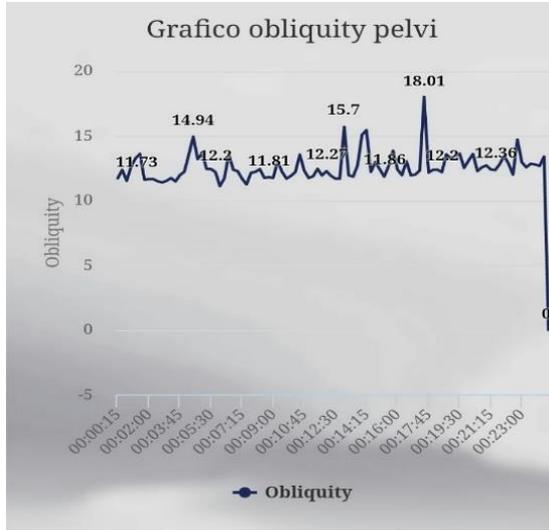
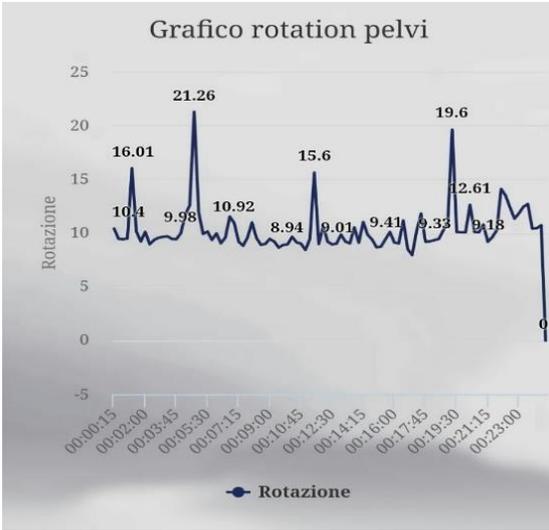
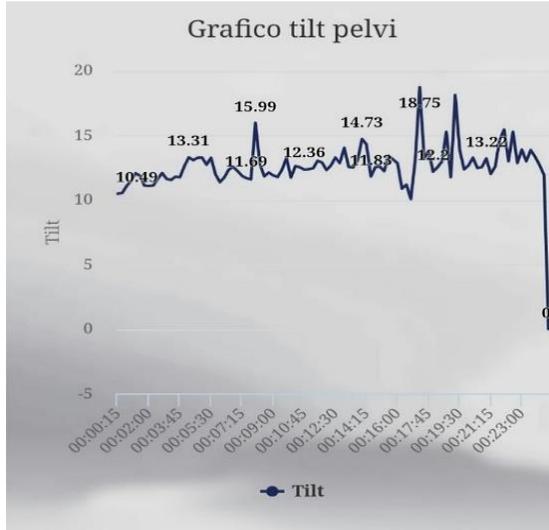
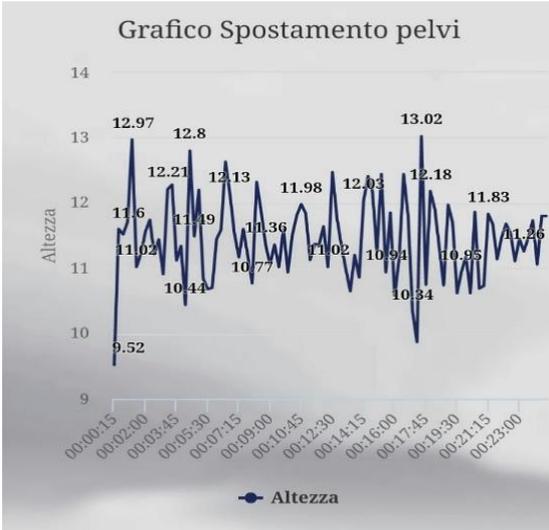
Articolazione	Deformità
Anche	Extrarotate
Tibiotarsica	Limitata in dorsiflessione
Retropiede	Valgo bilaterale di 4°Dx-1°Sx
Avampiede	Varo bilaterale di 2°
Primo raggio	Plantarflesso semi-rigido
Prima metatarso-falangea	Non presenta deformità

Allenamento:

Il ragazzo corre mediamente 40 km a settimana e si allena sette giorni su sette. Pratica triathlon (corsa, nuoto, bicicletta) a livello agonistico. Ogni giorno corre mediamente 5km (con tempi in allenamento attorno ai 4min/km e di 3.30min/km in gara) dopo essere andato in bicicletta ed aver nuotato. Sin da piccolo ha sempre praticato uno di questi tre sport alternandoli.

Caso clinico 3 senza ortesi plantari:

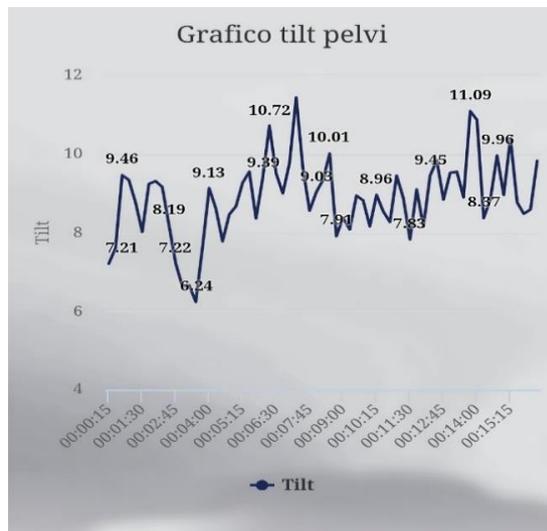
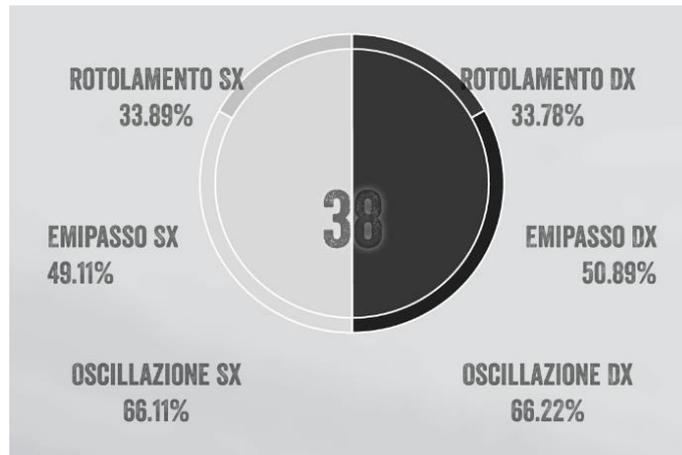


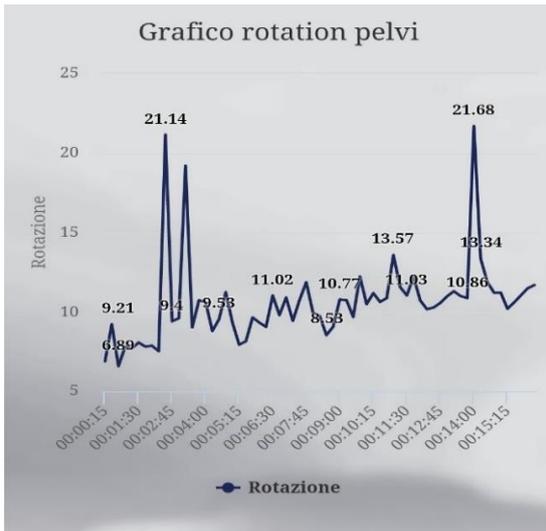




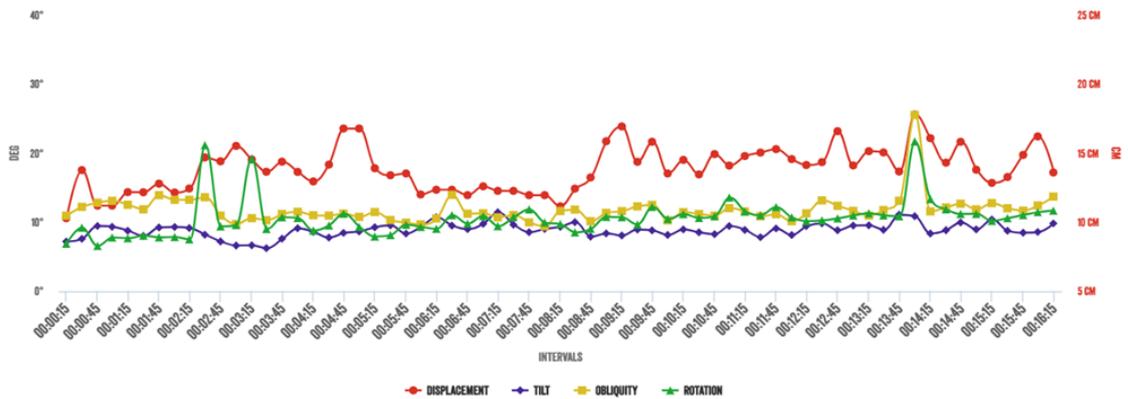
Passo (min/km): 3.40

Caso clinico 3 con ortesi plantari:





PELVIS GRAPH



Passo (min/km): 4.26

Fasi di progettazione della terapia ortesico-plantare:

E' stato realizzato un plantare accomodativo su calco in gesso con presa di impronta in neutra di articolazione sotto astraglica con Morton Reverse al fine di alloggiare il primo raggio plantarflesso semirigido.



Discussione caso clinico 3:

Il caso clinico numero 3 presenta alterazioni riscontrabili nei parametri di movimento del bacino ma invariati nella distribuzione delle fasi del passo (rotolamento/oscillazione). Queste alterazioni sono presenti e vengono con molta probabilità date dalle differenti velocità medie tra il test senza ortesi ed il test con ortesi. L'atleta ha eseguito due test su tempi diversi e dai dati riscontrati grazie al cardiofrequenzimetro appare evidente l'aumento di bpm con l'aumento di ritmo nella corsa (l'atleta è infatti passato da 3:40min/km a 4.26min/km). Ritengo fondamentale nell'utilizzo del sensore inerziale, se si ha l'intenzione di mettere a confronto diversi test, cercare di mantenere l'atleta sullo stesso velocità, al fine di ridurre corsa (la quale varia in base alla velocità). Grazie al sensore così, abbiamo potuto riscontrare l'influenza dell'ortesi in maniera scientifica ed oggettiva sul paziente.

DISCUSSIONE

Il lavoro svolto ha dimostrato come i sensori inerziali di movimento siano strumenti efficaci ed innovativi per validare ortesi plantari. Durante il mio percorso di studio universitario ho approfondito il solo uso della pedana baropodomerica come unico strumento in grado di fornire feedback al paziente ed al clinico. Essa è uno strumento importante da utilizzare in pazienti senza alte richieste funzionali ma scarsamente utilizzabile nel caso in cui i pazienti siano atleti professionisti. Per passare ad un livello successivo, per permettere al clinico di analizzare i propri pazienti al di fuori dell' ambulatorio l' uso del sensore si è dimostrato un utilissimo strumento scientifico di validazione. Gli atleti hanno potuto assistere e verificare in tempo reale insieme ai clinici i parametri dettagliati relativi alla loro corsa attraverso l' interfaccia dell' applicazione. I pazienti hanno così avuto la verifica che tali parametri rimanessero invariati nonostante il plantare utilizzato. Questa collaborazione con il clinico ha infatti fornito agli atleti più garanzie e tranquillità nell' utilizzo del dispositivo medico su misura durante gli allenamenti mostrando loro che non vi era alcun rischio di subire alterazioni nella dinamica della corsa. Gli atleti sono stati complianti e propensi nell' indossare il sensore con relativa cintura, che hanno riferito non essere causa d' impaccio e limitazione durante il gesto atletico. Questo innovativo strumento di validazione ha tuttavia dei limiti. Nonostante sia uno strumento alla portata di tutti, anche per chi non possiede specifiche conoscenze informatiche, l' operatore deve acquisire esperienza e capacità nell' uso sia del device che della relativa applicazione di interfaccia. È importante inoltre utilizzare come dispositivo di riferimento collegato tramite bluetooth, uno smartphone sempre aggiornato ed efficiente. Altra accortezza che spetta all' operatore è la standardizzazione dei fattori estrinseci che possono influire su di una prestazione (tipo di superficie, tipo di percorso e pendenza del percorso sui quali vengono eseguiti i test).

CONCLUSIONI

Le analisi eseguite sui tre casi clinici presi in esame hanno dimostrato come sia possibile, grazie ad un dispositivo low cost come il sensore inerziale utilizzato, validare trattamenti ortesico plantari che richiedono una raccolta di dati coerenti con l'attività motoria che svolge un runner professionista. È stato importante verificare la facilità di esecuzione di questi test anche per professionisti sanitari senza particolari capacità informatiche. Ho notato dalla mia esperienza sul campo che questi test sono facilmente riproducibili e comodi da eseguire, rendendo la raccolta dei dati un procedimento accessibile a tutti. Fino ad oggi purtroppo ci si poteva basare solamente sulle sensazioni del paziente nella validazione dell'efficacia della terapia-ortesico plantare durante l'attività motoria. Grazie a questo sistema ho potuto confermare agli atleti in maniera più credibile e professionale che il trattamento ortesico progettato e realizzato da me fosse efficace ed in nessun modo dannoso durante la loro prestazione atletica. Ritengo fondamentale avvicinarsi sempre di più alla medicina di precisione, migliorando i metodi tradizionali per la valutazione dei trattamenti servendosi delle più moderne tecnologie disponibili. Rimane tuttavia molto lavoro da fare per aumentare la casistica dei pazienti valutati, cercando di rendere questo meccanismo ancor più rapido, affidabile e standardizzato. Sarà altresì interessante capire quali risultati si potranno ottenere aumentando la casistica degli atleti analizzati, l'esperienza del clinico con il sensore e il miglioramento delle conoscenze dell'operatore sanitario in seguito ai numerosi parametri della corsa studiati. Fondamentale sarà lavorare sul rapporto ed integrazione tra i dati registrati dal sensore, le conoscenze mediche dell'operatore e le sensazioni percepite dagli atleti al fine di ottenere risultati clinici con chiare prospettive di miglioramento. Inoltre sarà interessante capire se determinate correzioni apportate sull'ortesi plantare possano non solo migliorare la sintomatologia del paziente ma anche la performance dell'atleta migliorando i valori cinematici dell'atleta registrati con l'accelerometro. Nel futuro prossimo intendo eseguire ulteriori studi per verificare in determinati intervalli di tempo durante la corsa se c'è coerenza tra cambiamenti di valori cinematici della corsa e le sensazioni riferite dal paziente sintomatologico durante la propria attività sportiva al fine di quantificarle ed oggettivarle dando così un chiaro quadro clinico alla sintomatologia riportata.

BIBLIOGRAFIA

1. Roberts D., Ouellet J. The “weekend warrior”: Fact or fiction for major trauma? *Can J Surg. Jun*; 57(3): E62–E68. 2014.
2. M. Marcacci. *Elementi di Traumatologia dello sport*. Ferrara, 1995.
3. Saragiotto BT, Yamato TP. What are the main risk factors for running-related injuries? *Sports Med*. 2014 Aug;44(8):1153-63.
4. Van der Worp MP, ten Haaf DS. Injuries in runners; a systematic review on risk factors and sex differences *PLoS One*. 2015 Feb 23;10(2).
5. Videbæk S, Bueno AM. Incidence of Running-Related Injuries Per 1000 h of running in Different Types of Runners: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*. 2015 Jul;45(7):1017-26.
6. Gardner LI Jr1, Dziados JE. Prevention of lower extremity stress fractures: a controlled trial of a shock absorbent insole. *Am J Public Health*. 1988 Dec;78(12):1563-7.
7. Salzler MJ, Kirwan HJ. Injuries observed in a prospective transition from traditional to minimalist footwear: correlation of high impact transient forces and lower injury severity. *Phys Sportsmed*. 2016 Nov;44(4):373-379.
8. Andres BM, Murrell GA. Treatment of tendinopathy: what works, what does not, and what is on the horizon. *Clin Orthop Relat Res* 2008; 466(7): 1539-54.
9. Abate M, Silbernagel KG, Siljeholm C, et al. Pathogenesis of tendinopathies: inflammation or degeneration? *Arthritis Res Ther* 2009; 11(3): 235.
10. Alfredson H, Forsgren S, Thorsen K, Lorentzon R. In vivo microdialysis and immunohistochemical analyses of tendon tissue demonstrated high amounts of free glutamate and glutamate NMDAR1 receptors, but no signs of inflammation, in Jumper’s knee. *J Orthop Res* 2001; 19(5): 881-6.
11. McPoil T., Hunt G. Evaluation and management of foot and ankle disorders: present problems and future directions. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical therapy*;385-385. 1995
12. McNally E. G., *Ecografia muscoloscheletrica*. Milano, 2015 p. 275 (achille)
13. Alfredson H1, Lorentzon R. *Sports Med*. 2000 Feb;29(2):135-46. Chronic Achilles tendinosis: recommendations for treatment and prevention.
14. McNally E. G., *Ecografia muscoloscheletrica*. Milano, 2015 p.316

15. McNally E. G., *Ecografia muscoloscheletrica*. Milano, 2015 p. 291
16. McNally E. G., *Ecografia muscoloscheletrica*. Milano, 2015 p.303
17. McNally E. G., *Ecografia muscoloscheletrica*. Milano, 2015 p. 285
18. Devas M. Stress fractures of the tibia in athletes or shin soreness. *J Bone Joint Surg Br*. 1958 May; 40-B(2):227-39
19. Sullivan, Dennis M.D. Stress Fractures in 51 Runners. *Clinical Orthopaedics & Related Research*: July/August 1984
20. G.Sessa e C.Villani. *Ortopedia e traumatologia*. Monduzzi Editore.
21. Perry J., *Analisi del movimento*, 2008 Milano
22. Ogueta-Alday A1, Rodríguez-Marroyo JA. "Rearfoot striking runners are more economical than midfoot strikers" *Med Sci Sports Exerc*. 2014 Mar;46(3):580-5
23. H. Dananberg, Sagittal plane biomechanics; *J Am Podiatr Med Assoc* 90(1); 47-50, 2000
24. Sasaki K1, Neptune RR. "Muscle mechanical work and elastic energy utilization during walking and running near the preferred gait transition speed" *Gait Posture*. 2006 Apr; 23(3):383-90
25. Cappellini G1, Ivanenko YP "Motor patterns in human walking and running" *J Neurophysiol*. 2006 Jun;95(6):3426-37
26. Root M., Orien W., Weed J., Hughes R. *Valutazione biomeccanica del piede*. Piccin, 1999.
27. Root M., Orien W., Weed J. *La funzionalità del piede normale e patologico vol.2*, Piccin, 1999.
28. PJ. Bennett, C. Patterson, S. Wearing, and T. Baglioni. Development and validation of a questionnaire designed to measure foot-health status. *Journal of the American Podiatric Medical Association*: September 1998, Vol. 88, No. 9, pp. 419-428.

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio il Prof. Nicola Baldini, per la professionalità con cui gestisce il corso di laurea.

Ringrazio il dott. Lorenzo Brognara, per la passione e la pazienza che ha avuto nei miei confronti in questi tre anni. Lo ringrazio per rappresentare un solido esempio da seguire e da cui prendere spunto per la costruzione del mio futuro sia dal punto di vista professionale che dal punto di vista umano. Mi ritengo estremamente fortunato ad aver avuto la possibilità di essere suo studente. Porterò sempre con me la sua etica del lavoro e voglia di continuare ad arricchirsi culturalmente. Mi mancheranno tantissimo le giornate condivise in ambulatorio. Son sicuro che la prossima volta che suonerò quel campanello, lo vedrò sbucare dalla porta leggendogli negli occhi la stessa voglia di dedicare la sua giornata ai giovani che con noi mostrò sin dal primo giorno di tirocinio. È la persona che mi ha permesso di appassionarmi così tanto a questa professione.

Ringrazio Lorenzo Casadio, per la sua straordinaria disponibilità e competenza che mi ha permesso di svolgere questo lavoro. Lo ringrazio per il tempo speso e per la capacità di risolvere brillantemente qualsiasi inconveniente che ci si è posto in questi mesi. Lo ammiro molto per la gioia di vivere che sprigiona costantemente. Lo ammiro per la limpida passione che mette nel suo lavoro, rappresenta un esempio da seguire per tutti i giovani con voglia di fare.

Ringrazio gli studenti del corso, per aver creato un gruppo unito e sempre collaborativo: Andrea, Chiara, Cristina, Gianluca, Mattia, Paolo, Roberto, Simone.

Ringrazio i ragazzi: Gian, Paolino e Simo. Con voi spero di continuare questo stupendo rapporto di amicizia e di intrecciare i nostri percorsi lavorativi.

Gian, grazie per la pazienza che hai avuto con il mio carattere. Grazie per avere sempre l'umiltà di aiutare chi è meno preparato, mettendoti sempre sullo stesso piano. Grazie per avermi sopportato in tutte quelle giornate di studio matto. Ti stimo e ti ringrazio per esserti aperto ad ogni confidenza reciproca, a costo di mostrare ogni debolezza. Ti stimo per essere una persona dotata di uno straordinario equilibrio, alla quale viene spontaneo appoggiarsi nei momenti bui.

Paolino, grazie per ogni caffè che mi hai offerto. Scherzo, ti ringrazio per averti conosciuto, sei una persona indimenticabile, fantastica. Sei una di quelle pochissime

che riescono ad entrarti nel profondo del cuore per scaldarlo e regalarti un sorriso. Sei una di quelle veramente speciali, una di quelle persone che porti dentro per tutta la vita.

Ultimo ma non per importanza, Simo. Con il rammarico di aver legato troppo tardi e per non essermi accorto sin da subito della persona che sei. Per come vedi la vita, per la filosofia che ti accompagna ogni giorno dal risveglio. Penso tu mi abbia fatto crescere tanto, non saprei dirti come ed in che modo ma è una cosa che sento dentro. Radical chic.

Ringrazio Gianni, il fratello che non ho mai avuto, a cui posso chiedere qualsiasi consiglio per trarne sempre uno spunto positivo. Solido ed affidabile, colto ed indipendente. Mi ha insegnato a vivere lontano dalla famiglia in maniera matura ed a diventare uomo. Non lo scorderò mai.

Ringrazio gli atleti Alberto, Manuel e Nicolò per la disponibilità, collaborazione e spirito con cui mi hanno permesso di raggiungere questo risultato. E' stato un piacere lavorare con loro, la determinazione con cui seguono la loro passione è da esempio per qualsiasi sportivo.

Infine ringrazio la mia straordinaria famiglia, la quale scalda il mio cuore sia quando sono a casa sia nei momenti passati lontani da casa. Grazie per esserci sempre, cosa da non dare mai per scontata nella vita: Allegra, Claudio, Elena, Giulio, Mamma, Nonna, Rudy. Non esiste momento più caldo della domenica sera passata insieme. Siete la mia forza e la mia più grande fonte di ispirazione. Grazie per avermi insegnato ad affrontare la vita. Grazie per avermi insegnato ad affrontare gli ostacoli ed ogni difficoltà con la testa e con il cuore. Grazie per avermi insegnato che niente nella vita è regalato e che solo con impegno ed applicazione si possono raggiungere gli obiettivi che ci poniamo. Grazie per la fiducia che mi trasmettete, che cerco ogni giorno di ripagare. Siete il mio punto fermo, la cosa più importante ed imprescindibile.

MATTE

