



Università degli Studi di Padova

Dipartimento di Medicina

**Corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecniche dell'Attività
Motoria Preventiva e Adattata**

TESI DI LAUREA:

**Piede Piatto flessibile e performance sportiva: effetti di un
programma di esercizio adattato sulle capacità motorie di un atleta
di 13 anni.**

Relatore: *Prof. Bergamin Marco*

Correlatore: *Vendramin Barbara*

Laureando: *Doda Chiara Francesca*

N° di Matricola: 1222167

ANNO ACCADEMICO

2021/2022

INDICE

RIASSUNTO.....	1
ABSTRACT	3
INTRODUZIONE	5
CAPITOLO 1: IL PIEDE PIATTO.....	7
1.1 DEFINIZIONE DI PIEDE PIATTO RIGIDO E FLESSIBILE.....	7
1.2 VALUTAZIONE DEL PIEDE PIATTO.....	7
1.3 TRATTAMENTO DEL PIEDE PIATTO	10
1.3.1. IL TRATTAMENTO CHIRURGICO.....	10
1.3.2. IL TRATTAMENTO CONSERVATIVO.....	10
1.4 IL PIEDE PIATTO E LA PERFORMANCE SPORTIVA	11
CAPITOLO 2: INTERVENTO CHINESIOLOGICO.....	13
2.1 METODOLOGIE DI INTERVENTO NEL PIEDE PIATTO FLESSIBILE	13
2.2 SCOPO DELLO STUDIO	15
CAPITOLO 3: MATERIALI E METODI	16
3.1 IL CASO CLINICO.....	16
3.1.1 LA SCHEDA DI ANAMNESI.....	16
3.2 LA VALUTAZIONE DEL SOGGETTO.....	16
3.2.1 ESAME AL PODOSCOPIO	17
3.2.2 LA SCALA VAS.....	17
3.3 LA VALUTAZIONE FUNZIONALE ALLO SPORT	17
3.3.1. SIT AND REACH	17
3.3.2 ONE LEG TEST E STAR EXCURSION BALANCE TEST	18
3.3.3 SERGENT JUMP TEST.....	19
3.3.4 T-TEST	20
3.3 IL PROTOCOLLO DI LAVORO	21
CAPITOLO 4: I RISULTATI.....	31
4.1 LA SCALA VAS	31
4.2 TEST FUNZIONALI.....	31
4.2.1. SIT AND REACH TEST.....	31
4.2.2 ONE LEG TEST E STAR EXCURSION BALANCE TEST	32
4.2.3 SARGENT JUMP TEST	35

4.2.4. T-TEST	36
CAPITOLO 5: DISCUSSIONE	38
CAPITOLO 6: CONCLUSIONI.....	40
ALLEGATO 1- ANAMNESI	44
ALLEGATO 2- DIARIO DI ALLENAMENTO	48

RIASSUNTO

BACKGROUND

Il piede piatto flessibile è una delle alterazioni più frequenti a livello del piede nei bambini e adolescenti. Spesso questa condizione viene associata a un deficit a livello prestativo nella pratica di uno sport. In letteratura sono pochi gli studi che affrontano la relazione tra conformazione del piede e performance sportiva e riportano idee contrastanti tra loro e non ben definite.

SCOPO DELLO STUDIO

Questo caso studio si pone di valutare come un programma di esercizio fisico adattato per un ragazzo con piedi piatti flessibili possa influenzare le capacità motorie di flessibilità, equilibrio statico e dinamico, rapidità e salto.

MATERIALI E METODI

Il soggetto preso in analisi è un ragazzo di 13 anni che pratica pallacanestro con diagnosi di piedi piatti flessibili dolorosi trattati con dispositivi ortotici. Sono state eseguite cinque valutazioni funzionali e una valutazione sul dolore con scala Vas a inizio percorso e nuovamente dopo 8 settimane di allenamento con esercizio fisico adattato. Le valutazioni funzionali eseguite sono state: “Sit and reach” test per valutare la flessibilità della catena cinetica posteriore; “One leg test” per l’equilibrio statico; “Star excursion balance test” per valutare l’equilibrio dinamico; “Sargent test” per valutare la capacità motoria di salto; “T-test” per valutare la rapidità.

RISULTATI

Al termine del percorso di allenamento di 8 settimane i risultati ottenuti hanno evidenziato una conferma della totale assenza di dolore pre, durante e post esercizio; un miglioramento significativo nell’equilibrio statico e dinamico; un miglioramento nella flessibilità e nella rapidità; una mancanza di miglioramento nel salto.

CONCLUSIONI

Il caso studio ha confermato che non tutte le capacità motorie sono influenzate dalla morfologia del piede e che i piedi piatti flessibili non influenzino sempre negativamente la performance sportiva.

Per capire se esiste una relazione tra morfologia dei piedi e performance e capire che tipo di relazione sia, è importante aumentare il numero di studi su questo argomento.

ABSTRACT

BACKGROUND

Flexible flatfoot is one of the most frequent alterations that affect the foot in children and teenagers. That condition is usually linked to a deficit in sport performance. In literature, there are few articles about the relationship between foot type and performance, which show mixed results.

PURPOSE OF THE STUDY

The purpose of this study was to evaluate the influence of an adapted physical exercises program on motor skills. The physical capacity evaluated were: flexibility, static and dynamic balance, rapidity and jumping.

METHODS AND MATERIAL

The subject of this study was a thirteen years old boy who plays basketball and had a diagnosis of flexible flatfoot with pain. The boy was treated with orthotic devices. Five functional evaluations were performed together with the Vas scale assessment for pain. These evaluations were performed at the beginning and after eight weeks following an adapted physical exercises program. The tests selected were: “Sit and reach test” to evaluate flexibility of the back chain; “One leg test” to evaluate static balance; “Star excursion balance test” to evaluate dynamic balance; “Sargent test” to evaluate jumping ability; “T-test” to evaluate agility.

RESULTS

At the end of the eight weeks of exercises program the results showed that there was no pain before, during and post activity; there was a significant improvement in static and dynamic balance; there was an improvement in flexibility and agility; there wasn't any improvement in jumping ability.

CONCLUSION

This case study confirmed that not all motor skills are affected by foot type and that flatfoot isn't a disadvantage for athletic performance.

To know how and if this relationship exists is fundamental to increase the number of the studies and relatives possible solutions.

INTRODUZIONE

Il piede è una struttura anatomica composta da 26 ossa, più di 30 articolazioni, 10 grandi tendini estrinseci, i loro rispettivi muscoli e numerose unità muscolo tendinee intrinseche. Queste strutture lavorano insieme per svolgere molteplici compiti sia durante la stazione eretta che nella fase di locomozione e quindi assume un ruolo centrale nell'attività motoria e sportiva che viene svolta durante la giornata.

Una delle alterazioni più frequenti a livello della struttura del piede è quella dei piedi piatti. Il piede piatto non ha una definizione universale, Van Boerum e colleghi, lo descrivono come il punto finale di tutte quelle anomalie che causano il collasso dell'arco longitudinale mediale. [1]

L'incidenza di questa conformazione in bambini al di sotto dei 2 anni è del 90%, ma tra i 3 e i 5 anni tipicamente viene sviluppato fisiologicamente un arco longitudinale normale, solo nel 4% dei casi questa anomalia persiste oltre i 10 anni. Il 23% degli adulti mostra, invece, un collasso dell'arco plantare longitudinale dovuto a una multifattorialità di cause [2].

Il piede piatto viene classificato secondo due tipologie:

1. Flessibile (PPF);
2. Rigido (PPR).

In questa tesi verrà presa in considerazione la prima casistica sopraelencata che rappresenta la condizione in cui sotto il carico del peso corporeo l'arco longitudinale mediale collassa, ma in situazioni in cui il piede non deve supportare il peso corporeo esso ripristina la propria conformazione, questo viene verificato con dei test quali ad esempio il Tip-toe test ed il Jack test. Staheli [2] propone un'ulteriore distinzione del PP in:

1. Fisiologico, se il soggetto è asintomatico;
2. Patologico, se il soggetto presenta dolore.

Il dolore sembra essere una discriminante importante ai fini dell'influenza che il piede può avere sulle capacità motorie del soggetto. Yang Hu [3] ha evidenziato come in soggetti con piede piatto patologico ci fosse una riduzione delle capacità motorie, in particolare del salto, mentre nel caso del piede piatto fisiologico non ci fosse nessun deficit.

Questa tesi si propone di andare a valutare come un percorso di esercizio fisico specifico per un ragazzo di 13 anni con piede piatto flessibile possa influenzare le sue capacità motorie nello sport da lui praticato, che in questo caso è la pallacanestro.

CAPITOLO 1: IL PIEDE PIATTO

1.1 DEFINIZIONE DI PIEDE PIATTO RIGIDO E FLESSIBILE

Il piede piatto può essere classificato in piede piatto rigido (PPR) e piede piatto flessibile (PPF) in base alla formazione o meno dell'arco longitudinale mediale quando il piede è in scarico. Il PPR si ha quando il piede del soggetto non presenta l'arco longitudinale mediale né in carico né in scarico. Questa tipologia è meno frequente del PPF e tipicamente si presenta in un terzo dei casi di piede piatto [4]. Il PPR è usualmente sintomatico, anche se può essere anche asintomatico, e necessita quindi, nella maggior parte dei casi, di trattamento.

Il PPF costituisce, invece, i due terzi dei casi di piede piatto [5] e si presenta quando l'arco longitudinale mediale sotto il carico del peso corporeo collassa, ma in situazioni di scarico si forma nuovamente. A differenza del PPR difficilmente causa disabilità, anche se anch'esso può essere sintomatico o asintomatico.

Le cause che portano a queste due tipologie di piede piatto sono diverse, in particolare il PPR è spesso collegato con altre patologie, la causa più frequente è la coalizione tarsale, ovvero un'anormale unione tra due o più ossa del piede [4]; nel PPF si parla di multifattorialità di cause tra cui l'obesità [6], traumi del passato principalmente a livello dell'articolazione della caviglia, familiarità, un'eccessiva tensione del tricipite surale, una disfunzione del tendine tibiale posteriore e un'eccessiva lassità legamentosa [1]. Anche il genere è un fattore che predispone allo sviluppo dei PPF, i maschi risultano maggiormente colpiti rispetto alle femmine [7].

1.2 VALUTAZIONE DEL PIEDE PIATTO

La valutazione del piede piatto parte dall'anamnesi del soggetto e della sua storia clinica. Come scritto nel paragrafo precedente, infatti, la conformazione del piede piatto è spesso data da una multifattorialità di cause, tra cui l'età del soggetto, la familiarità, le condizioni mediche, l'obesità. A questi fattori si aggiungono anche elementi più strettamente collegati con l'attività motoria del soggetto: il livello di attività praticata, eventuali traumi passati, problematiche alle caviglie o anomalie strutturali alle stesse [8]. È importante, dunque, nel primo approccio con il soggetto creare una banca dati che non riguardi strettamente la

struttura del piede, ma che vada ad analizzare tutti quei fattori che possono essere collegati con questa patologia.

Una volta raccolti i dati della storia del soggetto si andrà a osservare la conformazione del piede e il suo comportamento sia sotto il carico del peso corporeo sia in scarico. Attraverso questa valutazione sarà possibile distinguere tra le varie tipologie di piede piatto: PPR e PPF.

La parte di osservazione in scarico prevede l'indagine dell'arco longitudinale mediale, la presenza di callosità, la mobilità a livello dell'articolazione della caviglia (flessione plantare e dorsale). Questa prima analisi ci permetterà di distinguere tra una tipologia piuttosto che l'altra: se in scarico non si ha la formazione dell'arco longitudinale mediale, è molto probabile che avremo a che fare con un piede piatto rigido; se invece l'arco longitudinale mediale si forma in questa indagine si parla di piede piatto flessibile.

Un test che aiuta nel riconoscimento tra le due tipologie sopra citate è il Jack Test: consiste nella dorsi-flessione passiva dell'alluce quando il soggetto è in posizione in piedi; se quando l'alluce viene portato in dorsi-flessione passiva si ha la formazione dell'arco longitudinale mediale ("Windlass Mechanism") si tratta di un piede piatto flessibile, se invece non si osservano modifiche a livello dell'arco longitudinale mediale si parla di piede piatto rigido. [2]

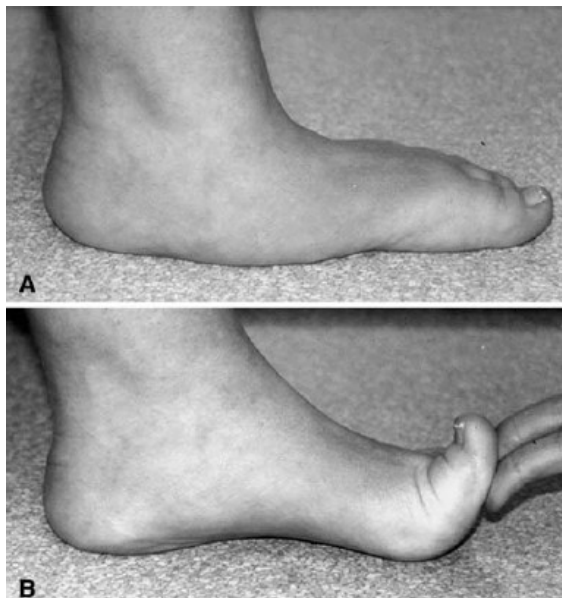


Figura 1. Jack's toe-raising test (da citazione [9])

L'analisi del piede sotto il peso corporeo viene svolta sia in situazione statica che dinamica:

- ispezione visiva: viene svolta sia in situazione statica che dinamica e mira ad osservare il comportamento del piede e delle strutture soprastanti (caviglia, ginocchio, anca) nelle quattro direzioni. I punti di riferimento che vengono presi sono: il tendine d'Achille, il retro-piede, l'asse caviglia-ginocchio-anca;
- equilibrio statico e dinamico: si va a valutare la capacità del soggetto di mantenere l'equilibrio monopodalico sia statico che dinamico e il comportamento del piede, della caviglia, del ginocchio e dell'anca;
- analisi del cammino: per osservare eventuali deficit nel ciclo del passo. Inserendo anche andature come camminata sulle punte e sui talloni.

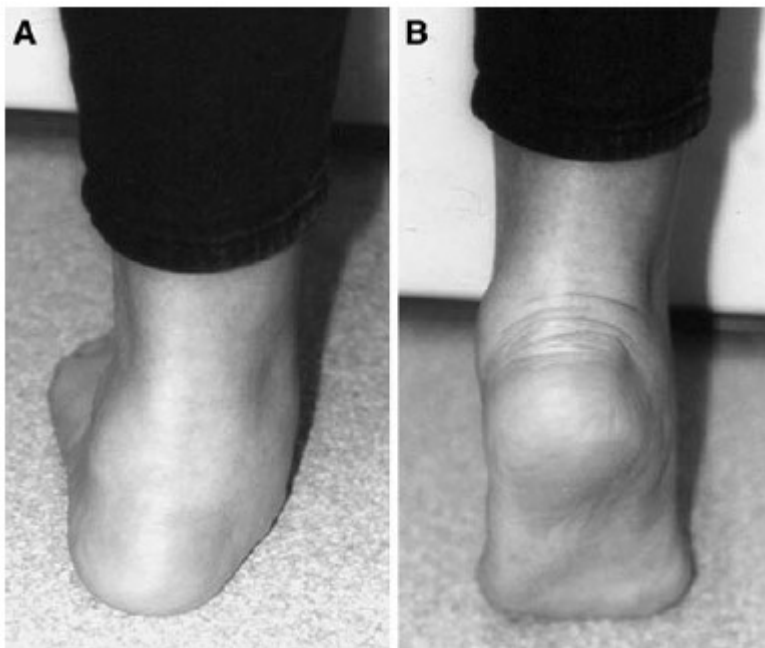


Figura 2. Tip-toe test (da citazione [9])

A questo tipo di valutazione vanno ad aggiungersi:

- valutazione del dolore a riposo, in statico e in dinamico;
- valutazione delle strutture muscolo-tendinee adiacenti: tricipite surale, tendine d'Achille, tendine tibiale posteriore.

Per una valutazione più accurata viene effettuato un esame ulteriore utilizzando il podoscopio per andare a valutare l'appoggio del piede a terra e i punti di pressione nella posizione in piedi.

1.3 TRATTAMENTO DEL PIEDE PIATTO

Il trattamento del piede piatto si divide principalmente in:

- conservativo
- chirurgico

La scelta tra le due tipologie avviene in base a più parametri. Il primo parametro da prendere in considerazione è la presenza di dolore: se il soggetto è asintomatico non è necessario nessun tipo di trattamento, infatti, non ci sono evidenze che un trattamento di qualsiasi genere possa portare benefici [10] [5]; se il soggetto è sintomatico invece, è necessario un trattamento e la scelta si baserà anche su altri fattori quali la tipologia di piede piatto (PPR, PPF), l'anamnesi del soggetto.

In caso di soggetto sintomatico il primo obiettivo del trattamento è quello di renderlo asintomatico mediante trattamenti di tipo conservativo [5].

Solo in ultima battuta, se nessun altro tipo di trattamento ha avuto effetto, si arriva al trattamento chirurgico.

1.3.1. IL TRATTAMENTO CHIRURGICO

Il trattamento chirurgico nei bambini e adolescenti non è la prima opzione che viene presa in considerazione, al contrario viene utilizzato come ultimo tentativo in casi di soggetti sintomatici in cui le altre tipologie di trattamento conservativo non hanno portato benefici dopo un periodo di circa sei mesi [10]. Sono molteplici le tipologie di intervento chirurgico che possono essere eseguite e dipendono dall'eziologia del PP e dall'età del soggetto. Negli adulti, invece, la chirurgia è spesso consigliata nei casi di piede piatto rigido doloroso come trattamento risolutivo.

1.3.2. IL TRATTAMENTO CONSERVATIVO

Il trattamento conservativo comprende più tipologie di intervento in base alla dolorabilità del soggetto e all'eziologia del piede piatto e tra queste troviamo: l'utilizzo di plantari, l'utilizzo di solette dinamiche, l'esercizio fisico.

Questa tipologia di intervento mira a migliorare le condizioni del soggetto nella vita quotidiana e soprattutto ridurre i sintomi fino a portare il paziente a essere asintomatico.

I plantari “classici” rappresentano un’opzione a basso costo che porta spesso a una riduzione immediata del dolore, ma ha effetti solo sui sintomi essendo un dispositivo che agisce come sostegno per il piede e non rilascia informazioni sensoriali che i recettori possono utilizzare. In letteratura non sono stati evidenziati miglioramenti diversi rispetto a quelli sui sintomi [11].

Le solette dinamiche invece mostrano un effetto sui recettori della fascia plantare e provocano quindi un adattamento da parte del piede che può protrarsi nel tempo. I miglioramenti sulla stabilità e sulla posizione del calcagno nella posizione in piedi sono maggiori rispetto ai plantari “classici” [11].

In entrambi i casi la letteratura non ha evidenziato chiaramente l’effettiva efficacia sul miglioramento della struttura del piede in caso di piedi piatti flessibili, ma molto spesso le ortesi vengono utilizzate come intervento con effetto immediato sui sintomi e come soluzione temporanea.

L’ultima tipologia di intervento è quella dell’esercizio fisico che viene spesso utilizzata anche insieme alle ortesi e come coadiuvante per l’intervento chirurgico.

Sono molteplici le tipologie di esercizio che vengono proposte e hanno più obiettivi: il rinforzo della muscolatura di sostegno dell’arco longitudinale mediale, il miglioramento della stabilità della struttura del piede in situazioni statiche e dinamiche, rinforzo di tutte quelle strutture muscolo-tendinee soprastanti al piede che vanno a sostenere il ciclo del passo, l’equilibrio monopodalico, la capacità propulsiva del piede.

1.4 IL PIEDE PIATTO E LA PERFORMANCE SPORTIVA

La relazione tra piede piatto e performance sportiva è stata poco analizzata in letteratura e presenta ancora risultati contrastanti. Il piede piatto flessibile non è una patologia che esclude dalla pratica sportiva, sono presenti moltissimi atleti a ogni livello con questa morfologia del piede. Il motivo che spinge a domandarsi se c’è o meno una differenza nell’efficienza e nella qualità del movimento in soggetti con piede piatto flessibile rispetto a quelli con piede normale è il fatto che il piede è coinvolto in un numero enorme di task motori e rappresenta la struttura che sta alla base e da cui partono la maggior parte dei

gesti motori; quindi, se il piede presenta dei dismorfismi come vengono influenzati i movimenti che partono da esso?

In prima battuta è da considerare la presenza o meno di sintomi: un piede piatto caratterizzato da dolore sarà limitante per l'attività motoria del soggetto indipendentemente dalla sua efficacia motoria.

Parlando di piede piatto flessibile fisiologico (assenza di dolore), Tudor [12] ha condotto uno studio per capire se ci sia una relazione tra morfologia e funzione del piede. L'autore non ha riscontrato una relazione significativa con diciassette task di performance valutati (tra cui forza esplosiva, equilibrio statico e dinamico, velocità e coordinazione) rispetto a diversi gradi di piede piatto flessibile, valutando come il piede piatto flessibile non sembri essere uno svantaggio per la performance.

In contrasto con quanto trovato da Tudor, altri autori hanno riscontrato delle differenze significative in alcune capacità motorie: l'equilibrio statico, l'agilità, la corsa sui 100 mt probabilmente, collegata alla minor capacità propulsiva del piede al terreno, il 12 minute walking test, collegato con il fatto che il piede nei soggetti con PPF è un piede più debole che si affatica prima [13] [14].

La capacità motoria del salto, invece, non pare influenzata dalla morfologia del piede se questo non presenta sintomi dolorosi. [3]

I risultati contraddittori e il basso numero di studi esistenti sulla funzionalità del piede piatto negli atleti evidenziano la necessità di sviluppare studi futuri inerenti a questa tematica.

CAPITOLO 2: INTERVENTO CHINESIOLOGICO

2.1 METODOLOGIE DI INTERVENTO NEL PIEDE PIATTO FLESSIBILE

La letteratura attuale presenta l'esercizio fisico adattato come un'opzione nel trattamento di casi di soggetti con piede piatto flessibile. La ragione principale è che nei soggetti con pes planus si ha un collasso dell'arco longitudinale mediale (MLA). L'arco longitudinale mediale è supportato sia passivamente dalle strutture legamentose e dalle ossa del piede che attivamente dalla muscolatura intrinseca del piede (tra i più importanti ci sono: m. estensore delle dita, m. estensore dell'alluce, m. abduktore dell'alluce, m. flessore breve dell'alluce) e dalla muscolatura estrinseca (m. peronieri lungo e breve, m. tibiale anteriore, m. tibiale posteriore, m. tricipite della sura, m. flessore lungo dell'alluce, m. flessore lungo delle dita, m. estensore delle dita, m. estensore dell'alluce).

Nei soggetti con PPF è presente un deficit della muscolatura intrinseca [15], in particolare del muscolo abduktore dell'alluce e flessore breve dell'alluce e una disfunzione della muscolatura estrinseca [16] [17] in particolare del m. tibiale anteriore e del m. peroneo lungo; queste disfunzioni portano, nei soggetti con piede piatto flessibile, al collasso del MLA.

Si può facilmente comprendere come lavorando sulle strutture che agiscono attivamente su MLA si possa portare dei miglioramenti allo stesso e quindi agire sulla tipologia del piede del soggetto.

Gli obiettivi principali che si pone l'intervento chinesiológico sono [18] [19] [20]:

- rinforzo MLA;
- controllo della pronazione del piede;
- controllo e miglioramento della spinta propulsiva del passo;
- migliorare l'assorbimento di urti da parte del piede;
- migliorare la stabilità del piede.

L'intervento con esercizio fisico viene utilizzato sia come trattamento a sé, che in combinazione con i trattamenti ortotici.

L'esercizio fisico adattato per i soggetti con piedi piatti flessibile consiste nel rinforzo e allungamento della muscolatura estrinseca e nel rinforzo e attivazione della muscolatura intrinseca.

La tecnica più utilizzata e più efficace per il trattamento della muscolatura intrinseca è lo "Short Foot Exercises" (SFE): un allenamento sensomotorio che attiva la muscolatura intrinseca del piede e forma attivamente l'arco longitudinale mediale. [20] Lo SFE consiste nell'avvicinare la testa metatarsale al tallone senza piegare le dita del piede, in particolare l'alluce; quindi, permette di attivare la MLA senza utilizzare il flessore dell'alluce. Questo viene fatto seguendo una progressione da seduto a in piedi fino a in piedi su un piede solo, aumentando quindi il carico sul piede stesso.

Le evidenze riportano che, attraverso l'utilizzo dello SFE per almeno 6-8 settimane con una frequenza di almeno 3 volte la settimana, si ha [20] [18]:

- miglioramento dell'attività dell'abduktore dell'alluce, che si occupa della distribuzione del peso e della spinta durante il push-off della camminata;
- miglioramento della funzione e attività del flessore breve dell'alluce, che mantiene MLA;
- miglioramento del Navicular Drop.

Lo SFE risulta più efficace nel coinvolgimento dell'abduktore dell'alluce (AbdH) se gli esercizi vengono effettuati contemporaneamente a una abduzione isometrica dell'anca (Hip Abduction Isometric, HAI) [17], attraverso ad esempio l'utilizzo di una loop band, questo perché si ha una riduzione dei movimenti compensatori dell'articolazione dell'anca durante gli esercizi. Questo maggior coinvolgimento dell'AbdH si ha durante lo SFE da seduti, ma ancora di più quando viene eseguito in piedi.

Altri esercizi per rinforzare la muscolatura intrinseca sono:

- Towel Curl: da posizione seduta si appoggia la pianta del piede sopra un asciugamano teso e attraverso la flessione continua delle dita l'obiettivo è quello di arrotolare l'asciugamano;
- First Toe Extension: estensione dell'alluce tenendo le altre dita a terra;
- Second to Fifth Extension: estensione dal secondo al quinto dito mantenendo l'alluce a terra;

L'intervento chinesiologico prevede anche un lavoro sulla muscolatura estrinseca quale: il tibiale anteriore e posteriore, il peroneo lungo, il peroneo breve, il tricipite della sura, il

flessore lungo dell'alluce, il flessore lungo delle dita, l'estensore delle dita, l'estensore dell'alluce.

Vengono eseguiti esercizi come:

- tip-toe raising;
- camminate con varie andature;
- calf con sovraccarico;
- presa con le dita di una maglietta/asciugamano.

2.2 SCOPO DELLO STUDIO

Il piede piatto flessibile è una condizione molto frequente, molto poco è stata analizzata la sua influenza sulla performance sportiva dei soggetti che li presentano.

Questa tesi si pone di andare a valutare come un programma di esercizio adattato per un soggetto con piede piatto flessibile possa o meno influenzare la sua performance sportiva valutando alcune capacità motorie coinvolte nello sport praticato.

Il soggetto è un ragazzo di 13 anni che pratica la pallacanestro e ha avuto una diagnosi di piedi piatti flessibili trattata con dispositivi ortotici, quali plantari rigidi. Il soggetto è stato inizialmente sottoposto a un'anamnesi per raccogliere dati anagrafici, patologici, sportivi e di dolore dei piedi piatti flessibili. Successivamente sono stati eseguiti cinque test per valutare: flessibilità, equilibrio statico, equilibrio dinamico, capacità di salto verticale e rapidità.

In seguito, è stato svolto un protocollo di allenamento dalla durata di 8 settimane con una frequenza di 3 volte la settimana, di cui 2 sotto supervisione e una in autonomia a casa. Al termine del protocollo sono stati eseguiti nuovamente i test valutativi delle capacità motorie.

CAPITOLO 3: MATERIALI E METODI

3.1 IL CASO CLINICO

Il soggetto del caso clinico è un ragazzo di 13 anni con diagnosi di piede piatto pronato lasso doloroso risalente al 2021, a seguito della quale utilizza plantari su misura sia durante l'attività che nella vita quotidiana.

Il soggetto pratica pallacanestro da circa 4 anni.

Il protocollo di esercizio fisico adattato è stato svolto presso la palestra “Ilaria Alpi” di Limena dove il ragazzo svolge regolarmente la sua attività di pallacanestro. Delle tre sedute settimanali di esercizio, due venivano svolte in palestra ed una veniva svolta a casa con la supervisione della madre a cui erano stati presentati il protocollo e gli esercizi sia ad inizio intervento che in ogni momento in cui veniva effettuata una progressione.

3.1.1 LA SCHEDA DI ANAMNESI

Durante il primo incontro, il ragazzo è stato sottoposto a una serie di domande per raccogliere i dati anamnestici (allegato 1) che comprendevano:

- dati anagrafici (età, altezza, peso);
- anamnesi patologica per valutare la multifattorialità;
- anamnesi sportiva (tipo di sport, tempo e frequenza di pratica);
- anamnesi piede piatto: con scala vas per dolore pre-durante-post attività con e senza plantare.

Una volta raccolti i dati anamnestici è stato possibile effettuare la valutazione funzionale per quanto riguarda le capacità motorie analizzate.

3.2 LA VALUTAZIONE DEL SOGGETTO

La valutazione del ragazzo è avvenuta in due momenti diversi poiché il ragazzo aveva già i referti di una visita posturale per il piede effettuata ad inizio 2021.

Si è raccolto quindi:

- le immagini al podoscopio con analisi statica e analisi dinamica del piede;
- la valutazione del dolore pre durante e post attività con una scala vas.

3.2.1 ESAME AL PODOSCOPIO

La valutazione posturale che il soggetto aveva svolto nel 2021 è stata eseguita con l'uso del podoscopio, uno strumento che permette di valutare il piede, la diversa pressione applicata dalle zone del piede come avampiede, mesopiede e retropiede sia in situazione statica che dinamica.

L'esame al podoscopio gli era stato prescritto perché il soggetto aveva dolore durante l'attività e post attività.

3.2.2 LA SCALA VAS

La scala Vas è uno strumento di misurazione del dolore soggettivo provato dal soggetto e viene eseguita chiedendo al soggetto il dolore percepito nella situazione richiesta su una scala figurativa da 0 a 10.

3.3 LA VALUTAZIONE FUNZIONALE ALLO SPORT

Sono state eseguite quattro valutazioni funzionali allo sport praticato dal soggetto che è la pallacanestro:

- flessibilità della catena cinetica posteriore;
- equilibrio statico e dinamico;
- capacità di salto;
- rapidità.

Per ogni capacità è stato somministrato un test al primo incontro.

3.3.1. SIT AND REACH

Il "Sit and reach" è un test che serve per misurare la flessibilità della catena cinetica posteriore, in particolare degli hamstring.

Viene eseguito facendo sedere il soggetto a terra con testa e dorso appoggiati a un muro, si chiede poi al soggetto di mantenere le gambe estese e contemporaneamente espirare e flettersi in avanti. Il soggetto deve portare entrambe le mani verso i piedi e tenere la posizione per 2 secondi.

Si eseguono due prove e si registra il valore migliore.



Figura 3. Sit and reach test.

3.3.2 ONE LEG TEST E STAR EXCURSION BALANCE TEST

Il “One leg test” è un test per valutare l’equilibrio statico monopodalico.

Si esegue partendo dalla posizione in piedi, in equilibrio bipodalico e si chiede al soggetto di sollevare un piede da terra cercando di mantenere l’equilibrio monopodalico.

Il test si ferma se:

- il soggetto mantiene l’equilibrio per 60”;
- tocca terra con l’altro piede;
- saltella sul piede a terra.

Si eseguono 2 prove e si tiene il tempo migliore.

Il test è stato eseguito per 2 prove a occhi aperti e per 2 prove a occhi chiusi.

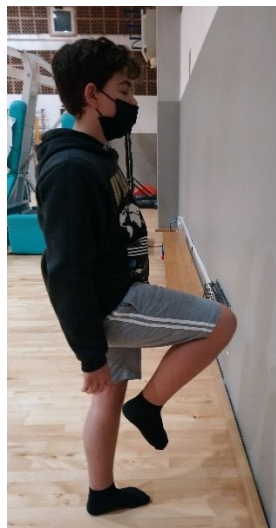


Figura 4. One leg test OA vista frontale. Figura 5. One leg test OC vista laterale.

Lo “Star excursion balance test” (SBET) serve per valutare l’equilibrio dinamico, è stata utilizzata la versione con tre direzioni disegnate a terra con angoli di 90°, 135° e 135°.

Si esegue chiedendo al soggetto di tenere l'equilibrio monopodalico con un piede all'intersezione delle linee e con l'altro piede raggiungere la distanza maggiore per ogni direzione.

L'ordine di esecuzione è anteriore destra, anteriore sinistra, postero-laterale destra, postero-laterale sinistra, postero-mediale destra, postero-mediale sinistra.

Il test è ritenuto non valido se:

- non si mantiene l'equilibrio;
- si solleva il piede da terra (saltelli per ritrovare l'equilibrio);
- tocca terra con il piede libero;
- fallisce a tornare in posizione.

Una volta eseguite tre prove si tiene il valore massimo di ogni direzione e si inserisce nel sistema di punteggio:

$(\text{raggiungi 1} + \text{raggiungi 2} + \text{raggiungi 3})/3$



Figura 6. SBET anteriore



Figura 7. SBET postero-lat.

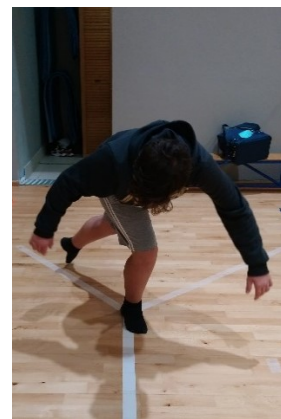


Figura 8. SBET postero-med.

3.3.3 SERGENT JUMP TEST

Il test serve per valutare la capacità di salto. Si esegue chiedendo al soggetto di porsi lateralmente a un muro a una distanza fissa, con la mano dominante vicina al muro. Come prima cosa si misura l'altezza di reach da in piedi, che verrà segnata come M1, successivamente si chiede al soggetto di cercare di raggiungere il punto più alto possibile con la mano dominante con un contro-movimento jump. La misura raggiunta con il salto viene segnata come M2. La distanza raggiunta dal "Vertical jump" risulterà dalla differenza tra M2 e M1.



Figura 9. Sargent test: m1, caricamento, m2.

3.3.4 T-TEST

Il T-test è un test di agilità, viene eseguito su un percorso come in figura sotto.

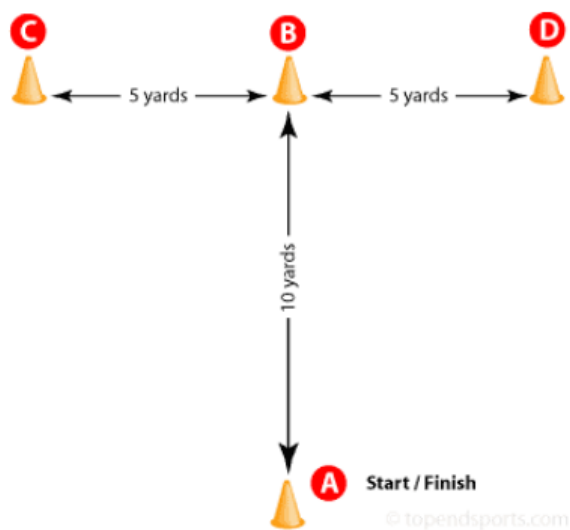


Figura 10. T-test, percorso.

Al via il soggetto deve correre dal cono A al cono B, toccare il cono B con la mano destra, muoversi scivolando lateralmente verso il cono C e toccarlo con la mano sinistra, raggiungere il cono D sempre scivolando lateralmente, tornare al cono B scivolando lateralmente e toccarlo con la mano sinistra per poi tornare al cono A correndo all'indietro. Il test non è ritenuto valido se:

- nel movimento di corsa scivolando lateralmente il soggetto incrocia i piedi;

- il soggetto non tocca i coni o li tocca con la mano sbagliata;
- il soggetto non guarda avanti.



Figura 11. T-test, passaggio da punto B verso punto C.



Figura 12. T-test, passaggio da punto C verso punto D.



Figura 13. T-test, passaggio da punto B verso punto A.

3.3 IL PROTOCOLLO DI LAVORO

Il protocollo di esercizio fisico adattato è stato realizzato sulla base della diagnosi, dell'anamnesi e delle valutazioni funzionali eseguite.

Il protocollo consiste di 8 settimane durante le quali il soggetto ha svolto due volte esercizio sotto supervisione in palestra e una volta a casa. Per permettere un miglior supporto casalingo e una maggiore aderenza [21] la prima settimana la madre ha partecipato come osservatrice al lavoro svolto in palestra.

La scheda di allenamento è stata suddivisa in tre grandi parti:

1. Attivazione
2. Rinforzo statico
3. Esercizi di balance e parte dinamica

Durante tutto il percorso di esercizio è stato tenuto un diario di allenamento, sia per gli allenamenti con supervisione che per quelli a domicilio, in cui sono stati raccolti tutti i feedback del soggetto durante gli esercizi, eventuali difficoltà e eventuali variazioni del giorno.

Nella prima parte di attivazione l'obiettivo è il riscaldamento del soggetto per migliorare il ROM delle articolazioni coinvolte e attivare il soggetto in modo tale da ridurre il rischio di infortuni. Un ulteriore focus di questa prima parte è stata l'attivazione dei recettori della fascia plantare per aumentare la sensibilità per gli esercizi della parte centrale.

Sono stati svolti:

- esercizi di rilascio miofasciale attraverso una pallina da tennis e un form roller cercando di stimolare il più possibile la fascia plantare;
- esercizi di mobilità principalmente delle articolazioni della caviglia, del ginocchio e dell'anca;
- esercizi di stretching dinamico che coinvolgessero principalmente il muscolo tricipite della sura;
- andature e diversi tipi di corsa per terminare la fase di riscaldamento.

Nella seconda parte della scheda di lavoro il focus si è spostato verso il rinforzo della muscolatura intrinseca ed estrinseca che contribuiscono alla formazione della MLA. In particolare, si iniziava con lo SFE, l'esercizio principale per migliorare la muscolatura intrinseca della fascia plantare longitudinale e per aumentare l'attivazione dell'abduktore dell'alluce e di conseguenza il cavismo del piede. Lo SFE è stato eseguito partendo da una fase passiva in cui l'operatore supportava con la mano il movimento che doveva essere eseguito dal soggetto, passando per una fase attiva da seduto fino alla posizione bipodalica e infine alla monopodalica.

La scelta di eseguire per primo questo esercizio è dovuta anche al fatto che negli esercizi successivi veniva richiesto al soggetto un'iniziale attivazione della MLA da mantenere nel corso dell'esercizio.

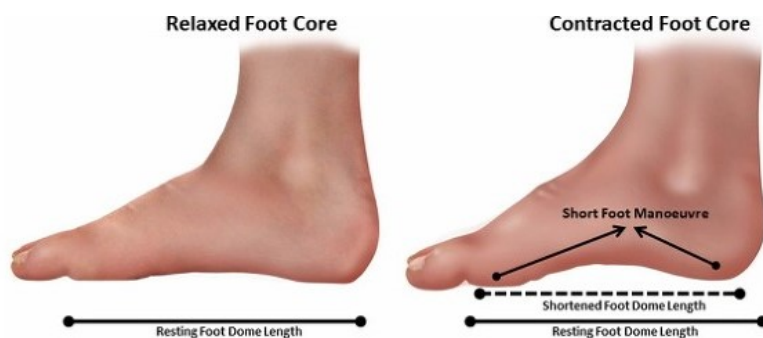


Figura 14. SFE

Il secondo esercizio proposto è stato il “First toe extension”, l’esercizio consiste nel sollevare l’alluce tenendo a terra le altre quattro dita del piede. La progressione seguita è la stessa dello SFE e quindi da passiva ad attiva e da seduto a in piedi fermandoci alla posizione bipodalica.



Figura 15. First toe extension.

A seguito del “First toe extension” troviamo il “Second to fifth extension” in cui è richiesto al soggetto di sollevare le ultime quattro dita mantenendo a contatto col terreno l’alluce. Anche qui la progressione va da passivo ad attivo e da seduto a in piedi.



Figura 16. Second to fifth extension

Il quarto esercizio proposto consiste nell’afferrare una maglietta con le dita del piede, in questo esercizio si richiede al soggetto di sollevare una maglietta da terra con la presa delle dita del piede. Questo è un esercizio cavizzante per la fascia plantare. La progressione

iniziale è stata svolta aumentando il numero delle ripetizioni, in seguito si è passati da seduti a in piedi e successivamente si è integrato con il “Towel curls exercise” in cui si cerca di arrotolare un asciugamano (o in questo caso una maglietta) utilizzando solo le dita del piede.



Figura 17. Esercizio di presa con le dita del piede.

L’ultimo esercizio di questa parte centrale è il “TipToe raising” svolto come esercizio di rinforzo della muscolatura estrinseca, in particolare del tricipite della sura. Si chiede al soggetto di sollevarsi sulle punte e mantenere la posizione per qualche secondo per poi svolgere una fase eccentrica di discesa del tallone. La progressione eseguita è partita dal sollevamento sulle punte da terra, successivamente su un rialzo che permettesse un’ampiezza maggiore del movimento, sia in fase concentrica che eccentrica. In seguito, si è aumentato il carico inserendo un peso da tenere in mano, per ultimo si è svolto un esercizio di calf con un peso su un piede solo.



Figura 18. Tip-toe raising, versione monopodalico con piccolo peso.

La terza parte del protocollo di lavoro è stata caratterizzata da esercizi di balance e esercizi che coinvolgessero le capacità motorie tipiche dello sport. Per tutti questi esercizi si è richiesto al soggetto di mantenere un'attivazione della MLA come veniva svolto nel primo esercizio della fase di rinforzo (SFE).

Nel passaggio dalla fase più statica a quella più dinamica sono state inserite andature di vario tipo per lavorare sia su esercizi di supporto dell'arco plantare longitudinale come con la camminata sulle punte che con esercizi per migliorare la percezione del piede in ogni fase del passo.

Le andature utilizzate sono:

- camminata sui talloni;
- camminata su esterno del piede;
- camminata sull'interno del piede;
- camminata sulle punte;
- rullata del piede;
- camminata tandem;
- rullata del piede incrociando i passi.

In un primo momento sono state svolte a terra sul parquet del campo da pallacanestro per poi passare all'uso di materassini di vario spessore e morbidezza per aumentare la difficoltà.

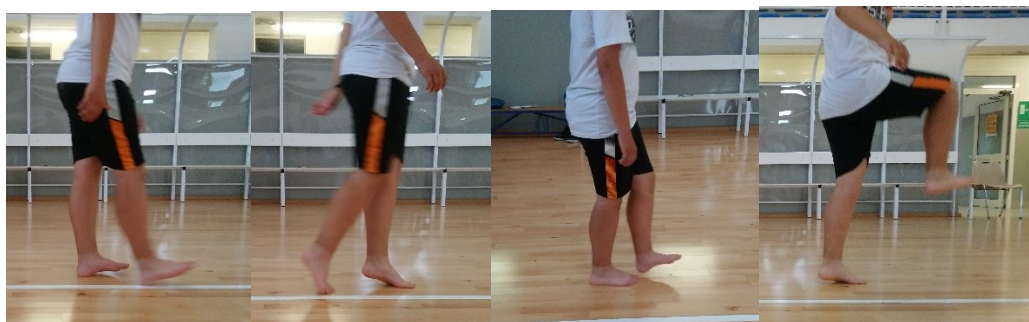


Figura 19. Andature (camminata sui talloni, camminata sulle punte, camminata tandem, rullata) su pavimento rigido

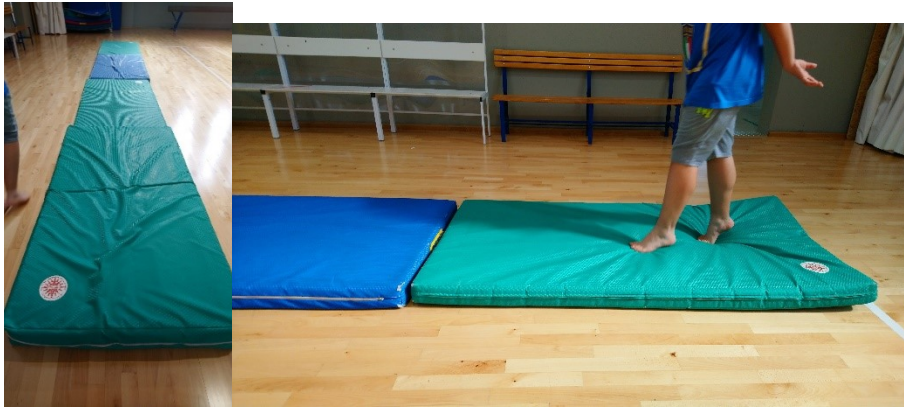


Figura 20. Percorso realizzato sui materassi per le andature. Con esempio di camminata sulle punte.

Il secondo macrogruppo di esercizi di questa terza parte è quello del balance. Sono stati proposti esercizi di equilibrio monopodalico a terra e su tavolette con progressione il passaggio da occhi aperti a occhi chiusi e il lancio di palline e palloni per aumentare la destabilizzazione del soggetto. In tutte queste varianti si richiedeva sempre al ragazzo di mantenere l'attivazione della MLA.



Figura 21. Esempi di esercizi di equilibrio monopodalico. One leg OA. One leg con passaggi palla. One leg su skimmy con pallone intorno alla vita.

Il terzo macrogruppo eseguito è stato quello di esercizi di rapidità, questi, a differenza dei precedenti, non sono rimasti sempre gli stessi, ma variavano in base alla seduta. La costante di questi lavori sono stati i tempi di lavoro e recupero che sono stati mantenuti e variati nel corso del protocollo di lavoro.

Si è lavorato su 6-8 secondi di lavoro con rapporto lavoro recupero di 1:3.

Gli esercizi svolti avevano l'obiettivo di rendere il soggetto consapevole della sua attivazione della MLA mentre eseguiva esercizi dinamici e rapidi. In questa fase si è cercato di essere più specifici sulla pallacanestro possibile, inserendo l'attrezzo palla e movimenti specifici dello sport come gli scivolamenti laterali, il passaggio da corsa a scivolamento, l'imprevedibilità di partenza dovuta a uno stimolo esterno (avversario o palla) e la combinazione delle componenti appena descritte.

Gli ultimi esercizi del protocollo coinvolgevano la capacità motoria del salto. Sono stati eseguiti esercizi di didattica di salto sia bipodalico che monopodalico utilizzando degli ostacoli. Si richiedeva al soggetto di eseguire un contro movimento seguito da un balzo lungo un percorso di cinque ostacoli. Il focus è stato soprattutto sull'utilizzo dei piedi sia in fase di caricamento del salto che di atterraggio.



Figura 22. Esercizio di salto bipodalico su ostacoli.



Figura 23. Esercizio di salto monopodalico con ostacoli.

Il protocollo di lavoro è stato riassunto nella seguente tabella:

	1^ - 2^ SETTIMANA		3^ - 4^ SETTIMANA		5^ - 6^ SETTIMANA	
	RIPET.	SERIE	RIPET.	SERIE	RIPET.	SERIE
MIOFASCIALE PALLINA DA TENNIS	1'+1'	x2 (seduto)	1'+1'	x2 (seduto)	1'+1'	x2 (in piedi)
SHORT FOOT EXERCISE	5"x10	x3 (seduto)	5"x10	x3 (in piedi)	5"x10	x3 (1 piede)
FIRST TOE EXTENSION	10	x3 (seduto)	10	x3 (in piedi)	12	x3
2^ to 5^ EXTENSION	10	x3	10	x3 (in piedi)	12	x3
PRESA MAGLIETTA CON LE DITA	10	x3	5"x10	x3 (in piedi)	5 arrotolo + 10 sollevo	x3
TIPTOE RASING	10	x3	10	x3 (su gradino)	10	x3 (con 3kg)
ANDATURE: -camminata sui talloni -camminata su esterno -camminata su interno -camminata sulle punte -camminata tandem -rullata (dalla 2^ sett)	10 metri	x3 (ogni andatura)	10metri	x3 1→terra 2→materas si	10 metri	x3 1→ terra 2 → materassi
EQUILIBRIO SU 1 PIEDE OA	1^sett 20" +20" 2^sett 30"+30"	x3	20" + 20"	x3 1→ terra OC 2→ tavolette	20" + 20"	x3 1→ OC giro palla 2→ skimmy
RAPIDITA' (da seconda settimana)	8"x8	x3	8"x8	x3	8"x8	x3
SALTO OSTACOLI: -due piedi con contro movimento -due piedi continuo	---	---	5	x5	5	x3

	7^ SETTIMANA		8^ SETTIMANA	
	RIPET.	SERIE	RIPET.	SERIE
MIOFASCIALE PALLINA DA TENNIS in piedi	1'+1'	x2	1'+1'	x2
SHORT FOOT EXERCISE	5"x10	x3 (1 piede)	5"x10	x3 (1 piede)
FIRST TOE EXTENSION	12	x3 (in piedi)	12	x3 (in piedi)
2^ to 5^ EXTENSION	12	x3 (in piedi)	12	x3 (in piedi)
PRESA MAGLIETTA CON LE DITA	5 arrotolo + 10 sollevo	x3	5 arrotolo + 12 sollevo	x3
TIPTOE RASING	10 +10	x3 (su gradino 1 piede) +3kg	10 +10	x3 (su gradino 1 piede) +3kg
ANDATURE: -camminata sui talloni -camminata su esterno -camminata su interno -camminata sulle punte -camminata tandem -rullata -rullata incrociata -laterale	10 metri	x3 materassi	10metri	x3 materassi
EQUILIBRIO SU 1 PIEDE	20" +20"	x3 3→ OA passaggi al muro 3→ tavoletta palla gira intorno corpo	20" + 20"	x3 3→ OA passaggi al muro 3→ tavoletta palla gira intorno corpo
RAPIDITA'	8"x8	x3	8"x8	x3
SALTO OSTACOLI: -due piedi con contro movimento -due piedi continuo -un piede	5	x3 x2 x lato su un piede	5	x3 x2 x lato su un piede

Il protocollo di lavoro è stato eseguito in modo completo ogni volta che veniva svolto l'allenamento con supervisione, quando l'allenamento era a domicilio invece per problemi di spazio e disponibilità di materiale non venivano svolti gli esercizi di rapidità e di salto. Durante ogni allenamento è stato redatto un diario di allenamento (allegato 2) in cui sono state inserite le parti non svolte e i dolori e le difficoltà riscontrate nella singola seduta.

CAPITOLO 4: I RISULTATI

4.1 LA SCALA VAS

La valutazione del dolore attraverso l'utilizzo della Scala Vas è stata eseguita durante tutto il protocollo di allenamento e al termine del percorso; solo in alcune occasioni, riportate nel diario di allenamento, il ragazzo ha percepito dolore durante gli esercizi. Da anamnesi iniziale aveva dichiarato che da quando utilizza i plantari il dolore non si era più presentato né a riposo né durante e post attività sportiva. A seguito del protocollo di lavoro il ragazzo ha confermato l'anamnesi iniziale mantenendo un'assenza di dolore pre, durante e post attività.

4.2 TEST FUNZIONALI

I test funzionali sono stati ripetuti con le stesse modalità al termine delle otto settimane di protocollo.

I dati ottenuti per ogni test sono stati confrontati con quelli eseguiti a inizio protocollo e è stato realizzato un grafico a barre e calcolata la percentuale di miglioramento.

4.2.1. SIT AND REACH TEST

Nella tabella e nel grafico sono riportati i valori dei test svolti a inizio e a fine percorso dal soggetto:

TEST	PRE-INTERVENTO CHINESIOLOGICO (cm)	POST- INTERVENTO CHINESIOLOGICO (cm)	% MIGLIORAMENTO DI
SIT AND REACH	-18	-15	16.7

Tabella 1. Risultati "Sit and Reach test" pre e post-intervento e % di miglioramento

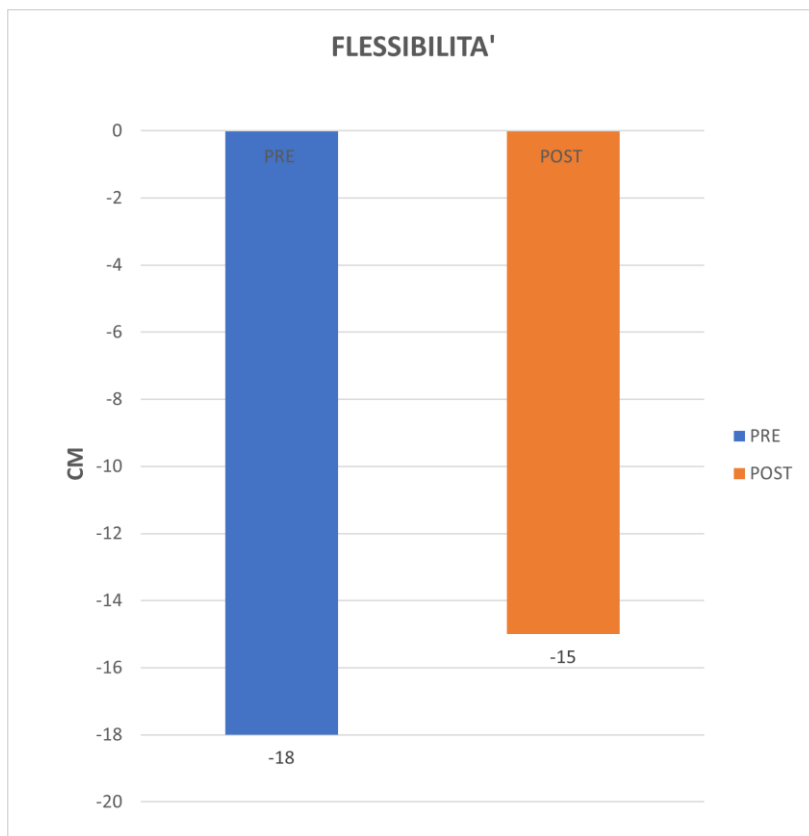


Grafico 1. Grafico valutazioni pre e post-intervento sul test Sit and Reach

Dal grafico a barre si può vedere come la flessibilità della catena posteriore, in particolare della muscolatura degli hamstring, è migliorata con l'intervento chinesiológico con una percentuale positiva del 16.7%.

4.2.2 ONE LEG TEST E STAR EXCURSION BALANCE TEST

Per la valutazione dell'equilibrio statico e dinamico sono state eseguite due valutazioni diverse.

Per quanto riguarda l'equilibrio statico, che è stato valutato attraverso il "One leg test" sia a occhi aperti (OA) che ad occhi chiusi (OC) i risultati sono riportati nella tabella e nei grafici seguenti:

TEST	PRE-INTERVENTO CHINESIOLOGICO (secondi)	POST- INTERVENTO CHINESIOLOGICO (secondi)	% MIGLIORAMENTO DI
ONE LEG OA SX	26.2	>60	129
ONE LEG OA DX	28.2	>60	112.76
ONE LEG OC SX	22.7	17.4	-23.35
ONE LEG OC DX	14.2	9.5	-33.09

Tabella 2. Risultati test di equilibrio statico pre e post-intervento chinesiológico: One leg test OA e One leg test OC.

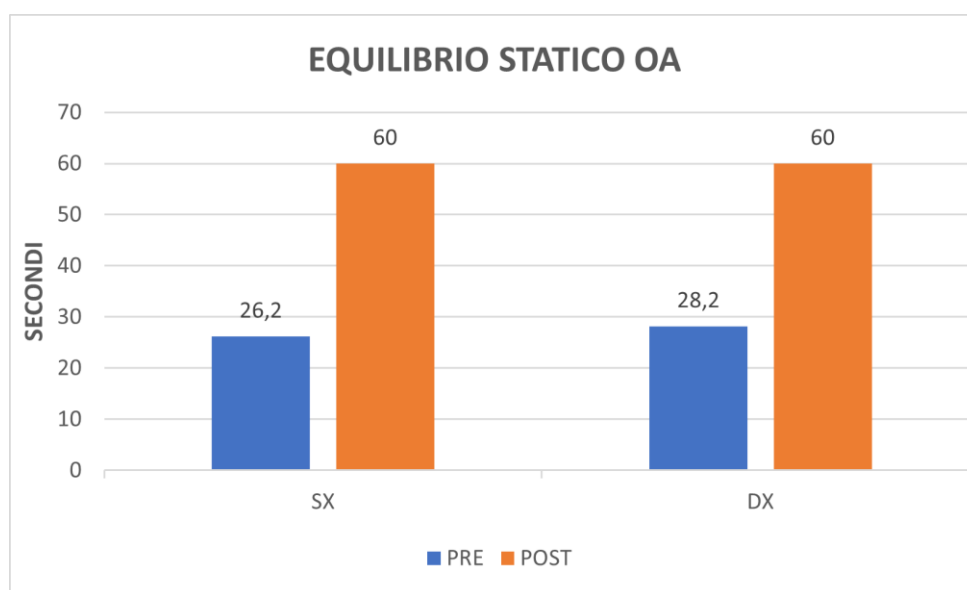


Grafico 2. Grafico valutazioni equilibrio statico OA

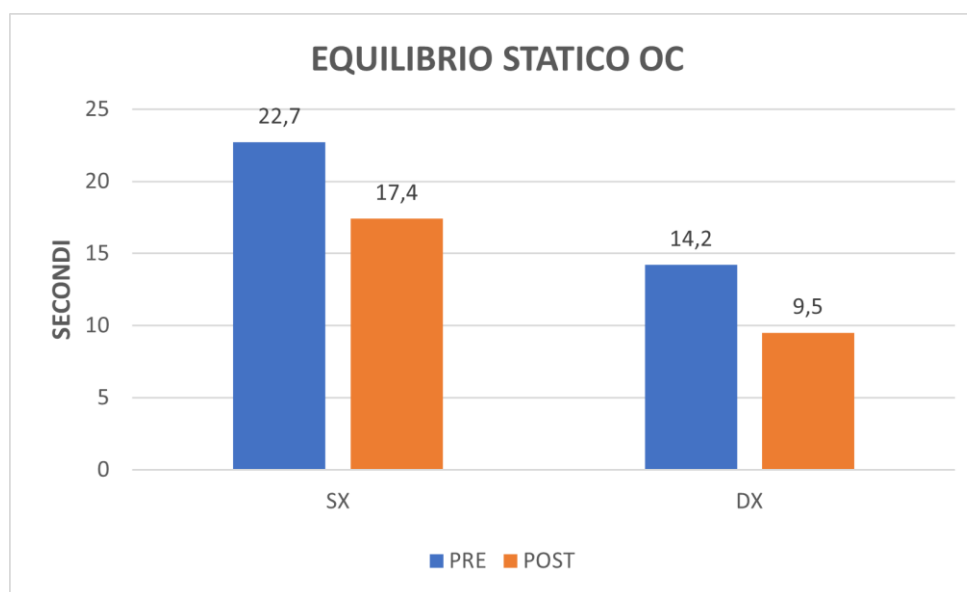


Grafico 3. Grafico valutazioni equilibrio statico OC.

Dai risultati raccolti si vede come l'equilibrio statico con il "One leg test" OA sia migliorato su entrambe le gambe con una percentuale maggiore del 100%; lo stesso test ripetuto ad OC invece non ha portato una percentuale di miglioramento positiva.

Per quanto riguarda l'equilibrio dinamico è stato utilizzato lo "Star Excursion Balance Test" con tre direzioni di movimento: anteriore, posteromediale e posterolaterale. I dati raccolti per le tre direzioni sono i seguenti:

PIEDE DX	PRE-INTERVENTO CHINESIOLOGICO (cm)	POST-INTERVENTO CHINESIOLOGICO (cm)
ANTERIORE	81.4	88.4
POSTERO-LATERALE	64.2	74.6
POSTERO-MEDIALE	59	73.6

Tabella 3. SBET piede dx pre e post-intervento chinesiológico, dati delle tre direzioni.

PIEDE SX	PRE-INTERVENTO CHINESIOLOGICO (cm)	POST-INTERVENTO CHINESIOLOGICO (cm)
ANTERIORE	79.3	84.9
POSTERO-LATERALE	67	70.7
POSTERO-MEDIALE	60.2	68.5

Tabella 4. SBET piede sx pre e post-intervento chinesiológico, dati delle tre direzioni.

Una volta raccolti questi dati si è utilizzata la formula:

$$X = (\text{raggiungi 1} + \text{raggiungi 2} + \text{raggiungi 3}) / 3$$

I dati ottenuti pre e post-intervento sono stati inseriti nella seguente tabella e nel seguente grafico:

TEST	PRE-INTERVENTO CHINESIOLOGICO (cm)	POST-INTERVENTO CHINESIOLOGICO (cm)	% DI MIGLIORAMENTO
SBET SX	68.2	78.87	15.64
SBET DX	68.83	74.7	8.52

Tabella 5. Valutazione SBET pre e post-intervento chinesiológico.

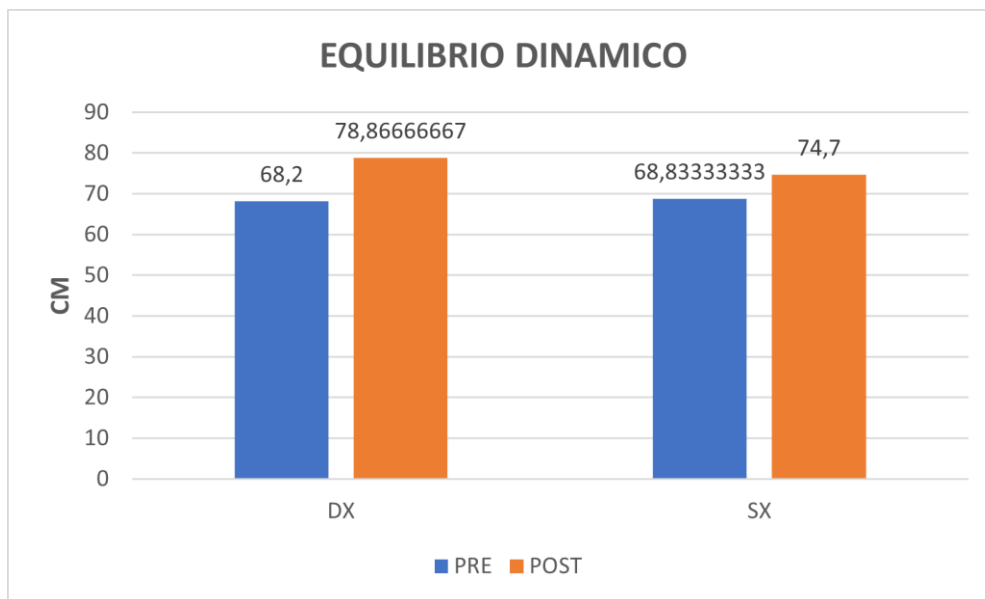


Grafico 4. SBET pre e post-intervento chinesiológico.

Osservando tabelle e grafici riguardanti la valutazione dell'equilibrio dinamico attraverso lo "Star Excursion Balance Test" si può vedere come con entrambe le gambe ci sia stato un miglioramento positivo a seguito del protocollo di esercizio di 8 settimane, da un lato del 15.64% e dall'altro dell'8.52%.

4.2.3 SARGENT JUMP TEST

La valutazione della capacità di salto è stata eseguita con il "Sargent jump test", questa valutazione comporta due tipi di misure:

- M1= cm raggiunti con un reach dell'arto dominante dalla posizione in piedi lateralmente al muro;
- M2= cm raggiunti a seguito di un contro-movimento jump dalla posizione in piedi lateralmente al muro con l'arto superiore dominante.

Una volta ottenute una misurazione di M1 e tre tentativi di M2 si tiene il valore massimo tra i tentativi di salto e si calcola il valore del "Vertical Jump" (VJ) attraverso la seguente formula:

$$VJ = M2 - M1$$

I dati ottenuti dalle valutazioni pre e post-intervento di M1 e M2 e del VJ sono riportati in tabella:

	PRE-INTERVENTO CHINESIOLOGICO (cm)	POST- INTERVENTO CHINESIOLOGICO (cm)	% MIGLIORAMENTO DI
M1	214.1	217.8	--
M2	246.6	248.4	--
VJ	32.5	30.6	-5.85

Tabella 6. Valutazione Sargent test pre e post-intervento chinesiológico.

Sulla base del risultato dei test è stato realizzato il grafico a barre per il confronto tra inizio e fine percorso di esercizio adattato.

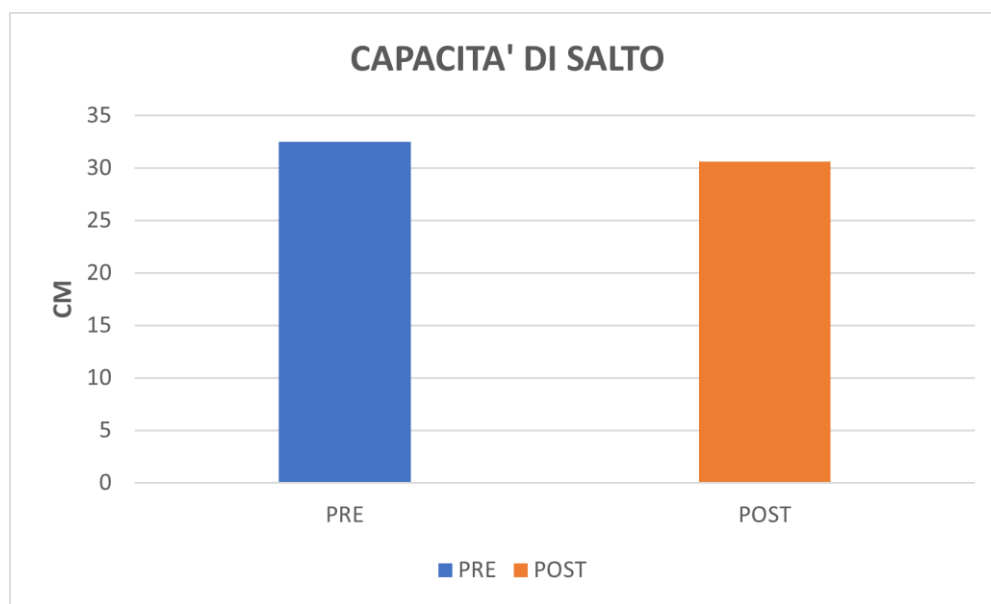


Grafico 5. Sargent test pre e post-intervento chinesiológico.

Analizzando i dati ottenuti il valore netto del “Sargent test” è aumentato a fine percorso, ma insieme a quello è aumentato anche il valore di M1 quindi c’è stata una crescita in statura del soggetto. La crescita in statura è risultata maggiore di quella del VJ e quindi la percentuale di miglioramento risulta negativa. Non risulta quindi un incremento dovuto al percorso di esercizio fisico adattato nella capacità di salto verticale.

4.2.4. T-TEST

La rapidità è stata valutata attraverso il “T-test” per il quale si è raccolto il tempo per percorrere il percorso del test. I risultati ottenuti sono inseriti nella tabella e nel grafico sottostante:

TEST	PRE-INTERVENTO CHINESIOLOGICO (secondi)	POST- INTERVENTO CHINESIOLOGICO (secondi)	% MIGLIORAMENTO DI
T-TEST	13.2	13	1.52

Tabella 7. Valutazione T-test pre e post-intervento chinesiológico.

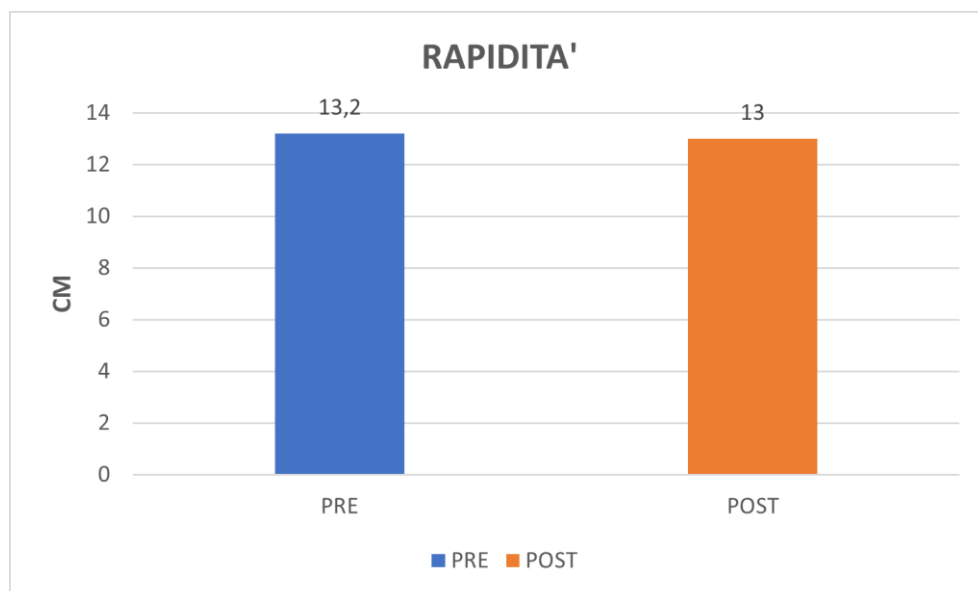


Grafico 6. T-test pre e post-intervento chinesiológico.

I risultati del “T-test” riportano un miglioramento minimo nella capacità di rapidità pre e post-intervento chinesiológico con una percentuale del 1.52%.

CAPITOLO 5: DISCUSSIONE

Attraverso i test effettuati all'inizio e al termine del protocollo di allenamento è stato possibile valutare come, nel caso studio preso in analisi, siano avvenuti dei miglioramenti o peggioramenti nelle capacità motorie analizzate attraverso un percorso di rieducazione di piedi piatti flessibili.

Come premessa della discussione dei risultati bisogna riportare che il soggetto partecipante al caso studio nel corso del protocollo di lavoro ha subito un aumento di statura di 3cm e un aumento ponderale di 2kg. Inoltre, per discutere al meglio i risultati ottenuti, oltre ai dati riportati nelle tabelle, è importante sottolineare che nel corso della 7^a settimana di protocollo il soggetto ha subito una distorsione alla caviglia nel corso delle attività di vita quotidiana. Questo ha influenzato il percorso nel suo periodo finale riportando l'esecuzione degli esercizi in scarico come avveniva nelle prime settimane del protocollo e non permettendo lo svolgimento della parte più dinamica della scheda di allenamento che comprendeva esercizi di salto e rapidità. Questo limite, non prevedibile, non ha permesso di raggiungere alcune progressioni che erano programmate e ha sicuramente condizionato i risultati nel complesso del percorso.

La prima capacità motoria presa in analisi attraverso le valutazioni funzionali è la flessibilità della catena cinetica posteriore: i valori ottenuti sia ad inizio che a fine del percorso sono tendenzialmente negativi, ma tra inizio e fine percorso si ha avuto un cambiamento positivo del 16,7%. A inizio di ogni seduta per attivare i recettori e ottimizzare la sensibilità a livello della fascia plantare, in vista degli esercizi successivi, è stato eseguito sempre un rilascio miofasciale ed è possibile attribuire a questo l'incremento di flessibilità che ha portato a un miglioramento nel test "Sit and reach".

Per quanto riguarda l'analisi dell'effetto sull'equilibrio statico e dinamico si è riportato un importante miglioramento, eccezion fatta per il "One leg test OC". Questo incremento si ipotizza sia dovuto al fatto che attraverso il percorso di rieducazione si ha un aumento di attivazione del muscolo abduktore dell'alluce che porta ad una migliore distribuzione del peso del corpo a livello del piede quando siamo in posizione eretta. Inoltre, l'aumento della capacità di equilibrio è stato confermato da più autori [20] [18] [21] [19] e risulta quindi confermato quanto ipotizzato inizialmente.

La terza capacità analizzata è quella del salto: questa non ha portato miglioramenti ma anzi è leggermente calata. Questo risultato è in linea con quanto riportato negli articoli letti [3]

[22] [23] dove si riporta che è possibile migliorare la biomeccanica del gesto del salto, ma non si hanno differenze o influenze nella performance collegate con la morfologia del piede.

Infine, per quanto riguarda la rapidità si è ottenuto un leggero miglioramento pari all'1.52%; la poca significatività del miglioramento porta a pensare che questo non sia una conseguenza del percorso di esercizio fisico adattato. Alcuni autori [13] [14] avevano riportato una differenza nell'agilità tra soggetti con piede piatto flessibile e piede normale. Questa differenza probabilmente dipende dall'inefficienza nella fase di propulsione e di reazione al suolo dei piedi piatti flessibili rispetto ai piedi normali.

Infine, è importante riportare inoltre che il soggetto ha mantenuto l'uso dei plantari che gli erano stati prescritti sia nella parte di esercizi da svolgere con le scarpe che nella vita quotidiana. Questo è da tenere in considerazione ai fini dei risultati poiché può aver portato un'influenza.

Nonostante questo, i risultati ottenuti portano degli ottimi miglioramenti nelle capacità di equilibrio statico e dinamico e di flessibilità e da non tralasciare la totale assenza di dolore post attività.

CAPITOLO 6: CONCLUSIONI

Il piede piatto flessibile è una delle alterazioni più frequenti a livello del piede nei bambini e adolescenti. Troppo spesso questa condizione viene associata a un deficit di performance e di risultati sportivi. Sono ancora pochi gli studi che analizzano la relazione tra piedi piatti e performance sportiva e quelli che si trovano in letteratura non riportano tutti gli stessi risultati.

Il nostro caso studio ha riportato come non tutte le capacità siano influenzate dalla morfologia del piede, in particolare la capacità motoria dell'equilibrio sembra essere la più influenzata mentre la capacità di salto risulta non subire variazioni significative.

Per poter confermare la presenza di una relazione dovuta al percorso di esercizio adattato per piedi piatti flessibili sarebbe necessaria una più ampia testimonianza scientifica sull'argomento.

In ogni caso lo studio rivela come, in caso di diagnosi di piedi piatti flessibili, il primo approccio, non solo per la morfologia del piede ma anche per la performance sportiva, potrebbe essere quello di un percorso di esercizio fisico adattato, che attraverso esercizi specifici permetta di migliorare quei deficit dovuti ad alterazioni strutturali e allo stesso tempo porti miglioramenti nel risultato sportivo.

BIBLIOGRAFIA

- [1] S. Van Boerum, «Biomechanics and pathophysiology of flat foot,» *Foot Ankle Clin*, 2003.
- [2] Atik e Ozyurek, «Flexible flatfoot,» *North Clin Istanbul*, 2014.
- [3] Hu e Yang, «The relationship between foot arch height and two-legged standing vertical jump height in male college-age students,» *OpenSIUC*, 2016.
- [4] S. J. Luhmann, M. M. Rich e P. L. Schoenecker, «Painful idiopathic rigid flatfoot in children and adolescents,» *Foot and Ankle International*, vol. 21, n. 1, 2000.
- [5] V. S. Mosca, «Flexible flatfoot in children and adolescent,» *J Child orthop*, 2010.
- [6] S. Tenenbaum, O. Hershkovich, B. Gordon, N. Bruck, R. Thein, E. Derazen, D. Tzur, A. Shamiss e A. Afek, «Flexible Pes Planus in Adolescents: Body mass index, Body height, and gender -- An epidemiological study,» *Foot and Ankle International*, 2013.
- [7] Dodwell, Dare, M. David e E. R., «Pediatric flatfoot: cause, epidemiology, assessment,» 2014.
- [8] E. J. Harris, J. V. Vanore, J. L. Thomas, S. R. Kravitz, S. A. Mendelson, R. W. Mendicino, S. H. Silvani e S. C. Gassen, «Diagnosis and Treatment of pediatric flatfoot,» *the journal of foot and ankle surgery*, 2004.
- [9] M. Vincent, «Flexible flatfoot in children and adolescent,» *J Child Orthop*, 2010.
- [10] S. E. Ford e B. P. Scandell, «Pediatric Flatfoot Pearls and Pitfalls,» *Foot Ankle Clinics*, pp. 643-656, 2017.
- [11] A. J. Mackenzie, K. Rome e A. M. Evans, «The efficacy of Nonsurgical Interventions for Pediatric Flexible Flat Foot: A critical review,» *J Pediatr Orthop*, 2012.

- [12] A. Tudor, L. Ruzic, B. Sestan, L. Sirola e T. Prpic, «Flat-Footedness is not a disadvantage for athletic performance in children aged 11 to 15 ears,» *Pediatrics*, 2009.
- [13] B. Nakhostin-Roohi, S. Hedayati e A. Aghayari, «the effect of flexible flat-footedness on selected physical fitness factors in female students aged 14 to 17 years,» *journal of human sport & exercise*, 2013.
- [14] J. Sharma e P. Upadhaa, «Effect of flat foot on the running ability of an athlete,» *Indian journal of orthopaedics surgery*, pp. 119-123, 2016.
- [15] K. Okamura, k. Fukuda, S. Oki, T. Ono, S. Tanaka e S. Kanai, «Effect of plantar intrinsic foot muscle strenghtening exercise on static and dynamic foot kinematics: A pilot randomized controlled single-blind trial in individuals with pes planus.,» *Gait and Posture*, 2019.
- [16] S. Angin, K. J. Mickle e C. J. Nester, «Contributions of foot muscles and plantar fascia morphology to foot posture,» *Gait & Posture*, 2018.
- [17] C. Jung-Hoon, C. Heon-Seock, Y. Chung-Hwi, Y. Tae-Lim e B. Seung-Min, «Effect of isometric hip abduction on foot and ankle muscle activity and medial longitudinal arch during short-foot exercise in individuals with pes planus,» *Journal of sport rehabilitation*, 2021.
- [18] E. P. Mulligan e P. G. Cook, «Effect of plantar intrinsic muscle training on medial longitudinal arch morphology and dynamic function,» *Manual Therapy*, 2013.
- [19] K. J. Sang e L. M. Young, «The effect of short foot exercise using visual feedback on the balance and accuracy of knee joint movement in subject with flebible flatfoot,» *Medicine*, 2020.
- [20] K. Eun-Kyung e K. J. Seop, «The effect of short foot exercises and arch support insoles on improvement in the medial longitudinal arch and dynamic balance of flexible flatfoot patiens,» *The Journal of Physical Therapy Science*, 2016.
- [21] C. Turner, M. D. Gardiner, A. Midgley e A. Stefanis, «A guide to the managment of paediatric pes planus,» *The Royal Australian College of General Practitioners*, 2020.

- [22] H. Sajedi, N. Salari, S. A. Alanag e C. Akalan, «Comparison of vertical jumping height in primary school boys and girls with or without flatfoot,» *Sport science 11*, 2018.
- [23] H. Malia, K. P. Wah, C. L. Jia-Yee e L. Wing-Kai, «Foot orthoses alter lower limb biomechanics but not jump performance in elite basketball players with and without flatfeet,» *Journal of foot and ankle research*, 2019.

ALLEGATO 1- ANAMNESI

DATI ANAGRAFICI:

Cognome: C.

Nome: C.

Eta': 13 Anni

Altezza: 1.64 M

Peso: 70kg

ANAMNESI PATOLOGICA:

Porti occhiali da vista? No

Se sì, per quale motivo? -----

Se sì, da quando? -----

Porti o hai mai portato un apparecchio ai denti? No

Se sì, per quale motivo e per quanto tempo? -----

Porti o hai mai portato un bite? No

Se sì, per quale motivo e per quanto tempo? -----

Hai avuto infortuni (fratture, distorsioni)? No

Se sì, quali e quando? -----

Hai subito interventi chirurgici? No

Se sì, quali e quando? -----

Hai avuto incidenti/cadute di recente? (ultimi 2 anni) no

Se sì, di che tipo? -----

Hai altre problematiche? (es. Viscerali) sì

Se sì, quali? Gastrite

Altre persone nella tua famiglia hanno avuto/ hanno ancora i piedi piatti? Sì

Se sì, specificare chi: mamma

Anamnesi sportiva:

Quale sport pratici? Pallacanestro

Da quanti anni? 4 anni

Per quante volte a settimana? 3 volte

Per quante ore a seduta? 1h30'

Pratichi altre attività/sport/hobby? Camminate 2vv/settimana – bici per andare a scuola

Se sì, per quante ore a settimana?

Anamnesi piede piatto:

Hai dolore ai piedi? Sì a entrambi

Porti plantari? Sì

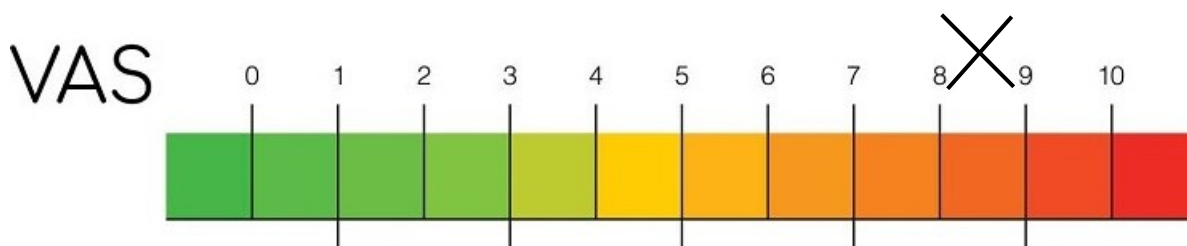
Indossi sempre i plantari o solo in alcune occasioni? Sempre

Specificare occasioni: -----

Il dolore è cambiato da quando indossi i plantari? Sì

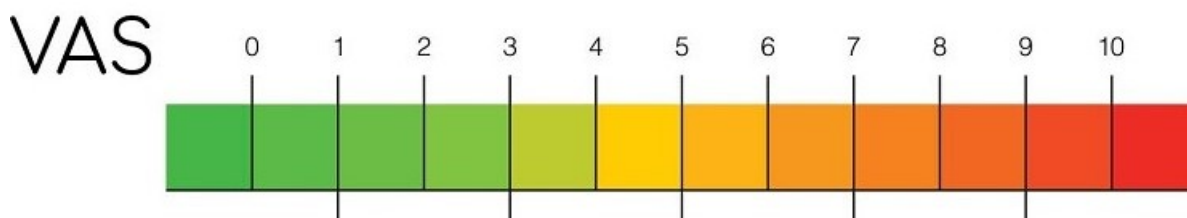
Prima di usare plantari avevi dolore a riposo? Sì, post attività

quanto indicheresti come dolore su questa scala?



Da quando usi i plantari hai dolore a riposo? No

Quanto indicheresti come dolore su questa scala?



Il dolore a riposo in che zona del piede lo percepisci?

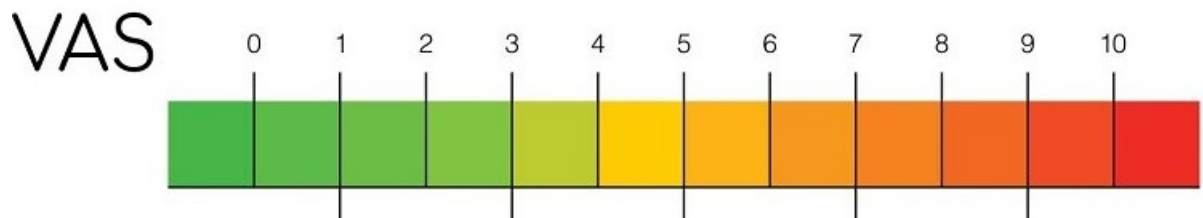


Il dolore a riposo resta solo nella zona specificata sopra? No

Se no, come/dove si irradia? Si irradia verso l'esterno del piede (freccia)

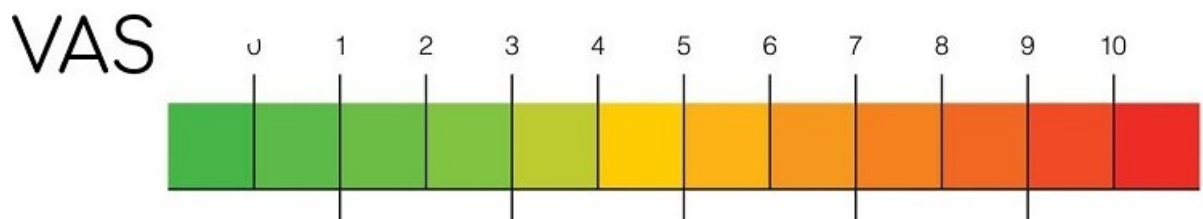
Prima di usare i plantari avevi dolore durante l'attività (sport)? Si

Quanto indicheresti come dolore su questa scala?



Da quando usi i plantari hai dolore durante attività (sport)? No

Quanto indicheresti come dolore su questa scala?



Il dolore in attività pre-plantare in che zona del piede lo percepivi?



Il Dolore In Attività Restava Solo Nella Zona Specificata Sopra? No

Se No, Come/Dove Si Irradia? Si Irradiava Verso Le X Della Foto

Hai Dolore In Altre Occasioni? No

Se Si, Specificare Quando: -----

Hai Dolore Ad Altre Zone Oltre Che Ai Piedi? No, adesso. Pre-Plantare Dolore
Anche Ginocchia, Caviglie Sia Durante Che Post Attività
Se Si, Dove Si Presenta? -----
Se Si, Quando Si Presenta? ----

ALLEGATO 2- DIARIO DI ALLENAMENTO

1^SETTIMANA 11/04/2022	non fatta rapidità e salto fatto allenamento con mamma che osservava per imparare gli esercizi
13/04/2022	maggior difficoltà col piede sx per SFE, First toe extension, 2^ to 5^ extension difficoltà a fare la camminata su esterno del piede
15/04/2022	allenamento casalingo, dolore su zona interna del piede durante andatura sull'interno
2^SETTIMANA 19/04/2022	allenamento casalingo, tutto regolare
20/04/2022	inserita la loop band sopra le ginocchia durante lo SFE RAPIDITA': <ol style="list-style-type: none"> 1. Line drill + scatto fino a metà campo 2. Line drill solo 1 piede (4 serie dx + 4 serie sx) 3. Line drill laterale 1 piede (4 serie dx + 4 serie sx)
22/04/2022	SFE fatto in piedi la terza serie Tip-toe raising fatto su gradino Equilibrio fatto OC RAPIDITA': ripetuta quella del 20/04/2022
3^SETTIMANA 27/04/2022	difficoltà nel 2^ to 5^ extension RAPIDITA': <ol style="list-style-type: none"> 1. Scaletta piede dentro e fuori frontale 2. Scaletta piede dentro e fuori laterale 3. Skip basso sul posto + presa della pallina da lancio operatore
29/04/2022	RAPIDITA': <ol style="list-style-type: none"> 1. Line drill 2 piedi frontale + lancio palla da recuperare 2. Line drill 2 piedi laterale + lancio palla da recuperare 3. 8 cambi di direzione
4^SETTIMANA 02/05/2022	tutto regolare. RAPIDITA': fatta quella del 02/05/2022
04/05/2022	allenamento casalingo, tutto regolare
06/05/2022	RAPIDITA': <ol style="list-style-type: none"> 1. Otto tra due coni + scatto metà campo al segnale 2. Corsa per spostare 3 coppette tra due coni distanti 4 metri 3. Scivolamento per spostare 3 coppette tra due coni distanti 2 metri

5^SETTIMANA 09/05/2022	allenamento casalingo: difficoltà di equilibrio con skimmy
11/05/2022	RAPIDITA': <ol style="list-style-type: none"> 1. Otto tra due coni + scatto metà campo al segnale 2. Otto laterale tra coni + scatto metà campo al segnale 3. Corsa + scivolamento su linea per spostare 3 coni distanti 3 metri
14/05/2022	tutto regolare
6^SETTIMANA 16/05/2022	tutto regolare
18/05/2022	RAPIDITA': <ol style="list-style-type: none"> 1. Otto tra coni + corsa per recuperare la palla partendo di schiena x4 e partendo laterale 2x lato 2. Scivolamento tra coni distanti 2 metri per spostare 4 coppette 3. Scivolamento + corsa tra coni distanti 4 metri per spostare 3 coppette
21/05/2022	allenamento casalingo: tutto regolare
7^SETTIMANA 23/05/2022	RAPIDITA': <ol style="list-style-type: none"> 1. Line drill + corsa per prendere la palla 2. Cambi di direzione con angoli diversi 3. Corsa più scivolamento in diverse direzioni in base a stimolo dato
25/05/2022	saltato allenamento per distorsione alla caviglia durante vita quotidiana
27/05/2022	A causa della distorsione alla caviglia è stato fatto allenamento tornando allo schema della scheda delle prime settimane, quindi facendo esercizi da seduti e non facendo la parte di rapidità e salto
8^SETTIMANA 30/05/2022	A causa della distorsione alla caviglia è stato fatto allenamento tornando allo schema della scheda delle prime settimane, quindi facendo esercizi da seduti e non facendo la parte di rapidità e salto
01/06/2022	A causa della distorsione alla caviglia è stato fatto allenamento tornando allo schema della scheda delle prime settimane, quindi facendo esercizi da seduti e non facendo la parte di rapidità e salto
03/06/2022	allenamento regolare della 7^ settimana