



EVIDENZE SCIENTIFICHE SULL'UTILIZZO DEI PLANTARI PROPRIOCETTIVI NEL PAZIENTE AFFETTO DA PATOLOGIA NEUROLOGICA: REVISIONE DELLA LETTERATURA

■ Dott.ssa Scuotto Luciana, Dott. Marino Simone

Fisioterapista Libero Professionista, Cert. Metodo Mezières AIFIMM

■ **KEYWORDS:** textured insoles, Multiple Sclerosis, Parkinson's disease

ABSTRACT

Objective: the aim of the study was to evaluate if the use of postural textured insoles or other types of stimulating insoles improved the control of postural balance (range of anteroposterior and middle-lateral sway of the Center of Pressure on different surfaces and in conditions of closed or open eyes) and the spatiotemporal parameters of gait (stride duration, stride length, Centre of Pressure sway, cadence, velocity, walking distance, step-by-step variability) in patients affected by Multiple Sclerosis or Parkinson's disease.

Materials and methods: eight studies were included, RCT, meta-analysis and comparative cohort studies, through research on various platforms such as PubMed Advanced and Scopus, as well as in peer-reviewed journals. The enrolled participants were patients with S.M. or Parkinson in idiopathic form and non-advanced phase, excluding patients with comorbid conditions or clinical history that could influence their condition. These were submitted to intervention with different types of insoles and, because of the insufficient amount of data about the effects in the medium and long term, the results relating to the immediate effects of the proprioceptive insoles are reported with greater reliability.

Results: the insoles promote more significant effects in the condition of static balance with closed eyes; the effects on the gait pattern seem to be modestly positive, from both the biomechanical articular and muscular point of view. **Conclusions:** despite the results of the study appear heterogeneous because of the greater proprioceptive information derives from muscle, joint and other sources of sensory feedback (and not only those coming from the plantar surface one), the use of textured insoles or other types of stimulating insoles seems to have positive effects on the postural balance and gait. However, the effects in the medium and long term and the cutaneous adaptations of the plantar surface in response to the use of these orthoses remain to be investigated: recently, these elements have been studied by a protocol study for RCT, which lays the foundation for further investigations in this field.

INTRODUZIONE

La postura è definibile come l'atteggiamento del corpo degli esseri viventi di ogni specie animale che serve all'adattamento all'ambiente. Fattori determinanti per la sua definizione sono l'insieme degli input esteroceettivi e propriocettivi, oltre chiaramente a quelli psicologici. Il complesso sistema posturale vede, dunque, l'attenta integrazione a diversi livelli dei recettori periferici (visivi, propriocettivi, cutanei, articolari, vestibolari, mandibolari), dei nervi che trasportano al centro i segnali elettrici provenienti dai primi, i complessi neuronali che elaborano, programmano e provvedono alle risposte adeguate e, infine, muscoli, tendini ed articolazioni che si adattano ai programmi di output. Alla base di questo sistema, ci sono una serie di relativi sottosistemi: di feedback, ovvero riadattamenti automatici costanti e circolari ad ogni modificazione esogena o endogena, e di feedforward, in base a modelli comportamentali di previsione dell'azione e infine di memoria, l'elemento capace di utilizzare tali meccanismi in momenti specifici. In sostanza, a livello corticale si ottiene in ogni momento una rappre-

sentazione tridimensionale dello spazio, dell'uomo e dei suoi movimenti attraverso una continua decodificazione e integrazione di un complessissimo pattern di informazioni. Questo si modifica in presenza di particolari condizioni di alterazione della conduzione del segnale come nell'anziano e nel paziente affetto da patologia neurologica.

Una fonte importante di informazioni elettriche correlata direttamente all'equilibrio posturale e su cui si è posta attenzione solo agli albori degli anni '50 del 1900, è la superficie plantare, una zona anatomicamente ricca di recettori pressori e che secondo recenti studi antropologici, è cambiata nel tempo a favore di un cavismo, il quale promuoverebbe una migliore agilità e dinamicità. Bisogna ricordare che il cammino è infatti una funzione racchiusa nel midollo, che è precoce nello sviluppo ontogenetico; questa garantisce l'autonomia individuale e precede l'acquisizione, altrettanto importante, del mantenimento dell'equilibrio. Quest'ultima è una funzione acquisita più tardi in ragione del fatto anche che i centri nervosi della coordinazione della deambulazione sono contenuti

nel midollo spinale, struttura filogeneticamente più antica di quelle sopraspinali, deputate all'equilibrio statico.

Data la stretta relazione tra piede, equilibrio e postura, specialmente gli anziani e i pazienti con disturbi neurologici, come la Sclerosi Multipla o la malattia di Parkinson o ancora la neuropatia periferica, mostrano un impoverimento dell'equilibrio (che si traduce nell'aumento delle oscillazioni del Centro di Pressione sul piano antero-posteriore e medio-laterale) e del cammino, che può essere associato a deficit senso-motori e ridotta sensibilità plantare. Talvolta, alterazioni biomeccaniche o sensoriali della superficie plantare stessa risultano segni patognomonicamente di malattia neurologica e precedono anche di anni la comparsa dei segni clinici.

Quando la postura è disturbata, le afferenze cutanee plantari forniscono informazioni alterate, che possono dar luogo a strategie di compenso più a monte, importanti da analizzare nella prevenzione del rischio di cadute.

Superfici testurizzate, stimolanti e facilitanti presenti nell'ambiente, nonché nelle calzature, sono sempre più utilizzate per migliorare il feedback sensoriale plantare, l'equilibrio e la deambulazione compromessi in pazienti con suddetti deficit. Un plantare, quindi, non può e non deve essere visto nella ristretta ottica di una correzione delle deformità del piede, ma come valido elemento preventivo e rieducativo delle varie alterazioni strutturali e posturali del sistema, in particolare lì dove questo è colpito da patologie responsabili di deafferentazioni e deficit centrali di equilibrio e deambulazione, quali quelle neurologiche.

■ METODOLOGIA E MATERIALI

La revisione degli studi clinici è stata condotta attraverso una ricerca su diverse piattaforme quali PubMed Advanced e Scopus. Sono inoltre state consultate le riviste *Physiotherapy Journal*, *Parkinsonism and Related Disorders*, *Gait & Posture*, *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* e *Plos One Journal*.

Il disegno della revisione prevedeva Randomised o quasi-Randomised Clinical Trial, pubblicati in giornali con valutazione tra pari (peer-reviewed). Il confronto gruppi sperimentali-gruppi di controllo doveva prevedere l'utilizzo di solette testurizzate o stimolanti vs placebo/altri tipi di solette convenzionali e lisce.

Un diagramma che ricostruisce l'algoritmo della revisione è illustrato di seguito:

Inserisci Figura 1 qui

Dei quarantuno studi potenzialmente validi eseguendo la ricerca per "textured insoles", solo 6 studi rispondevano ai criteri di inclusione. A questi, ne sono stati altri aggiunti 2, che esaminavano le stimolazioni sensoriali nel disturbo di Parkinson.

Degli 8 studi inclusi, uno studio era di metanalisi e revisione sistematica (liv I-a) (1), due studi erano di livello I-b e di una moderata qualità metodologica e cinque studi, dalle descrizioni di ortesi utilizzate non sempre chiarissime e con esito di bassa qualità, di livello II.

Tra gli studi inclusi, 4 esaminavano gli effetti delle solette testurizzate o stimolanti sull'equilibrio statico, 7 esaminavano il pattern del cammino, 2 l'attività muscolare durante quest'ultimo e 3 la sensibilità plantare.

I criteri di inclusione della revisione sono stati dunque l'affezione a Sclerosi Multipla o Malattia di Par-

kinson in forma idiopatica e non avanzata. Sono state escluse tutte le tipologie di pazienti con condizioni di comorbilità o storia clinica che potessero influenzare la condizione. Età e taglia del campione sono meglio illustrati nella **tabella 1**.

L'intervento consisteva nell'uso di solette testurizzate facilitanti o stimolanti, costituite da un pattern di diverso tipo, tra cui:

1. solette di gomma e stoffa con piccoli picchi di piramidi, i cui centri sono distanti tra loro 2,5 mm e di altezza 3 mm, con rilievo nella parte posteriore del tallone;
2. solette di cuoio fino "Wet&Dry", con applicazione di strato di carta vetrata, abbastanza ruvida da creare un feedback ma non da destare fastidio;
3. soletta con dispositivi vibratili (due posizionati nell'avampiede e uno sotto il tallone) di diametro 18 mm e altezza 5 mm e 3.1 in altezza inclusi in una soletta elastica convenzionale in polimero di silicene;
4. solette testurizzate di densità media in etilenevinile-acetato alte da 2 a 3,1 mm con elevazioni granulate di 5 mm di diametro e 3,1 di altezza o mezze sfere di 9 mm di diametro (**tabella 1**).

In tutti gli studi, tranne la metanalisi, erano presenti gruppi di controllo, in cui i pazienti venivano sottoposti a solette di media densità e spessore dello stesso materiale e dimensioni delle solette sottoposte ai gruppi sperimentali, dunque non più alte di 3 mm, ma lisce e convenzionali.

Gli elementi comparati per valutare le evidenze sono stati: il range di spostamenti medio-laterali e antero-posteriori del Centro di Pressione e la velocità di questi spostamenti, talvolta misurati in condizioni di maggior difficoltà, per valutare l'equilibrio statico; per la valutazione del cammino, sono stati considerati i parametri spazio-temporali e cinematici, quali velocità del passo, cadenza, lunghezza del passo, distanza percorsa, tempi del cammino (doppio appoggio, oscillazione), correlati in alcuni casi ai parametri di attivazione muscolare dei quadricipiti, ischio-crurali, gastrocnemi e tibiali, misurati con sistemi wireless di elettromiografia. In tre degli studi, infine, è presente la valutazione della sensibilità plantare del tallone, dell'arco mediale e della zona laterale attraverso la valutazione dei monofilamenti Semmes-Weinstein.

Inserisci Tabella 1 qui

■ RISULTATI E DISCUSSIONE

Considerata l'insufficiente quantità di dati relativi agli effetti a medio e lungo termine, vengono di seguito riportati con maggior attendibilità i risultati relativi agli effetti immediati delle solette propriocettive.

Nello studio di Dixon e al.(3), l'effetto immediato sul controllo dell'equilibrio in pazienti affetti da S.M. è stato un aumento delle oscillazioni in doppio appoggio a occhi aperti con solette Crocs. Questo risultato è spiegabile poiché qualsiasi elemento di esterocezione appena inserito crea una situazione di destabilizzazione e richiede un periodo di assestamento. Nello studio del 2014 di Kalron e al.(7) non sono visibili cambiamenti statisticamente significativi nel controllo posturale ad occhi aperti in pazienti affetti da S.M., dopo aver indossato solette di gomma elastica con piccole piramidi alte 3 mm. È tuttavia riscontrabile una riduzione del range di spostamento del Centro di Pressione ad occhi chiusi. Ciò indica che l'equilibrio ad occhi aperti è sufficientemente conservato da rendere

Studio (anno)	Partecipanti (M:F)	Intervento – controllo	Elementi di comparazione di outcome	Risultati
[3] Dixon e al. (2014)	46 soggetti (12:34) Età m.: 49 affetti d S.M. autonomi nel cammino per 100 mt	Solette 1: Algeos (piccole piramidi) Solette 2: Crocs alte 1 mm con piccole sporgenze Solette 3: media densità EVA alte 3 mm, lisce Misurazione a tempo 0 e a 2 settimane	Equilibrio in doppio appoggio, escursione CoP m-lat/a-post, o.chiusi/aperti Cammino: velocità, cadenza, lunghezza passo. Tempi	Immediati: + oscillazione in doppio app. o. aperti e solette 2 NO effetti significativi del cammino Dopo due settimane: NO effetti significativi equilibrio + lunghezza del passo (solette 1 e 2), tempi doppio app. ridotti con soletta 2
[6] Jenkins e al. (2009)	40 soggetti con P.D. idiopatico (24:16 e 40 controlli sani) Età: 49 a 77 anni	Soletta 1: facilitatoria di gomma alta 3 mm con 3 mm rilievo retro-tallone; soletta 2: convenzionale, liscia in scarpa standard. Misurazione del cammino con queste ognuna delle due solette	Parametri spazio-temporali del cammino: velocità, variabilità del passo, lunghezza, tempi Attività muscolare: quadricipite, ischiocrur, gastrocnemi, tibiali ant.	Riduz. della lunghezza del passo in pz con P.D., aumento della variabilità del passo, miglioramenti di appoggio con solette 1; Attivazione muscolare anticipata con solette 1 di gastrocnemi e tibiali ant.
[7] Kalron e al. (2014)	25 soggetti con S.M. recidivo-remittente (9:16) Età m.: 49,6 aa con abilità di cammino autonomo e assenza di crisi negli ultimi 30 gg	Solette di gomma elastica e stoffa con piccole piramidi alte 3 mm, ruvide in modo da creare feedback e non fastidio. Misurazione e confronto dei parametri di entrambe le solette immediati, e confronto param. tra 0 e 4 settimane	Parametri spazio-temporali del cammino (traiettoria del CoP, lunghezza del passo, tempi); Spostamenti del CdP durante controllo statico posturale; Sensibilità del tocco lieve e sensibilità pressoria (tallone, med, lat)	Immediati: NO evidenze a occhi aperti, riduzione dell'escursione del CoP o chiusi; NO evidenze nel cammino Dopo 4 settimane: NO evid. per parametri controllo posturale; riduzione dell'escursione CoP o chiusi; NO evid. parametri cammino; NO differenze sensibilità plantare
[8] Kellher e al (2010)	14 soggetti con S.M (8:6) recidivo-remittente o secondaria 10 soggetti sani controllo (5:5) Età m. : 37+-7	Solette di fino cuoio wet&dry con carta vetrata applicata sopra; confronto parametri tra queste e scarpe lisce senza soletta	Parametri spazio-temporali del cammino (6 mt.); Analisi del cammino con dati EMG; Attività muscolare gastrocnemi, tibiali, solei; Sensazione plantare (tallone-med- later)	+ velocità cammino in pz con S.M., NO evid. cadenza; + angolo dorsi-flessione in pz con S.M.; + escursione p.sagittale ginocchio; + accelerazione; + attivazione gastrocnemi fase 1 Riduz. Sensazione plantare specie mediale in pz con S.M.
[9] Novak e Novak (2006)	8 soggetti con dg di P.D. idiopatico (5:3) capaci di 6 minuti di cammino autonomo Età m; 58 +- 12 8 controlli Età m.: 58,9	Soletta 1: con 3 dispositivi vibratili (2 avampiede, 1 tallone), con sincro del passo ON diametro 18 mm, altezza: 5 mm, vibr. 70 Hz inclusi in soletta di polimero di silicone Soletta 2: 3 dispositivi vibratili con sincronizzazione del passo OFF . Pz con P.D. e pz sani: 6 min stimolazione on- 5 min riposo- 6 min stimolazione off	Variabili spazio-temporali del passo: distanza percorsa, velocità, lunghezza del passo, durata, cadenza, oscillazione, tempo di appoggio.	+ velocità del cammino in pz con P.D. + durata del passo, + lunghezza del passo, + cadenza NO altre significative evidenze per parametri della locomozione
[10] Qiu e al. (2013)	20 adulti sani (13:7) 20 pz con P.D. (13:7) Età m.: 65 +-9	Solette 1: densità 270 Etilene-vinilacetato soffici e alte 3,1 mm con granulazioni di 5 mm diametro e rilievo posteriore al tallone; Controllo: piedi scalzi Controllo 2: Scarpe standard con solette dello stesso materiale e dimensioni delle 1 ma convenzionali, lisce. Parkinson: Solette 1-controllo-con.2 Sani: solette 1- controllo- controllo 2 Parkinson vs sani	Equilibrio con occhi aperti o chiusi su superficie mobile o ferma: spostamenti del CoP A-P e M-L Equilibrio a piedi nudi o con solette lisce o testurizzate	Riduzione delle oscillazioni M-L su superficie. ferma o aperti, con entrambe le solette Riduzione delle oscillazioni in pz con P.D. e solette 1 su superficie mobile occhi chiusi (prevenzione cadute)
[1] Alfuth Martin (2017)	Revisione sistematica con tutti gli studi precedenti			
[4] Ellen e al. (2017)	10 sogg. sani 9 pz affetti da P.D. idiopatico con cammino autonomo e terapia farmacologica specifica	Solette testurizzate 1: Media densità Etilene- vinile- acetato 2 mm alte, con elevazione di mezza-sfere di diametro 9 mm Solette 2: stesso materiale e dimensioni ma lisce. Misurazione parametri a tempo 0 confrontati ai parametri dopo 2 settimane; (1 con sperimentali + 1 convenzionali)	Parametri cinematici del cammino Sensazione plantare	Miglioramento della sensibilità plantare mantenuto; + lunghezza del passo; Pattern cammino meno ipometrico

Tabella 1.

irrilevante il margine di miglioramento di performance scaturito dalle solette. Tuttavia, rimuovendo l'afferenza del sistema visivo (occhi chiusi), può esserci maggiore dipendenza dal sistema informativo plantare e ciò rende gli effetti delle solette maggiormente visibili. Analogamente, nello studio condotto da Qiu e al. (10), si evidenzia una riduzione delle oscillazioni medio-laterali indossando solette sperimentali, su una superficie immobile ad occhi aperti, e su superficie mobile ad occhi chiusi, in pazienti con malattia di Parkinson: tale intervento costituirebbe, per questi pazienti, un mezzo importante di prevenzione delle cadute.

Riassumendo, pur nell'eterogeneità dei dati disponibili, l'uso di solette propriocettive sarebbe seguito, nell'immediato, da un lieve miglioramento dell'equilibrio ad occhi chiusi sia in pazienti con S.M. che con Morbo di Parkinson.

Tra gli studi esaminati, 7 hanno preso in considerazione gli effetti immediati sul pattern del cammino. Dallo studio di Dixon e al. (3) e da quello di Kalron e al. (7), non si è evidenziato alcun effetto significativo sul cammino in pazienti affetti da S.M. sottoposti all'uso di solette di gomma testurizzate. Ciò nonostante, dallo studio di Jenkins e al. (6), che ha preso in esame pazienti con malattia di Parkinson, si è riscontrata una riduzione della lunghezza del passo e un aumento della variabilità da passo a passo, nonché un miglioramento nel tempo di singolo appoggio con solette testurizzate. Inoltre, sebbene non correlata a dati descrittivi, si è evidenziata un'anticipazione del tempo di attivazione dei gastrocnemi, dei tibiali anteriori, dei quadricipiti e degli ischio-cruiali negli stessi pazienti.

Kellher e al. (8), nello studio su soggetti con S.M. che indossavano solette di cuoio fino, ha evidenziato: un aumento della velocità e dell'accelerazione del cammino, nessun cambiamento significativo per quel che riguardava la cadenza del passo, un aumento dell'angolo di dorsi-flessione e del range di movimento sul piano sagittale di ginocchio e caviglia se comparati con i parametri ottenuti dall'uso di solette piatte e recepiti da un'analisi motoria 3D.

Nello studio pilota condotto da Novak-Novak nel 2006 (9), i soggetti con diagnosi di Parkinson idiopatico sottoposti all'uso di solette dotate di dispositivi vibratili attivati con sincronizzazione al passo, presentavano un pattern del cammino aumentato in velocità, durata del passo, lunghezza del passo e cadenza. Seppur di bassa qualità, infine, lo studio di coorte comparativo del 2017 di Ellen-Rodrigo e al. (4), dimostra che pazienti affetti da Parkinson e sottoposti all'uso di solette testurizzate di media densità alte 2 mm costituite da mezze-sfere elevate di 9 mm di diametro manifestavano miglioramenti nel cammino, che nell'insieme appariva meno ipometrico, probabilmente correlato ad un'aumentata afferenza nella corteccia somato-sensoriale, al tempo di misurazione una settimana.

Alla luce di quanto analizzato, nel complesso, anche nel caso degli effetti sui parametri deambulatori, l'uso di solette propriocettive si è dunque dimostrato nell'immediato, modicamente efficace.

I risultati di questa revisione sono simili a quelli riscontrati in altri studi effettuati che hanno esaminato pazienti anziani in salute o anziani ad alto rischio caduta. Uno svantaggio immediato, che deriva dall'uso di una soletta e che quindi crea destabilizzazione ini-

ziale e richiede un periodo di assestamento, è la ridotta velocità del cammino e della lunghezza del passo, se comparati all'utilizzo di solette piatte e convenzionali. Ciò sempre in virtù del fatto che un'esterocezione nuova interviene ad influenzare tutta la serie di propriocettori che contribuiscono al mantenimento del controllo posturale, destabilizzandoli e rendendo necessario un periodo di assestamento. Inoltre, nello studio di Corbin e al. (2), viene affermato che il controllo posturale in stazione eretta bipodalica può essere migliorato dall'uso di solette testurizzate, mentre il controllo della stazione eretta monopodalica non è influenzato da questo.

Pur tuttavia c'è da considerare che un motivo per cui ci sono differenze di outcome in statica e in dinamica può essere il fatto che i recettori periferici hanno maggiore probabilità di essere attivati durante il cammino in ragione di un più alto impatto di forze e pressioni rispetto alle attività di mantenimento dell'equilibrio. In particolare, un'aumentata sensibilità plantare nelle regioni vicine ai punti di decorso di forze vettoriali durante la falcata, testimonia questa tesi.

La riduzione delle oscillazioni del Centro di Pressione medio-laterali che si ottenevano mentre i soggetti indossavano solette testurizzate ad occhi chiusi, potrebbe essere ben spiegato dal meccanismo di compensazione di feedback neuro-sensoriale per il controllo posturale, ossia quella che si verifica quando uno o più canali afferenti non sono utilizzati. Secondo tale fenomeno, durante la disattivazione di un canale sensoriale (che può derivare da una condizione patologica di deafferentazione oppure essere una condizione sperimentale di studio), gli altri canali aumenterebbero la propria capacità recettiva per mantenere l'equilibrio del soggetto, rendendo anche più manifesti gli effetti di ciò che agisce su di loro. L'esclusione del canale visivo risulta in questo studio, così come in tanti altri momenti di diagnosi e terapia cognitiva, un elemento essenziale che isola il soggetto e rende maggiormente corticalizzate le informazioni provenienti dagli altri recettori.

Keller e al. (8) e Jenkins e al. (6) presumevano che il miglioramento del feedback plantare derivante dall'uso di solette testurizzate o di riprogrammazione posturale, avesse, infatti, effetti positivi sull'equilibrio. Meno chiari gli effetti di queste nel lungo termine, come è testimoniato anche dalla mancanza di effetti evidenti a 4 settimane nello studio di Kalron (7).

Inoltre, il miglioramento del pattern deambulatorio nel parkinsoniano sembra essere legato ad un'azione di tipo qualitativo dei plantari propriocettivi. Infatti, l'aumento della frequenza del passo non è sempre un fattore positivo nel parkinsoniano, pur tuttavia nel complesso lo schema del passo appare meno ipometrico. Per studi futuri, è necessaria in ogni caso una migliore definizione di tale outcome in relazione alla patologia in esame.

Ulteriore parametro preso in esame da due studi è l'influenza delle solette testurizzate sull'attivazione muscolare: Jenkins e al. (6) hanno osservato un miglioramento nel tempo di attivazione muscolare, che starebbe ad indicare una normalizzazione della stessa durante il contatto del tallone al pavimento in pazienti affetti da morbo di Parkinson; lo studio di Keller et al. (8) l'ha dimostrata per quel che riguarda i gastrocnemi laterali nella I fase del cammino su soggetti con S.M..

Nel complesso, va detto che i recettori cutanei planta-

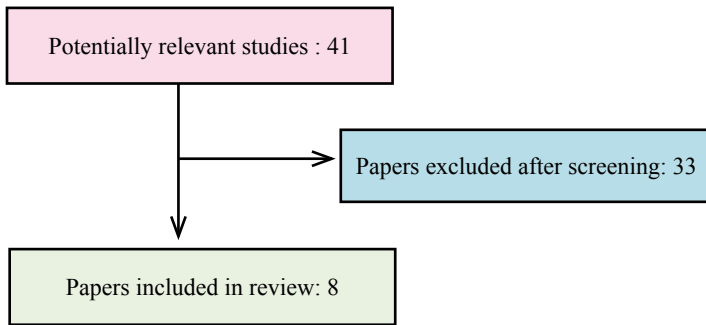


Figura 1 - flowchart degli studi della revisione.

ri supportano il controllo posturale e la locomozione. Tuttavia, le maggiori informazioni sono fornite dai recettori dei fusi neuromuscolari e delle articolazioni degli arti inferiori, nonché da altre fonti di feedback sensoriale. Questo potrebbe essere uno dei principali motivi degli effetti poco incisivi ed eterogenei delle solette strutturate e di altri tipi di solette stimolanti in questo studio.

In definitiva, nell'immediato, per quel che riguarda i parametri di equilibrio, le solette promuovono:

- Un aumento delle oscillazioni del centro di pressione in doppio appoggio e ad occhi aperti, nel paziente affetto da S.M.;
- Una riduzione delle oscillazioni del centro di pressione sul piano medio-laterale ad occhi aperti su superficie ferma e ad occhi chiusi su superficie mobile, in pazienti affetti da malattia di Parkinson. Per quanto riguarda gli effetti immediati sul cammino si avrà:
- aumentata velocità e accelerazione nel cammino,

aumento dell'angolo di movimento di caviglia e ginocchio, di forza di reazione al suolo, un'anticipazione dell'attivazione muscolare dei gastrocnemi nella I fase del cammino, in pazienti affetti da S.M.;

- in pazienti affetti da malattia di Parkinson, una riduzione della lunghezza del passo, con aumento della variabilità del cammino e dell'attività muscolare alla base di questa; un miglioramento anche della velocità, della durata e nel complesso il pattern appare meno ipometrico.

In sostanza, si può dire che le solette non promuovono effetti significativi nella condizione di equilibrio ad occhi aperti, ma rendono maggiormente visibili i propri effetti sull'equilibrio posturale statico ad occhi chiusi. Anche per il pattern del cammino, gli effetti sembrano essere positivi da un punto di vista biomeccanico sia articolare che muscolare.

Gli effetti a lungo termine non sono ben analizzabili e gli studi stessi non presentano alcun effetto significativo a 2 e a 4 settimane. Sono sicuramente necessari ulteriori RCT con periodi di trattamento e di follow-up più lunghi. Tali studi dovranno essere utili anche per la comprensione dei parametri di sensibilità plantare, esaminabili con setting longitudinale, per analizzare al meglio gli adattamenti cutanei in risposta all'uso di solette strutturate.

A tale proposito, sembra particolarmente promettente la pianificazione di un protocollo di studio che esaminerà gli effetti a lungo termine dell'uso di solette strutturate per 12 settimane sui parametri spazio-temporali del cammino, sulla cinematica del passo, sulla sensibilità plantare e la propriocezione in 176 pazienti con S.M.(5).

BIBLIOGRAFIA

- 1) Alfuth, M. (2017) *Textured and stimulating insoles for balance and gait impairments in patients with multiple sclerosis and Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis*. Gait & Posture. Vol. 51, 132-141
- 2) Corbin, D.M., & Hart, J.M., & McKeon, P.O., & Ingersoll, C.D., & Hartel, J. (2007) *The effect of Textured insoles on postural control in double and single limb stance*. Journal of sport rehabilitation Vol.16, 363-372
- 3) Dixon, J., & Hatton, A.L., & Robinson, J., & Gamesby-Iyayi, H., & Hodgson, D., & Rome K., et al. (2014) *Effect of textured insoles on balance and gait in people with multiple sclerosis: an exploratory trial*. Chartered Society of Physiotherapy (Elsevier) Vol. 100, 142-149
- 4) Ellen Lirani, S., & Rodrigo, V., & Barbieri, F.A., & Orcioli-Silva, D., & Simieli, L., & Gobbi, L.T. (2017) *Continuous use of textured insoles improve plantar sensation and stride length of people with Parkinson's disease: A pilot study* Gait & Posture. Vol. 58, 495-497
- 5) Hatton, A., & Dixon, J., & Rome, K., & Brauer, S.G., & Williams, K., & Kerr, G. (2016) *The effect of prolonged wear of textured shoe insoles on gait, foot sensation and proprioception in the people with multiple sclerosis: study protocol for a randomised controlled trial*. Hatton et al. Trials. Vol. 17, 1-1
- 6) Jenkins, M.E., & Almeida, Q.J., & Spaulding, S.J., & Van Oostveen, R.B., & Holmes, J.D., & Johnson, A.M., et al. (2009) *Plantar cutaneous sensory stimulation improves single-limb support time and EMG activation patterns among individuals with Parkinson's disease- Parkinsonism and related disorders*. Vol. 15, 697-702
- 7) Kalron, A., & Pasitselsky, D., & Greenberg-Abrahami, M., & Achiron A. (2014) *Do textured insoles affect postural control and spatiotemporal parameters of gait and plantar sensation in people with multiple sclerosis?* PM&R Journal. Vol. 20, 1-9
- 8) Keller, K.J., & Spence, W.D., & Solomonidis, S., & Apatsidis, D. (2010), *The effect of textured insoles on gait patterns of people with multiple sclerosis*, Gait & Posture. Vol.32, pag. 67 – 71
- 9) Novak, P., & Novak, V. (2006) *Effect of step-synchronized vibration stimulation of soles on gait in Parkinson's disease: a pilot study*. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. Vol. 3, 9
- 10) Qiu, F., & Cole, M.H., & Davids, K.W., & Hennig, E.M., & Silburn, P.A., & Netsher, H., et al. (2013) *Effects of Ttextured insoles on balance in people with Parkinson's disease* PLoS ONE. Vol.8.