

## RAPPORTO SULLO STUDIO CLINICO NOENE

Aspetti fisiologici, risultati e importanza dell'utilizzo della soletta NOENE durante l'attività sportiva.

Prof. Dott. Med. H.M. Sommer, K. Hottenrot e O. Hoss

**PHILIPPS – Università di Marrburg (Olanda)**

Istituto per la Scienza dello Sport e Metodologie Specialiste

per l'Ortopedia e per l'area della Medicina Sportiva

Rapporto tradotto e riassunto dal Dott. Jean-Pierre de Mondenard

Le solette NOENE devono rispondere alle esigenze di alta qualità delle scarpe da corsa (ammortizzare, mantenere il comfort). Una soletta da corsa performante deve aiutare il piede ad avere un dispiegamento fisiologico normale (ROP) al fine di alleggerire le contrazioni del sistema muscolo-scheletrico

Lo scopo di questo studio era quello di valutare ed analizzare l'influenza che la soletta NOENE potrebbe avere nella prevenzione delle lesioni. Abbiamo inoltre considerato l'influenza di altri parametri:

- modifica della ripartizione della pressione del piede (FPD)
- modifica del consumo energetico
- modifica delle proprietà di ammortamento tra piede-scarpa, dovuta ad un allungamento dell'elasticità e/o riscaldamento e deformazione del materiale
- modifica neuromuscolare e propriocettiva dei meccanismi di controllo e percezione soggettivi

### **METODI E MATERIALI**

In tutti i casi, sono state utilizzate delle solette NOENE con uno spessore di 2 mm. Tutte le solette erano piatte, viscoelastiche e anti-fatica, ed erano formate da una superficie simmetrica di cellule cristalline sintetiche. Alcuni sportivi messi alla prova hanno descritto le loro impressioni soggettive con le solette NOENE, insistendo sulla riduzione della percezione di shock e la diminuzione del rischio di lesioni (principalmente la tendinite).

#### **Strumenti di misurazione e parametri rilevati**

La nostra metodologia è stata fortemente orientata a ricercare l'influenza potenziale delle solette NOENE. Abbiamo dunque provato a scoprire e valutare i meccanismi che possono intervenire nell'ammortizzamento e nel dispiegamento del sostegno plantare, tappa dopo tappa, utilizzando gli strumenti di misurazione e i parametri seguenti:

- a) Ripartizione della pressione del piede (Novel); parametri: forza verticale massima, picchi di pressione, zone di contatto, dispiegamento verticale
- b) Proprietà di acquisizione dell'ammortizzamento
  - a. Accelerometro (BIOVISION); parametri combinati nel campo dei tempi e della frequenza
  - b. Piattaforma di forza (AMTI); parametri combinati nel campo dei tempi e della frequenza
- c) Consumo energetico
  - a. Consumo di ossigeno (metamax); parametri: VO<sub>2</sub> (ml/kg/mn)
  - b. Frequenza cardiaca (Polar)
- d) Meccanismi di controllo della percezione soggettiva e propriocettiva:
  - a. Superfici elettromagnetiche (Biovision); parametri combinati nel campo dei tempi e della frequenza
  - b. Questionari

### **RICERCA N° 1**

Lo scopo di questa ricerca era quello di valutare l'influenza della soletta NOENE sui parametri quantificando le modifiche della ripartizione della pressione del piede (FPD) e del consumo di energia.

22 atleti d'endurance hanno dato, per iscritto, il loro consenso a questo studio dopo aver familiarizzato con le procedure dei tests. Tutti i soggetti non soffrivano di alcuna lesione degli organi interiori, non avevano bisogno di portare una ortesi plantare (solette ortopediche) e correvano appoggiandosi al suolo con il tallone o con la parte centrale del piede.

#### - **Definizione del test**

Ciascun soggetto doveva fare due test sul tapis roulant, uno prima e uno dopo un esercizio d'endurance estenuante della durata di 1H. I due tests erano fatti a due velocità differenti e duravano 5 minuti, il primo con e l'altro senza le solette NOENE. Ogni cambio di soletta è stato fatto senza che l'atleta sapesse che la soletta NOENE fosse presente o meno nella scarpa. Per fare ciò, abbiamo posizionato la soletta NOENE al di sotto delle solette convenzionali (prive di particolari funzioni).

Ad ogni velocità, il consumo di ossigeno, la frequenza cardiaca e la ripartizione della pressione sul piede (FPK) sono stati misurati simultaneamente. Inoltre, abbiamo effettuato delle registrazioni video per controllare il comportamento fisiologico del piede.

Un questionario è stato sottoposto per valutare se tutti i soggetti erano capaci di distinguere i momenti in cui portavano le solette tradizionali da quelli in cui avevano le solette NOENE, la superficie delle zone di contatto (2mm), le forze verticali massime (N), i picchi di pressione (N/cm<sup>2</sup>) e il dispiegamento verticale.

A beneficio delle analisi statistiche future, le solette sono state divise in 9 zone anatomiche, simili a quelle determinate da "Bontranger e altri" nel 1997. Tutti i parametri statistici sono stati registrati su un Software Novel. I dati riguardanti il consumo energetico sono stati ottenuti grazie ad un cardiofrequenzimetro Polar ed un ergometro di consumo dell'ossigeno (Metamax), tenendo conto di VO<sub>2</sub> (ml/kg/mn) e della frequenza cardiaca (battiti/mn).

#### - **Risultati**

- a) **Questionario** – il questionario ha mostrato praticamente che tutti i soggetti non si sono resi conto del fatto di correre con o senza la soletta NOENE. Ciò può essere dovuto al fatto che la soletta convenzionale è stata ricoperta con una soletta "speciale" e che la percezione di ciascuno era pressochè la stessa. Gli atleti non hanno potuto modificare in maniera volontaria le misure, visto che è stato fatto di nascosto durante i test.
- b) **Consumo energetico** – i dati mostrano che né il VO<sub>2</sub> massimo né la frequenza cardiaca sono stati modificati dal cambio di solette. Neanche dopo il cambio di esercizio d'endurance estenuante è stata percepita alcuna differenza significativa. Si può dunque dire che le solette NOENE non influenzano il consumo energetico, negativamente o positivamente. Si può anche dire che nessun aumento o diminuzione misurabile del dispiegamento verticale è stata rilevata, poiché queste modifiche sono direttamente in relazione con il consumo di ossigeno.
- c) **Ripartizione della pressione del piede (FPD)** – Gli FPD ottenuti sono conformi alle cifre di consumo energetico. Nessuno dei 3 parametri: picchi di pressione, forze massimali e dispiegamento verticale, sono variati in maniera significativa su tutta la zona plantare.

D'altra parte, un'analisi segmentata e così dettagliata della ripartizione della pressione mostra delle differenze notabili. Abbiamo constatato una diminuzione importante delle zone di contatto ( $p < 0,001$ ) a livello dell'arco plantare longitudinale interno (MA), principalmente dovuta alla struttura piatta della soletta NOENE e alla mancanza di un supporto passivo. Allo stesso modo, dei valori significativamente ridotti della forza e della pressione ( $p < 0,005$ ) sono stati constatati in quest'area.

Prendendo in considerazione le 9 graduazioni anatomiche, si può dire che la soletta NOENE ottiene uno spostamento della pressione del piede (FPD) verso una distribuzione più fisiologica della carica. Nelle zone principali di contatto del piede, il tallone (MH/LH) e le prime 3 teste metatarsiche (GT/MidM), la carica applicata aumenta quando la forza totale sul piede rimane stabile. Dunque, un progresso fisiologico normale (ROP) più pronunciato può essere rilevato, simile a quello che si ottiene a piede nudo.

Soprattutto, il dispiegamento verticale dimostra la modificazione della distribuzione della carica descritta sopra. Una diminuzione molto significativa ( $p < 0,001$ ) del dispiegamento verticale a livello della volta interna si accompagna ad un aumento marcato nelle zone principali di contatto del piede (MH, LH, GT, MidM).

#### - Discussion

La principale influenza della soletta NOENE non può essere assimilata ad una semplice riduzione della carica che interviene quando la ripartizione delle pressioni del piede, e i parametri di consumo energetico restano stabili. Bisogna constatare soprattutto la sua influenza in una migliore ripartizione delle cariche principali a un ROP più pronunciato fisiologicamente, simile a quello ottenuto a piedi scalzi. Così, le proprietà meccaniche e la mancanza di sostegno passivo della soletta NOENE sembrano causare un'attività muscolare più netta dei muscoli intrinseci del piede, portando ad un processo fisiologico ottimizzato.

## ENQUETE N°2

La seconda inchiesta è servita allo studio pilota (n=4) per valutare le proprietà di ammortizzamento della soletta NOENE. Per una migliore misurazione delle forze di impatto, ci siamo basati sull'analisi del salto su una piattaforma di forza. 4 atleti allenati per le gare d'endurance si sono offerti volontari per questa ricerca. Non soffrivano di alcuna lesione dei membri inferiori, ne portavano ortesi o avevano un'esperienza di salto verticale.

### - Definizione del test

Come per la ricerca n°1, ogni soggetto doveva effettuare un test casuale. Tutti gli sportivi hanno effettuato due serie di 6 salti consecutivi, di un'altezza di 35 cm su una piattaforma di forza, con un periodo di riposo di un minuto tra una serie e l'altra. Una serie con le solette e una senza le solette NOENE.

Tutti i soggetti portavano le proprie scarpe da running, che possiamo identificare come delle scarpe da corsa con un minimo di attitudine ad ammortizzare gli shock.

### - Analisi dei dati

Le forze prodotte durante la registrazione sono state valutate con una piattaforma di forza (AMTI) attiva con uno scarto di pressione d'una frequenza naturale di 530 hertz (Hz). Le tre dimensioni (x,y e z) sono state misurate. In più, un accelerometro resistente (Biovision) è stato piazzato al di sotto delle solette, nella zona dell'arco longitudinale interno, operativo ad una frequenza di 500 Hz. I parametri sono stati registrati facendo la media dei segni di 6 salti consecutivi durante la fase di appoggio di ciascuna serie. Le componenti della frequenza sono state calcolate attraverso la Fast Fourier Transformation (FFT). Tutti i dati sono stati analizzati con dei SW Z2 (Biovision) e Origin 4.1 (Microcal).

Principali parametri ottenuti:

- per quel che concerne il tempo: la velocità massima della forza sviluppata durante l'impatto al suolo (ROFDI in N/s), il dispiegamento verticale (Ns) e la dimensione del picco di impatto (sec) e la magnitudo (N) della direzione verticale; le curve forza-tempo nel senso interno-esterno
- per quel che concerne la frequenza: potenza media e mediano della frequenza (MPF/MDPFD)

## RISULTATI

- a) **Accelerazione** - un paragone qualitativo dei segnali dell'accelerometro non mostra alcuna differenza tra ciascuna delle serie. Le due registrazioni mostrano delle caratteristiche pressochè identiche e hanno gli stessi valori di picco di accelerazione a 7,5 g ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ).

Per quel che riguarda la frequenza, abbiamo ottenuto delle differenze misurabili tra i test con e senza la soletta NOENE.

I dati forniti indicano che con le solette NOENE si registra una modificazione della frequenza verso le basse frequenze; allo stesso modo i due parametri delle frequenze sono tesi a diminuire (MDPF: -5 Hz ; MPF: - 15 Hz).

- b) **Misura della forza** - la componente verticale delle curve della misura forza-tempo mostra uno scarto percettibile. Nonostante alcuna differenza della misura di dispiegamento verticale possa essere notata, una modificazione misurabile del tempo della curva forza-tempo, approssimativamente di 5-10 ms, e una leggera diminuzione del punto di impatto, si producono con la soletta NOENE. In questo modo, alcuna riduzione del dispiegamento verticale, ma una diminuzione della media della forza di sviluppo massimale all'impatto (ROFDI), dovuta alla modificazione del tempo, può essere mostrata. Le forze interne-esterne indicano anche delle differenze misurabili tra le due serie, al punto che fanno dire che queste forze sono eterogenee e funzionano nell'allenamento individuale. Qualunque cosa sia, una diminuzione delle forze di *taglio* esterne è ottenuta con le solette NOENE, indicando una diminuzione delle forze di tagli a livello del piede.

I parametri di misura dell'accelerazione e della forza mostrano in maniera evidente che la soletta NOENE procura un migliore ammortizzamento rispetto alla soletta tradizionale. Ciò può essere dimostrato attraverso i componenti altezza-frequenza nei segnali di accelerazione così come attraverso la modificazione dei tempi e la diminuzione del ROFDI a livello della forza verticale. In conclusione, le strutture viscoelastiche endogene proprie del piede agiscono più efficacemente e con minor rischio di allargamento della struttura d'appoggio. Una più grande velocità di allungamento dovrebbe aumentare la rigidità del sistema muscolo-tendinoso e, dunque, la ripetizione di un movimento di migliaia di

volte, come l'impatto del piede al suolo durante la corsa; dovrebbe provocare un più alto rischio di sovraccarico.

Alcuni risultati simili al FPD dell'inchiesta 2 mostrano che la soletta NOENE non diminuisce la carica prodotta ma la distribuisce in una maniera più efficace, in modo che la struttura viscoelastica endogena può agire nelle sue condizioni ottimali.

### **RIASSUNTO E DIRETTIVE FUTURE**

I possibili effetti preventivi per le scarpe da corsa delle solette NOENE non possono essere la conseguenza di una semplice riduzione delle contrazioni meccaniche, ma, piuttosto, di una ripartizione più armoniosa del sostegno. Ciò è dimostrato da un ROP più pronunciato, da una diminuzione del fattore altezza-frequenza della forza verticale e da una diminuzione della velocità massima della forza sviluppata durante l'impatto (ROFDI), quando il consumo energetico e il dispiegamento verticale restano stabili.

In conclusione, le ricerche future nel campo delle solette sportive, per prevenire le lesioni durante la corsa, dovranno evitare un sostegno essenzialmente passivo del piede. Il principale obiettivo dovrebbe essere quello di iniziare un ROP e un FPD più pronunciato, per assicurare una migliore risposta delle strutture viscoelastiche endogene all'interno di un dispiegamento trasversale della superficie d'appoggio.

Inoltre, un altro importante problema può essere constatato circa l'influenza del sistema neuromuscolare. Altre ricerche sono dunque necessarie per dimostrare l'influenza degli eventuali effetti del materiale NOENE sull'attività muscolare. Degli studi pilota fatti a titolo personale, che includono gli esami elettromagnetici, hanno permesso di raccogliere ulteriori informazioni sull'attività e dimostrano che esiste un'influenza misurabile sull'attività muscolare dei membri inferiori e che la soletta NOENE può agire efficacemente in termini di ammortizzamento e di prevenzione delle lesioni.

### **RIASSUNTO**

Due tipi di misurazioni sono stati effettuati con dei corridori, portatori o non delle solette NOENE. Prima di tutto, sul tapis roulant prima e dopo uno sforzo intenso di un'ora. Nella seconda esperienza, i soggetti test hanno effettuato una serie di salti con e senza le solette NOENE.

Oltre ad un migliore ammortizzamento, già noto ai corridori, il risultato di questi studi dimostra che la soletta NOENE migliora sensibilmente la ripartizione delle cariche e favorisce, dunque, un processo fisiologico normale del piede, simile a quello ottenuto a piedi scalzi.

In questo modo, le proprietà meccaniche e l'assenza di sostegno passivo a livello dell'arco interno della soletta NOENE, comportano un'attività muscolare più netta dei muscoli intrinseci del piede, conducendo ad un processo fisiologico ottimale e ad una riduzione delle lesioni muscolo-scheletriche.