



Valutazione osservazionale del comportamento della falange prossimale nell'ortesi statica progressiva: un caso clinico

Observational Evaluation of Proximal Phalanx Behavior in Static Progressive Splinting: A Case Report

Paolo Boccolari¹ (foto), Damiano Giuriati², Filippo Pantaleoni³, Pasquale Arcuri¹, Roberto Tedeschi¹, Ingegnere Francesco Gherardini⁴, Danilo Donati^{2,3}

¹ Ricercatore indipendente, Bologna; ² Unità di fisioterapia e riabilitazione, Policlinico di Modena, Modena; ³ Programma di dottorato di ricerca in medicina clinica e sperimentale, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Modena; ⁴ Dipartimento di ingegneria "Enzo Ferrari", Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Modena

Corrispondenza:

Paolo Boccolari
E-mail: boccolaripaolo@gmail.com

Conflitto di interessi

Gli Autori dichiarano di non avere alcun conflitto di interesse con l'argomento trattato nell'articolo.

Come citare questo articolo: Boccolari P, Giuriati D, Pantaleoni F, et al. Valutazione osservazionale del comportamento della falange prossimale nell'ortesi statica progressiva: un caso clinico. Rivista Italiana di Chirurgia della Mano 2026;63:36-39. <https://doi.org/10.53239/2784-9651-2026-3>

© Copyright by Pacini Editore Srl



OPEN ACCESS

L'articolo è OPEN ACCESS e divulgato sulla base della licenza CCBY-NC-ND (Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Non opere derivate 4.0 Internazionale). L'articolo può essere usato indicando la menzione di paternità adeguata e la licenza; solo a scopi non commerciali; solo in originale. Per ulteriori informazioni: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it>

Riassunto

L'uso di ortesi statiche progressive è una strategia comune per la gestione della rigidità dell'articolazione interfalangea prossimale. Tuttavia, la trazione tradizionale basata su una cinghia può indurre una rotazione anteriore della prima falange, aumentando la pressione contro l'ortesi e riducendo potenzialmente l'agio del paziente. Questo caso clinico valuta un paziente con rigidità in estensione post-traumatica dell'articolazione interfalangea prossimale del quinto dito. I sensori di pressione (resistenze sensibili alla forza) sono stati posizionati sulla superficie volare della prima falange e sulle superfici dorsali della seconda e terza falange per confrontare un sistema convenzionale con cinghia in pelle (Sistema A) con un sistema a barra di plastica basato sulla postura (Sistema B). I risultati hanno rivelato che mentre le pressioni dorsali erano paragonabili, la pressione anteriore della falange aumentava significativamente con la trazione basata sulla cinghia (700 grammi a fronte di 400 grammi di forza) rispetto al sistema posturale (430 grammi a fronte di 400 grammi). Questi risultati suggeriscono che il sistema posturale riduce la rotazione indesiderata della falange, migliorando potenzialmente l'aderenza al trattamento.

Parole chiave: riabilitazione della mano, ortesi, articolazione interfalangea prossimale, sensori di pressione

Summary

Static progressive splinting is a widely used approach for the management of proximal interphalangeal (PIP) joint stiffness. However, conventional strap-based traction may induce anterior rotation of the proximal phalanx, increasing pressure against the splint and potentially reducing patient comfort and compliance. This case report describes a patient with post-traumatic extension stiffness of the proximal interphalangeal joint of the fifth finger. Pressure sensors (force-sensitive resistors) were placed on the volar surface of the prox-

imal phalanx and the dorsal surfaces of the middle and distal phalanges to compare a conventional leather strap system (System A) with a posture-based plastic bar system (System B). While dorsal pressure values were comparable between the two systems, anterior pressure on the proximal phalanx was significantly higher with the strap-based system (700 g under a 400 g traction force) than with the posture-based system (430 g under the same traction force). These findings suggest that the posture-based system reduces unwanted proximal phalanx rotation, potentially improving patient comfort and adherence to treatment.

Key words: hand rehabilitation, splints, proximal interphalangeal joint, pressure sensors

Introduzione

La rigidità in estensione dell'articolazione interfalangea prossimale è una complicanza frequente nella riabilitazione della mano post-traumatica. Le ortesi statiche progressive sono considerate il modello di riferimento per ripristinare l'ampiezza di movimento attraverso il rimodellamento del tessuto. Tuttavia, le osservazioni cliniche suggeriscono che i sistemi di trazione tradizionali (cinghie in pelle o in materiale a strappo) possono indurre uno spostamento volare indesiderato della prima falange, aumentando la pressione localizzata e compromettendo l'aderenza del paziente. Questo studio confronta un sistema tradizionale a cinghia con un sistema a barra di plastica rigida basato sulla postura.

Presentazione del caso

Un paziente di sesso maschile di settanta anni si è presentato con una significativa rigidità in estensione dell'articolazione interfalangea prossimale nel quinto dito della mano destra, a seguito di un trauma distorsivo subito tre mesi prima. La flessione attiva iniziale dell'articolazione interfalangea prossimale era limitata a 30 gradi. L'obiettivo terapeutico era il ripristino della flessione attraverso un'ortesi statica progressiva notturna.

Materiali e metodi

Un'ortesi di base è stata realizzata utilizzando materiale termoplastico a bassa temperatura. Per monitorare le pressioni di interfaccia, sono state posizionate delle resistenze sensibili alla forza in tre punti anatomici.

I sensori di pressione impiegati per la raccolta dati sono noti come resistenze sensibili alla forza. Si tratta di sensori di forza o celle di carico che non forniscono una misurazione analitica della massa o del peso; piuttosto, rilevano le variazioni della forza applicata, nello specifico, in questo contesto, le fluttuazioni di pressione tra il tutore e la mano.

Questi sensori sono costituiti da due strati semiconduttori separati da un distanziatore elettrico. Quando viene applicata una pressione sulla superficie del sensore, un numero crescente di punti di contatto entra in funzione con il semi-

conduttore, riducendo così la resistenza elettrica (misurata in Ohm). Di conseguenza, una diminuzione della resistenza corrisponde a un aumento registrato della forza applicata. L'intervallo operativo di questi rilevatori va da 7 grammi a 1023 grammi.

I sensori hanno un diametro di 1,8 centimetri, con una conseguente area di superficie di 2,54 centimetri quadrati e uno spessore inferiore a un millimetro. Queste dimensioni garantiscono che i sensori non interferiscano con l'integrità strutturale del tutore né ostacolino l'esecuzione degli esercizi durante il protocollo sperimentale.

I sensori sono stati posizionati sulla:

Superficie volare della prima falange (base della falange).

Superficie dorsale della seconda falange.

Superficie dorsale della terza falange.

I carichi di trazione incrementali (da 200 grammi a 400 grammi) sono stati verificati tramite un dinamometro, confrontando due meccanismi:

Sistema A: Cinghia in pelle tradizionale (Fig. 1).

Sistema B: Barra posturale in plastica rigida progettata per mantenere l'allineamento delle falangi (Fig. 2).

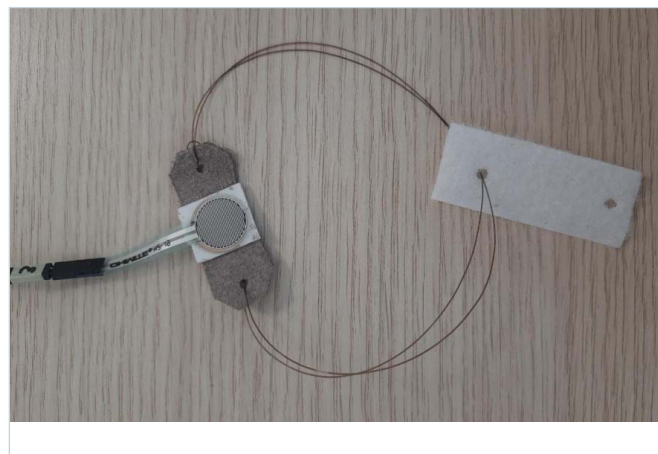


Figura 1. L'immagine mostra il sistema di trazione statica progressiva con la cinghia in pelle alla quale è fissato il sensore.



Figura 2. L'immagine mostra il sistema di trazione con una barra dorsale semirigida alla quale sono fissati i due sensori.

Risultati

La raccolta dei dati ha rivelato una discrepanza significativa nella distribuzione del carico tra i due sistemi.

Tabella I. Confronto delle pressioni di interfaccia.

Forza applicata	Pressione volare sulla prima falange (Cinghia)	Pressione volare sulla prima falange (Barra posturale)
200 grammi	350 grammi	220 grammi
400 grammi	700 grammi	430 grammi

Mentre le pressioni dorsali sulla seconda e sulla terza falange sono rimaste minime e paragonabili, il sistema basato

sulla cinghia ha generato una pressione volare sulla prima falange quasi doppia rispetto alla trazione applicata (700 grammi rispetto a 400 grammi). Il sistema con la barra posturale ha mantenuto i livelli di pressione della prima falange molto più vicini al carico nominale.

Discussione

I dati empirici confermano che le cinghie tradizionali esercitano una trazione longitudinale inducendo al contempo un momento di rotazione anteriore sulla prima falange. Questo effetto leva spinge la falange contro la base dell'ortesi, provocando una pressione cutanea sproporzionata. Al contrario, la barra posturale rigida agisce come uno stabilizzatore, ottimizzando la distribuzione della forza e riducendo i picchi di pressione. Una minore pressione di interfaccia è direttamente correlata a un maggiore agio per il paziente, a un ridotto rischio di lesioni cutanee e a un miglioramento dell'aderenza al trattamento.

Conclusioni

La progettazione del meccanismo di trazione è fondamentale tanto quanto l'entità della forza applicata. Una barra posturale in plastica appare superiore alle cinghie tradizionali nella gestione delle forze di rotazione parassite. Ulteriori ricerche con gruppi di studio più ampi sono necessarie per convalidare statisticamente questi risultati preliminari.

Contributo degli autori

Ideazione, P.B. e D.D.; metodologia, P.B. e F.G.; programma informatico, F.G.; validazione, F.P. e P.A.; analisi formale, F.P. e P.A.; indagine, P.B. e D.G.; risorse, F.G. e D.D.; cura dei dati, D.G.; stesura della bozza originale, P.B.; revisione e modifica del testo, P.B. e D.D.; visualizzazione, P.B.; supervisione, D.D.; gestione del progetto, D.D. Tutti gli autori hanno letto e approvato la versione pubblicata del testo.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare il Dipartimento di ingegneria "Enzo Ferrari" dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia per aver fornito e realizzato i sensori di pressione utilizzati in questo studio.

Finanziamenti

Questa ricerca non ha ricevuto finanziamenti esterni.

Dichiarazione del comitato etico istituzionale

L'approvazione etica è stata revocata per questo studio a causa della sua natura di singolo caso clinico che ha coinvolto la pratica clinica standard e un monitoraggio non invasivo.

Dichiarazione di consenso informato

Il consenso informato scritto è stato ottenuto dal paziente per la pubblicazione di questo caso clinico e delle immagini correlate.

Dichiarazione di disponibilità dei dati

I dati presentati in questo studio sono disponibili su richiesta all'autore corrispondente.

Bibliografia

- Brand PW, Hollister AM. Clinical mechanics of the hand. 3rd ed. St Louis (MO): Mosby; 1999.
- Flowers KR, LaStayo P. Effect of total end range time on improving passive range of motion. J Hand Ther. 1994;7(3):150-157.
- Bell-Krotoski JA, Figarola JH. Biomechanics of soft-tissue growth and remodeling with plaster casting. J Hand Ther. 1995 Apr-Jun;8(2):131-7. [https://doi.org/10.1016/s0894-1130\(12\)80310-3](https://doi.org/10.1016/s0894-1130(12)80310-3).
- Colditz J. Therapist' management of the stiff hand. In: Rehabilitation of the Hand and Upper Extremity, 2-Volume Set Mosby 2000, pp.894-921.e3.
- Schultz-Johnson K. Static progressive splinting. J Hand Ther. 2002;15(2):163-178. <https://doi.org/10.1053/hanthe.2002.v15.015016>
- Fess EE, McCollum M. The Influence of Splinting on Healing Tissues. J Hand Ther. 1998;11(2):157-61. [https://doi.org/10.1016/s0894-1130\(98\)80014-8](https://doi.org/10.1016/s0894-1130(98)80014-8)