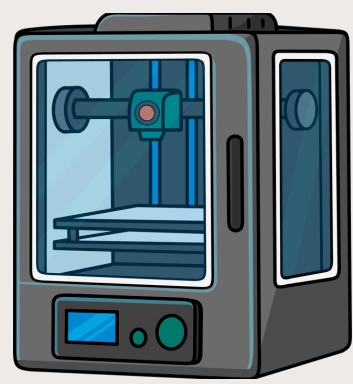




SUPSI

ORTESI 3D PER LA RIABILITAZIONE DELL'ARTO SUPERIORE IN ADULTI POST-ICTUS: EFFICACIA E FATTIBILITÀ

Filippo Franzoni

stroke; upper limb; 3D printing; orthosis; rehabilitation

Introduzione

L'**ictus** è una causa molto rilevante di disabilità. In Svizzera, nel 2017 si sono registrati circa 26'000 ricoveri per ictus [1]. A seguito di un ictus, è possibile vi sia una compromissione dell'**arto superiore**, con conseguente limitazione nelle prese, nelle manipolazioni, nell'autonomia e nella partecipazione alle Attività di Vita Quotidiana (AVQ) [2]. In questo ambito, l'ergoterapista interviene attraverso il confezionamento di **ortesi**, dispositivi applicati esternamente per sostenere il posizionamento dell'arto, contrastare complicanze secondarie e facilitare la funzione dell'arto compromesso, ciò viene fatto nonostante le evidenze su queste ortesi risultino contrastanti fra loro [2,3]. Con l'avvento della **stampa 3D**, tecnica di produzione additiva basata su scansione digitale dell'arto, si è introdotta la possibilità di realizzare ortesi più personalizzate, leggere e adattabili, con altri possibili vantaggi come comfort, aderenza e utilizzo semplificato nel contesto domiciliare [2]. Lo scopo del poster è analizzare l'efficacia e la fattibilità delle ortesi stampate in 3D nella riabilitazione dell'arto superiore in persone adulte post-ictus.

Modello teorico

Il *Model of Human Occupation* (MOHO) [4] costituisce il quadro teorico di riferimento di questo poster. Nel **MOHO**, la partecipazione occupazionale viene vista come il risultato dell'interazione dinamica tra **volizione** (motivazione e senso di efficacia nel fare), **abituazione** (routine e ruoli che strutturano il quotidiano), **capacità di performance** (abilità fisiche e cognitive per agire) e **ambiente** (contesto sociale o fisico che facilita o ostacola l'occupazione). Nell'adulto colpito da ictus, la funzionalità compromessa dell'arto non intacca solo l'esecuzione motoria, bensì anche le routine, i ruoli e le occupazioni della persona. Da questo punto di vista, l'ortesi 3D può essere un supporto che modifica l'ambiente e facilita la **performance occupazionale**, potendola adattare specificatamente ai bisogni funzionali della persona, migliorando la *performance* di quest'ultima nella sua occupazione e migliorando, di conseguenza, anche la sua volizione. Il collegamento con il MOHO risulta pertinente in quanto permette di vedere l'ortesi come un elemento che sostiene la partecipazione occupazionale della persona e permette un utilizzo più efficace delle capacità della persona nelle AVQ.

Relazione con la scienza occupazionale

Secondo la Scienza Occupazionale (SO), la compromissione di una parte del corpo dovuta a un ictus non incide solo sulla funzione motoria, bensì intacca anche il modo in cui la persona può impegnarsi nelle occupazioni e nella continuità della propria vita. Larson, Wood e Clark [5] propongono che ogni occupazione possa essere analizzata attraverso tre dimensioni: la **forma**, ovvero l'aspetto osservabile e concreto dell'attività, la **funzione**, ovvero lo scopo che essa svolge nella vita della persona e il **significato**, ovvero il valore soggettivo, emotivo e identitario che la persona le attribuisce. La perdita di capacità fisiche, oltre che a modificare il "fare", modifica anche l'esperienza soggettiva dell'occupazione e il suo ruolo nell'identità della persona [6]. Con questa prospettiva, un deficit funzionale dell'arto superiore rischia di alterare tutte e tre le dimensioni dell'occupazione, non solo la sua forma esecutiva. L'ortesi può essere integrata in interventi basati sulle occupazioni, fungendo da facilitante al ritorno alle occupazioni e alla ricostruzione dell'identità occupazionale della persona. In linea con il MOHO, tale supporto ambientale può favorire il coinvolgimento della persona nelle AVQ e nel mantenimento di ruoli e routine [7,4]

Contesto e fattori d'innovazione

Le evidenze descrivono la stampa 3D come una tecnologia promettente per il confezionamento di ortesi per l'arto superiore, in quanto permette una **personalizzazione** elevata e di intervenire sull'aspetto, sul peso, sulla traspirabilità e sull'adattamento [2,8]. Grazie a questi aspetti è possibile rendere l'ortesi sempre più **adattabile alla persona**, sostenendola nelle sue occupazioni e aiutando a mantenere il significato di esse, allineandosi così alla visione della SO sul significato delle attività. Lo sviluppo di questa tecnologia si sta inserendo in contesti riabilitativi sempre più incentrati sulla persona, con soluzioni personalizzabili anche al contesto domiciliare [9], sebbene la sua implementazione richieda competenze tecniche specifiche e porti con sé valutazioni di sostenibilità economica [10]. A livello internazionale, la tecnologia è già oggetto di ricerca clinica in diversi contesti, con studi che hanno dimostrato miglioramenti nella spasticità e nella funzione motoria dell'arto superiore post-ictus [11,12,13]. In Svizzera invece, l'aumento di utilizzo della stampa 3D è ancora confrontato con i costi che questa tecnologia crea e con le competenze tecniche che richiede [10]. Ad oggi non sono disponibili dati specifici relativi al contesto ticinese riguardo all'implementazione di questa tecnologia in ambito riabilitativo. Dal punto di vista interprofessionale, il confezionamento di ortesi 3D richiede la collaborazione tra ergoterapisti, fisioterapisti, medici e ingegneri biomedici, con l'ergoterapista che svolge un ruolo centrale nella valutazione dei bisogni funzionali e nell'adattamento dell'ortesi alle occupazioni della persona [2,8].

Discussione

La letteratura disponibile ad oggi dimostra come le ortesi personalizzate stampate in 3D siano una soluzione promettente, soprattutto per quanto riguarda il **comfort**, l'adattamento, la soddisfazione dell'utente e il supporto alla funzionalità dell'arto superiore [2,11,8]. I risultati più impattanti riguardano la riduzione della **spasticità** e il miglioramento di alcuni indicatori motori, inoltre, l'impatto sulle occupazioni è maggiore quando l'ortesi viene inserita in un percorso riabilitativo **incentrato sulle occupazioni** [3,11,9]. È interessante notare come la personalizzazione offerta dalla stampa 3D non riguardi solo le caratteristiche fisiche dell'ortesi, bensì anche la possibilità di adattarla alle occupazioni specifiche della persona, aumentando così la probabilità che venga effettivamente indossata e integrata nelle routine quotidiane [2,9]. Collegandosi al MOHO, l'importanza dell'ortesi non dipende solo dalle sue particolarità tecniche, bensì dalla sua capacità di influenzare positivamente la *performance* occupazionale, le routine e i ruoli della persona colpita da ictus, sostenendo la motivazione, la continuità dell'utilizzo dell'ortesi e l'autoefficacia dell'adulto [7,6]. In linea con la SO, questo recupero funzionale è rilevante nella misura in cui permette alla persona di ricostruire tutte e tre le dimensioni dell'occupazione: la forma, la funzione e il significato, riprendendo le occupazioni che definiscono la sua identità [5,6]. Da questo punto di vista, l'ortesi 3D non è solo uno strumento di supporto motorio, bensì un elemento che può facilitare il mantenimento o la ripresa di ruoli occupazionali significativi, sostenendo la volizione della persona nel contesto delle AVQ [4,7]. Nonostante vi siano risultati positivi, rimangono alcune criticità come la necessità di competenze specifiche, la scelta dei materiali e i costi ancora molto alti in alcuni contesti clinici [10,13]. Infatti, non tutti gli studi concordano sulle caratteristiche ottimali delle ortesi: uno degli articoli [11] riporta miglioramenti significativi nella spasticità e nella funzione motoria con un'ortesi dinamica stampata in 3D, Huber et al. [13] evidenziano come un aumento della rigidità del materiale possa ridurre la forza di presa e la performance manuale; sottolineando quanto la **scelta del materiale** rimanga una variabile critica ancora da ottimizzare.

Conclusioni

Questa tecnologia rappresenta una grande prospettiva nella riabilitazione dell'arto superiore post-ictus, in quanto combina personalizzazione, *comfort* e supporto nella partecipazione alle occupazioni [2,11,8]. Per l'ergoterapia in ambito di riabilitazione dell'arto superiore, l'interesse non è soltanto nell'aspetto tecnico, ma anche nella possibilità di integrare un intervento basato sulle occupazioni a un intervento di supporto alle occupazioni, con l'obiettivo di facilitare la partecipazione nelle occupazioni [3,7]. La letteratura attuale è incoraggiante ma ancora **eterogenea**, è quindi importante che vengano svolti più studi e studi più ampi che non considerino solo l'aspetto funzionale e motorio, bensì anche un aspetto **occupazionale** più centrale negli **outcome** degli studi [12,10,8]. In questo senso, sarebbe auspicabile che le ricerche future includano misure di outcome occupazionali standardizzate, così da permettere una valutazione più completa dell'efficacia di questo intervento dal punto di vista **ergoterapico** [3,8].

Bibliografia

- Hänsel, M., Mauch, E., Micheloud, C., Luft, A. R., Nedeltchev, K., Arnold, M., & Wegener, S. (2025). Current trends in stroke events, mortality, and case fatality in Switzerland: An epidemiologic update. *International Journal of Epidemiology*, 54(4), dyaf087
- Demeco, A., Foresti, R., Frizziero, A., Daracchi, N., Renzi, F., Rovellini, M., Salerno, A., Martini, C., Pelizzari, L., & Costantino, C. (2023). The upper limb orthosis in the rehabilitation of stroke patients: The role of 3D printing. *Bioengineering*, 10(11), 1256.
- Legg, L. A., Lewis, S. R., Schofield-Robinson, O. J., Drummond, A., & Langhorne, P. (2017). Occupational therapy for adults with problems in activities of daily living after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 7, CD003585.
- Kielhofner, G., & Burke, J. P. (1980). A model of human occupation, part 1: Conceptual framework and content. *American Journal of Occupational Therapy*, 34(9), 572–581.
- Larson, E., Wood, W., & Clark, F. (2008). Scienza occupazionale: Fondare la scienza e la pratica attraverso una disciplina accademica. In E. Blesedell Crepeau, E.S. Cohn, B.A. Boyt Schell: Williard & Spackman Terapia Occupazionale (10ma ed., edizione italiana a cura di Puglisi, A.), p. 13–21. Antonio Delfino Editore.
- Erikson, A., Ranner, M., Guidetti, S., & von Koch, L. (2023). In search of self after stroke: A longitudinal qualitative study in the context of client-centred rehabilitation. *International Journal of Qualitative Studies on Health and Well-being*, 18(1), 2282513.
- Harel-Katz, H., & Carmeli, E. (2019). The association between volition and participation in adults with acquired disabilities: A scoping review. *Hong Kong Journal of Occupational Therapy*, 32(2), 84–96.
- Atallah, H., Qufabz, T., Bakhsh, H. R., Ferriero, G., et al. (2025). The current state of 3D-printed orthoses clinical outcomes: A systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 26, 822.
- Toh, S. F. M., Chia, P. F., & Fong, K. N. K. (2022). Effectiveness of home-based upper limb rehabilitation in stroke survivors: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Neurology*, 13, 964196.
- Von Haller, M., Couchman, L., & Honigmann, P. (2025). Economic evaluation of the manufacturing of 3D-printed wrist orthoses vs low temperature thermoplastic wrist orthoses. *3D Printing in Medicine*, 11(1), 35.
- Yang, Y.-S., Tseng, C.-H., Fang, W.-C., Han, I.-W., & Huang, S.-C. (2021). Effectiveness of a new 3D-printed dynamic hand-wrist splint on hand motor function and spasticity in chronic stroke patients. *Journal of Clinical Medicine*, 10(19), 4549.
- Li, G., Wang, Y., Tang, C., et al. (2025). Therapeutic efficacy of 3 dimensions printed orthoses on wrist-hand flexor spasticity in post-stroke hemiplegia: A multi-center stratified clinical study. *BMC Neurology*, 25, 497.
- Huber, J., Slone, S., & Bazrgari, B. (2023). An evaluation of 3D printable elastics for post stroke dynamic hand bracing: A pilot study. *Assistive Technology*, 35(6), 513–522.