**ABSTRACT: THE INTEGRATION OF ROBOTIC AND MECHATRONIC TECNOLOGIES WITH NEUROMODULATION WITH NEUROSUITES FOR REHABILITATION IN A YOUNG ADULT WITH DYSTONIC SPASTIC TETRAPARESIS. CASE REPORT**

**Background**: Dystonic spastic tetraparesis is one of the most disabling forms of childhood cerebral palsy, that simultaneously affects the voluntary muscles of all four limbs. It is a hyperkinetic neurological syndrome characterised by excessive and sustained involuntary muscle contractions of the trunk and limb muscles that cause repeated twisting movements and abnormal postures. Robot-assisted rehabilitation is an integral part of the rehabilitative intervention, aiming to complement standard rehabilitative treatments through the interaction between the rehabilitation professional, the patient, and the robot.

**Objective/Aim:** This study explores the effects of rehabilitation training with mechatronic and robotic devices for the upper limb, combined with peripheral muscle neuromodulation, in a young adult with dystonic spastic tetraparesis. The study focuses on the functionality of the right upper limb (the most impaired) and the trunk, as requested by the patient.

**Type of Study**: This study is a prospective observational single-case study conducted according to the CARE guidelines.

**Population**: MIchele is a 30-year-old patient with dystonic spastic tetraparesis resulting from birth trauma.

**Methods/Methodology**: In November 2022, Michele wore the neuro-suit as part of his rehabilitative? routine (1 hour/day, 3 days/week) and engaged in regular physical activity (wheelchair rugby 3 evenings/week). Starting from December 2022, the patient continued to wear the neuro-suit as per routine (1 hour/day, 3 days/week) and participated in 10 sessions of rehabilitative treatment for the right upper limb using the Motore and Ultrat robotic devices with progressively increasing difficulty. The patient was evaluated at four time points:

- T-1: One month before the start of robotic treatment with Fugl-Meyer UL, TIS, Barthel Index, and SF-36.

- T0: Before starting the rehabilitative training with Fugl-Meyer UL, TIS, Barthel Index, and SF-36, and with ROM and Strength evaluation using Motore.

- T1: At the end of the rehabilitative training with Fugl-Meyer UL, TIS, Barthel Index, CGI, and with ROM and Strength evaluation using Motore.

- T2: One month after the end of the rehabilitative training with Fugl-Meyer UL, TIS, Barthel Index, SF-36, CGI, and with ROM and Strength evaluation using Motore.

**Results**: The evaluation scales show a significant increase in scores in relation to the MCID, especially in Fugl-Meyer UL. The Barthel Index and SF-36 indicate a reduction in disability and an improvement in the quality of life. The improvement perceived by Michele, measured with the CGI scale, is classified as moderate. The scores and parameters recorded by the robots remained constant during the sessions and were maintained at follow-up. Since each session involved an increasing level of difficulty, ultimately performed entirely in a standing position, this maintenance indicates functional improvement.

**Conclusions**: The integration of mechatronic technology, robotics, and neuromodulation with a wearable device appears to be effective in improving motor performance for the upper limb, reducing disability, and enhancing quality of life. Further research with a larger population sample is recommended.

**ABSTRACT**

**Background:** La tetraparesi spastica distonica è una forma di paralisi cerebrale infantile tra le più disabilitanti che coinvolge contemporaneamente la muscolatura volontaria di tutti e quattro gli arti. È una sindrome neurologica ipercinetica caratterizzata da un’eccessiva e sostenuta contrazione muscolare involontaria dei muscoli del tronco e degli arti causando movimenti di torsione ripetuti e posture anomale. La riabilitazione assistita da robot è parte integrante dell’intervento riabilitativo che si prefigge di integrare i trattamenti riabilitativi standard mediante l’interazione tra professionista della riabilitazione, paziente e robot.

**Obiettivo:** Questo studio si propone di esplorare gli effetti di un training di riabilitazione con dispositivi meccatronici e robotici dell’arto superiore associati alla neuromodulazione muscolare periferica in un giovane adulto affetto da tetraparesi spastica distonica. Lo studio si è incentrato sulla funzionalità di arto superiore destro (il più deficitario) e del tronco su espressa richiesta del paziente.

**Tipo di studio:** Lo studio è uno studio osservazionale prospettico su caso singolo svolto secondo le linee guida CARE.

**Popolazione:** Michele è un paziente di 30 anni affetto da tetraparesi spastica distonica in seguito a trauma da parto.

**Metodi:** Nel mese di novembre 2022 Michele ha indossato la neurotuta come di routine (1 ora/giorno, 3 giorni/settimana) ed eseguito regolare attività fisica (Wheelchair rugby 3 sere/settimana). Dal mese di dicembre 2022 il paziente ha continuato ad indossare la neurotuta come di routine (1 ora/giorno, 3 gionri/settimana) associato a 10 sedute di trattamento riabilitativo per l’arto superiore destro robotico con Motore e Ultra+, con difficoltà progressiva.  Il paziente è stato valutato nei seguenti quattro tempi:

* T-1: un mese prima dall’inizio del trattamento robotico con Fugl-Meyer UL, TIS, Barthel Index e SF-36
* T0: prima di iniziare il training riabilitativo con Fugl-Meyer UL, TIS, Barthel Index e SF-36 e con valutazione di ROM e Forza tramite Motore.
* T1: alla fine del training riabilitativo con Fugl-Meyer UL, TIS, Barthel Index, CGI e con valutazione di ROM e Forza tramite Motore.
* T2: distanza di 1 mese dal termine del training riabilitativo con Fugl-Meyer UL, TIS, Barthel Index, sf-36, CGI e con valutazione di ROM e Forza tramite Motore.

**Risultati:** Le scale di valutazione mostrano un incremento di punteggio significativo in rapporto al MCID, in particolare Fugl-Meyer UL. Barthel Index e SF-36 indicano una riduzione della disabilità e miglioramento della qualità di vita.  Il miglioramento percepito da Michele rilevato con scala CGI è classificato come moderato. I vari punteggi e parametri rilevati dai robot restano costanti nelle sedute e si mantengono al follow-up e, visto che ogni seduta ha avuto un incremento di difficoltà fino ad essere eseguito interamente in stazione eretta, questo mantenimento è indice di miglioramento funzionale.

**Conclusioni:** L’integrazione della tecnologia meccatronica, robotica e neuromodulazione con dispositivo indossabile sembra essere efficace nel miglioramento della performance motoria per l’arto superiore, nella riduzione della disabilità e nel miglioramento della qualità di vita. Sarebbe opportuno proseguire la ricerca in merito ampliando il campione della popolazione.