

Capitolo 5

GENERALITÀ SUI SISTEMI DI TIPO BODY WEIGHT SUPPORTED

Daniele Giansanti, Mauro Grigioni, Giovanni Maccioni

Centro Nazionale Tecnologie Innovative in Sanità Pubblica, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Il recupero funzionale del cammino è per la medicina riabilitativa un impegno gravoso in termini economici, di tempo e di risorse impiegate. I tradizionali dispositivi di utilizzati nella riabilitazione, quali barre parallele, scale, scivoli non permettono di esercitare uno sgravio né costante né tantomeno quantificabile in quanto fortemente dipendente dalla forza muscolare del soggetto e dalle sue capacità di controllo degli arti superiori e del tronco.

L'utilizzo di altri sistemi quali gli esoscheletri non motorizzati tipo il sistema denominato *Reciprocating Gait Orthosis* richiede un dispendio energetico notevole e non ha mostrato una grande compliance da parte dei pazienti come illustrato nei capitoli precedenti. I sistemi di tipo *Body Weight Support* (BWS) di allevio del peso sono studiati per sollevare il soggetto con una forza quanto più possibile costante.

L'idea dell'utilizzo dei sistemi di tipo BWS (1-8) nasce da studi effettuati nel 1987 da Barbeau su di un gatto spinalizzato (1), che dimostrarono la possibilità di un recupero di pattern locomotorio simile in molti aspetti a quello normale, se trattato con un programma interattivo di riaddestramento del cammino. L'animale veniva fatto camminare su nostro trasportatore alleviandolo di una frazione del suo peso corporeo che via via veniva incrementato.

In uno studio successivo (2) su soggetti normali imponendo sgravi di 0%, 50% e 70% del peso è stata dimostrata l'assenza di pattern anomali fino ad uno sgravio del 70%.

I dispositivi di tipo BWS si possono sostanzialmente classificare in funzione del tipo di attuatore che realizza il sostegno:

- sistemi di supporto rigidi (sostanzialmente funi collegate ad un sistema di sollevamento elettrico) (è questo il caso del dispositivo realizzato da Barbeau) (3);
- sistemi di supporto meccanici (funi collegate a lunghe molle in serie) (4);
- sistemi pneumatici (5);
- sistemi idraulici (6).

La maggior parte di questi sistemi è fissata ad un telaio e il soggetto cammina su un nastro trasportatore; in casi più rari il soggetto percorre un camminamento avanti e indietro o una circonferenza (7).

Le imbracature descritte dai vari autori, dei sistemi sopra riportati sono sostanzialmente di due tipologie: la prima prevede una presa inguinale e praticamente consiste in una imbracatura da alpinismo modificata, la seconda prevede una presa sottoascellare. La presa inguinale arreca fastidio nella zona inguinale, e può disturbare il naturale movimento delle gambe; la presa sottoascellare provoca una compressione del plesso brachiale che, dopo un periodo variabile e dipendente anche dallo sgravio provoca intorpidimenti e formicolii. È stato realizzato in Istituto Superiore di Sanità un particolare sistema di tipo BWS denominato WARD di tipo pneumatico (8). In tale sistema per lungo tempo è stato impiegato un supporto sottoascellare che successivamente è stato modificata con una presa a corpetto. Alcuni autori includono nei sistemi BWS i sistemi mecatronici con imbrago ti tipo mecatronico/robotico che oltre alla funzione di sostegno e sgravio imbraga gli arti inferiori e li assiste nel movimento, tali sistemi sono

comunemente denominati anche esoscheletri robotizzati di Classe 1. Sono sistemi costituiti da un esoscheletro robotizzato, da un sistema di allevio del peso, da un nastro trasportatore e da un sistema informatico di controllo e anche delle componenti di restituzione di biofeedback. L'esoscheletro guida il paziente in una traiettoria di marcia simmetrica durante il cammino, su un tapis roulant, in allevio parziale di carico. In questi sistemi i movimenti ripetuti proposti forniscono "suggerimenti" sensoriali importanti per il miglioramento e il mantenimento delle abilità motorie e per la modulazione del timing e dell'ampiezza dell'attività muscolare degli arti inferiori. Il software controlla bilateralmente il movimento articolare di anche e ginocchia, mentre quello della tibiotarsica è solitamente affidato ad un sistema di controllo passivo.

I parametri cinematici del cammino: ampiezza del movimento articolare, lunghezza dei passi, frequenza e velocità del passo, possono essere regolati, controllati e monitorati; il robot è inoltre progettato per essere adattato alle caratteristiche morfologiche di ciascun individuo. Questi autori ritengono che queste ultime tecnologie necessitino di una categorizzazione a parte poiché il BWS rappresenta in essi solamente una componente dell'intero sistema.

La Figura 1 riassume le principali soluzioni utilizzate nei BWS in termini di:

- tecnologia;
- imbragatura;
- percorso.

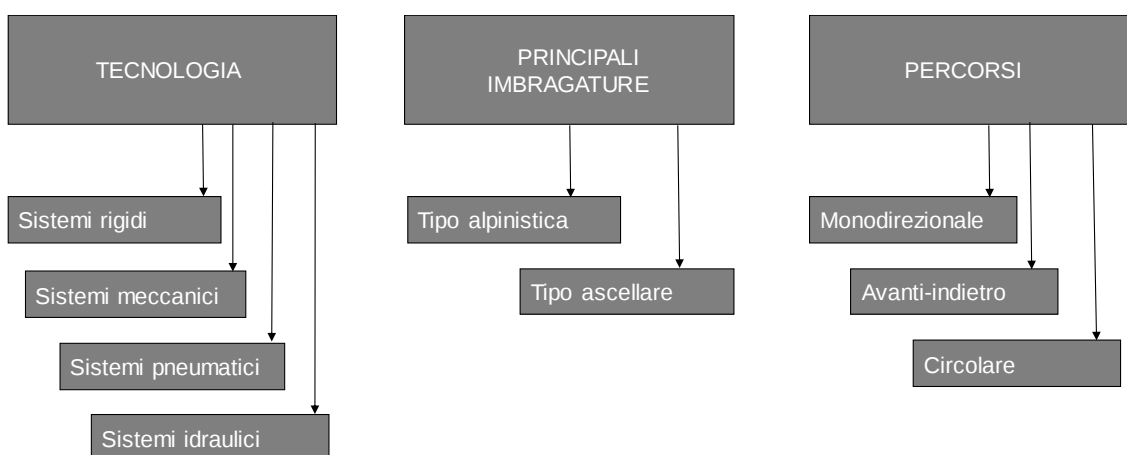


Figura 1. Principali caratteristiche dei sistemi di tipo BWS

Bibliografia

1. Barbeau H, Rossignol S. Recovery of locomotion after chronic spinalization in the adult cat. *Brain Res* 1987;26:84-95.
2. Finch L, Barbeau H, Arsenault B. Influence of body weight support on normal human gait: development of a gait retraining strategy. *Phys Therapy* 1991;71:842-55.
3. Barbeau H, Wainberg M, Finch L. Description of a system for loco-motor rehabilitation *Med. Biol Eng Comp* 1987;25: 341-344.

4. Jiping EH, Rodget K, Mc Mahon A. Mechanics of running under simulated low gravity *J Appl Physiol* 1991; 71:863-870.
5. Pillar T, Dickstein R, Smolinski Z. Walking reeducation with partial relief of body weight in rehabilitation of patients with locomotor disabilities. *J Reh Res Dev* 1991;28:47-52.
6. Norman KE, Pepin A, Ladouceur M, Barbeau H. A treadmill apparatus and harness support for evaluation and rehabilitation of gait. *Arch Phys Med Rehab* 1995;76:772-8.
7. Lomonaco R, Scano A, Meineri G. Osservazioni fisiologiche sulla motilità dell'uomo con parziale o totale alleggerimento del peso corporeo. *Riv Med Aeron Sp* 1962;25:623-35.
8. Gazzani F, Fadda A, Torre M, Macellari V. WARD: a pneumatic system for body weight relief in gait rehabilitation. *IEEE Trans Rehab Eng* 2000;8:506-13.