

## Proprietà contrattili dei muscoli quadricipiti alterate in seguito a training mediante FES Cycling in soggetti con lesione spinale

Gerrits HL, de Haan A, Sargeant AJ, Dallmeijer A, Hopman MT

Institute for Fundamental and Clinical Human Movement Sciences, Vrije University Amsterdam, The Netherlands.

### Introduzione

Le lesioni spinali sono un evento che spesso induce significativi adattamenti fisiologici centrali e periferici quali funzionalità cardiovascolare indebolita, atrofia muscolare con concomitante prevalenza di fibre muscolari veloci di tipo II, osteoporosi e ridotta circolazione sanguigna agli arti inferiori.

Molta attenzione è stata rivolta sui miglioramenti indotti sulla salute e sulla condizione fisica di persone con lesione spinale tramite l'impiego di un ciclo ergometro per stimolazione elettrica funzionale. Questo ergometro eroga stimolazione elettrica funzionale in una sequenza coordinata, controllata via computer, ai muscoli quadricipiti, femorali posteriori e glutei consentendo una pedala attiva degli arti inferiori. Molti studi hanno evidenziato migliori performance di pedalata e funzionalità cardiovascolare; adattamenti muscoloscheletrici negli arti inferiori in seguito a FES Cycling includevano ridotta perdita di densità ossea, aumentata massa muscolare e incrementi proporzionali nel numero dei capillari. Inoltre, è stato recentemente dimostrato che l'allenamento tramite FES Cycling può significativamente alterare l'espressione della catena pesante della miosina nei muscoli quadricipiti in persone mielose.

L'esercizio di pedalata induceva, nei soggetti osservati, cambiamenti da una predominanza di fibre muscolari contenenti isoformi IIB o un misto di isoformi di tipo IIA/IIB ad una predominanza di fibre contenenti solo l'isoformi di tipo IIA. In accordo con queste prove, studi che hanno applicato differenti protocolli di stimolazione elettrica su muscoli paralizzati in caso di mielolesione, hanno riportato un diminuito numero di fibre glicolitiche di tipo IIB e un aumentato numero di fibre ossidative di tipo IIA o I.

Non sono al momento disponibili in letteratura dati sistematici che quantifichino le alterazioni nelle proprietà contrattili dei muscoli quadricipiti stimolati in seguito a FES Cycling.

Il presente studio è stato condotto per quantificare tali cambiamenti nelle caratteristiche dei quadricipiti di persone con lesione spinale in risultato ad un programma di FES Cycling di 6 settimane.

PROGETTO DI STUDIO – Studio di training longitudinale

OBIETTIVI – Accertare se la velocità contrattile e l'affaticabilità dei muscoli quadricipiti paralizzati in soggetti con lesione spinale possano essere alterate mediante un training con ciclo ergometro FES (*FES Cycling*).

PARTECIPANTI – Lo studio ha incluso sette soggetti di sesso maschile affetti da lesione spinale motoria completa (v. Tabella 1).

**Table 1** Characteristics of SCI subjects with respect to body composition and the level, classification and duration of the lesion

Subject	Age (years)	Height (m)	Weight (kg)	Lesion level	ASIA class*	Lesion duration (years)
1	44	1.91	95	C5/C6	B	14
2	36	1.72	62	C5	A	18
3	30	1.78	68	T4	A	2
4	61	1.80	82	T7/T8	A	2
5	40	1.78	78	T8	A	5
6	44	1.85	88	C5	B	27
7	28	1.89	72	T4	A	1

METODI – Tutti i soggetti hanno partecipato ad una fase di *screening pre-training* consistente in: visita fisica generale, valutazione del range di movimento articolare, dei riflessi spinali e della spasticità.

*Criteri di esclusione:* aritmia cardiaca, alta pressione sanguigna, presenza di pacemaker, di ulcere da pressione, di impianti di metallo nell'area di stimolazione, grave ridotta mobilità alle articolazioni di anca o ginocchio, assenza di riflessi spinali e precedenti fratture ossee.

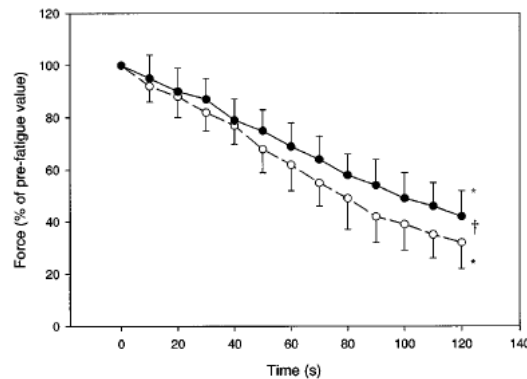
*Il training* mediante FES Cycling è stato condotto con l'impiego di un ciclo ergometro FES controllato da computer. La stimolazione elettrica è stata erogata attraverso 12 elettrodi di superficie posizionati sui muscoli femorali posteriori, quadricipiti e glutei con i seguenti parametri: impulsi monofasici ad onda quadra di durata 450usec, frequenza 30Hz, sincronizzati per ogni coppia di elettrodi. Il programma prevedeva per i partecipanti un allenamento di 30 minuti, tre volte a settimana.

Le caratteristiche di velocità di contrazione e affaticamento delle contrazioni isometriche indotte elettricamente sono state comparate prima e dopo le sei settimane di FES Cycling.

**RISULTATI** – In seguito al training tramite FES Cycling si sono osservate le seguenti modificazioni significative.

*Fatica e recupero*

La resistenza alla fatica è apparsa migliorata come indicato dalle maggiori forze mantenute in risposta a stimolazione elettrica ripetuta. La forza dei quadricipiti è diminuita molto meno ( $P=0.012$ ) dopo le 6 settimane di training. Alla fine di un protocollo di 2-min di stimolazione, la forza è diminuita a  $32\pm 10\%$  del valore di pre-fatica prima dell'allenamento e a  $42\pm 10\%$  a fine allenamento.



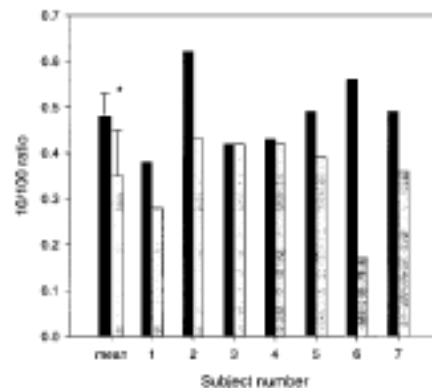
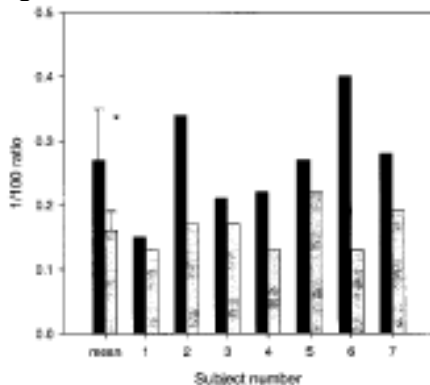
Il tempo di rilassamento è significativamente diminuito ( $200\pm 24\%$  del valore di pre-fatica,  $P=0.015$ ).

*Bassa frequenza di fusione*

Il grado di fusione tetanica in una risposta di forza a 10Hz è diminuito, cosa che è stata rappresentata da un significativo aumento nelle ampiezze di oscillazione della forza (FOA) da  $61\pm 20\%$  prima a  $85\pm 30\%$  dopo il training FES Cycling.

*Risposta in frequenza*

Dopo il training la curva forza-frequenza è risultata spostata a destra verso le basse frequenze di stimolazione, spostamento indicato da un notevole calo nel rapporto delle risposte a 1 e 100Hz da  $0.27\pm 0.08$  a  $0.16\pm 0.03$  ( $P=0.018$ ), e nel rapporto di quelle a 10 e 100Hz da  $0.48\pm 0.05$  a  $0.35\pm 0.10$  ( $P=0.038$ ) conseguentemente all'allenamento.



CONCLUSIONI – Il training tramite FES Cycling può modificare le proprietà fisiologiche dei muscoli quadricipiti in soggetti con lesione spinale. Anche dopo un breve periodo di allenamento, i muscoli stimolati diventano più resistenti alla fatica. Inoltre, la aumentata velocità di rilassamento insieme all'associata fusione ridotta e l'alterata relazione forza-frequenza conseguenti all'allenamento possono essere effetti legati a primi adattamenti dei muscoli a lungo inutilizzati ad incrementi nei processi di attività contrattile (processi di trasporto del calcio) indotti elettricamente.

### **Estremi Articolo**

**Titolo:** *“Altered contractile properties of the quadriceps muscle in people with spinal cord injury following functional electrical stimulated cycle training”*

**Autori:** Gerrits HL, de Haan A, Sargeant AJ, Dallmeijer A, Hopman MT

**Rivista:** Spinal Cord. 2000 Apr; 38(4):214-23