

# Modellazione muscolo-scheletrica dell'attivazione muscolare e delle forze applicate dall'esterno per la correzione della scoliosi

*Musculoskeletal modelling of muscle activation and applied external forces for the correction of scoliosis.*

Curtin M, Lowery MM

*J Neuroeng Rehabil.* 2014 Apr 7;11:52. doi: 10.1186/1743-0003-11-52.

## Abstract

**Background:** questo studio utilizza la modellazione biomeccanica e l'ottimizzazione computazionale per valutare l'attivazione muscolare in associazione alle forze applicate dall'esterno come trattamento della scoliosi. Il corsetto, che applica le forze applicate dall'esterno, è il più popolare trattamento non chirurgico per la scoliosi. Tra i trattamenti non chirurgici che utilizzano l'attivazione muscolare vi sono la stimolazione elettrica, il controllo della postura e gli esercizi terapeutici. La stimolazione elettrica è stata a lungo ignorata come possibile trattamento della scoliosi sebbene studi precedenti abbiano suggerito come possa potenzialmente esercitare delle forze correttive a livello della colonna vertebrale in maniera efficace quanto il corsetto. **Metodi:** è stata esaminata la capacità di attivazione muscolare per la correzione della scoliosi in diverse curve con e senza l'aggiunta di forze applicate dall'esterno. Le 5 classificazioni della scoliosi di King sono state esaminate su una serie di angoli di Cobb. Per rappresentare le varie curve scoliotiche è stato utilizzato un modello biomeccanico. L'ottimizzazione è stata applicata al modello per ridurre le curve utilizzando una combinazione di attivazione muscolare profonda e superficiale e di forze applicate dall'esterno. **Risultati:** simulando delle forze applicate dall'esterno in associazione all'attivazione muscolare a livello degli angoli di Cobb bassi (< 20 gradi) nelle 5 classificazioni di King, è stato possibile ridurre l'ampiezza della curva di oltre l'85% nella tipologia 4, del 75% nella tipologia 3 e 5, del 65% nella tipologia 2 e del 60% nella classificazione 1. La riduzione della curva è stata minore in presenza di angoli di Cobb più ampi. Per le tipologie 1 e 2, il muscolo serratus, il latissimo del dorso e il trapezio erano reclutati dall'algoritmo di ottimizzazione per l'attivazione in tutti gli angoli di Cobb. In caso di applicazione combinata dell'attivazione muscolare e delle forze esterne, erano necessari livelli inferiori di attivazione muscolare o una minore forza esterna per ridurre la curva della colonna vertebrale rispetto alla sola attivazione muscolare o alla sola forza applicata. **Conclusioni:** i risultati dello studio suggeriscono che l'attivazione dei muscoli superficiali e profondi può essere efficace nel ridurre la curva della colonna vertebrale in presenza di angoli di Cobb bassi quando i gruppi muscolari sono selezionati per l'attivazione in base al tipo della curva. Dai risultati emerge, inoltre, la possibilità di un trattamento ibrido che comprenda l'attivazione muscolare e le forze applicate dall'esterno anche per gli angoli di Cobb di grado elevato.

## Commento

Salvatore Atanasio

La correzione della curva scoliotica si basa sull'applicazione di forze che agiscono direttamente o indirettamente sulla colonna. Queste forze possono essere di origine interna (basate sull'attivazione muscolare) o esterna (ortesi, con attività temporanea, o, permanente, mezzi di sintesi chirurgica).

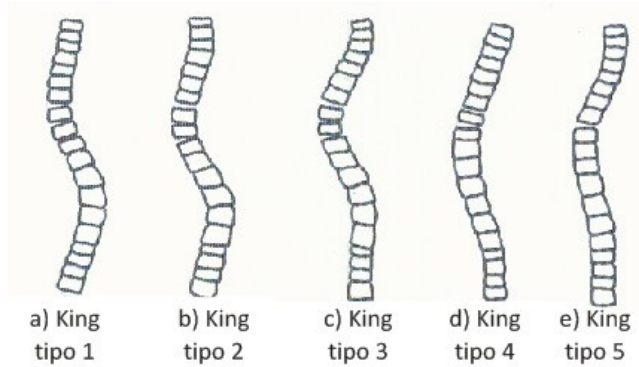
L'attivazione muscolare può essere effettuata tramite controllo posturale, elettrostimolazione, ed esercizi terapeutici. La stimolazione elettrica, di cui era stata negata l'efficacia da Nachemson in un monumentale studio sull'efficacia della terapia conservativa della scoliosi del 1995, è stata recentemente rivalutata per scoliosi fino a 20° (Kowalski, 2009). Più solide argomentazioni si stanno via via raccogliendo riguardo all'efficacia degli esercizi. Una valutazione teorica della capacità correttiva delle forze applicate al rachide è possibile tramite lo sviluppo di modelli biomeccanici virtuali che sono in grado di ricreare al computer l'azione di determinati muscoli e/o delle ortesi.

Lo scopo dello studio che presentiamo è quello di investigare, tramite un modello computerizzato, il potenziale correttivo dei muscoli superficiali e profondi della colonna e di forze applicate esternamente tramite corsetto. È stato progettato e realizzato un modello virtuale della colonna dorso lombare e del torace, compreso lo sterno, con inclusa la muscolatura superficiale (trapezio, gran dorsale, gran dentato, pettorale, retto addominale e obliquo esterno) e profonda (psaos, intercostali, erettori spinali, obliquo interno). Gli input applicati al modello erano rappresentati dalle forze esercitate dall'attivazione muscolare e/o da forze esterne, gli output dagli spostamenti sui tre piani dello spazio risultanti per ogni singolo elemento del modello.

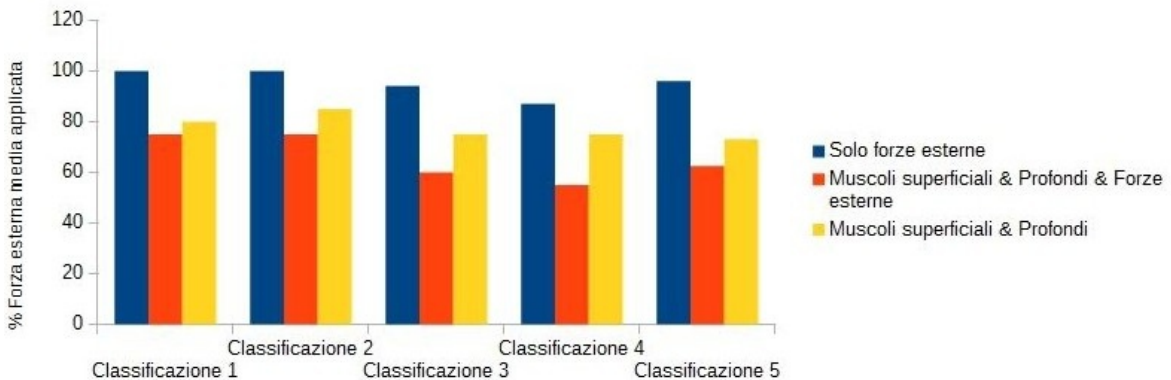
Dato che le scoliosi non sono tutte uguali, i ricercatori hanno correttamente progettato un modello non con un'unica curva scoliotica, ma con 5 tipologie in accordo con la classificazione di King, con gravità da 10° a 60° Cobb. Il programma era in grado di effettuare la cosiddetta ottimizzazione cioè di individuare lo schema di attivazione dei vari muscoli, interni ed esterni, della parte

concava e di quella convessa, in grado di determinare la migliore correzione (avendo cura al contempo di minimizzare il disallineamento sul piano sagittale) per ogni tipo e grado di curva, con o senza l'apporto delle forze esterne. Unica "pecca", come ammesso dagli autori, il modello era pensato in posizione prona, escludendo quindi il ruolo della forza di gravità.

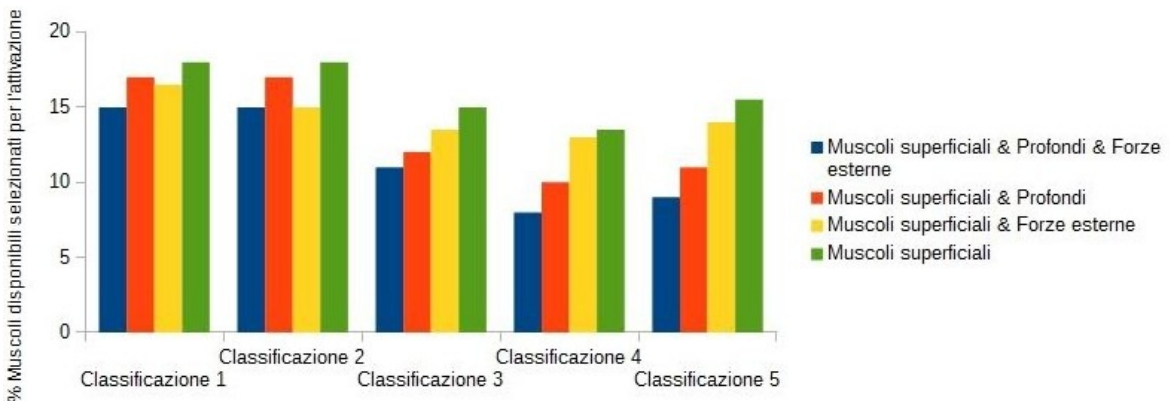
I risultati sono ovviamente da prendere per quello che sono: una simulazione al computer, sia pure creata in modo estremamente accurato ed aderente alla realtà anatomofisiologica che però, necessariamente, non può rendere conto di alcune variabili importanti, quali ad esempio le capacità neuromotorie del soggetto o la sua compliance al trattamento. Tuttavia sono dimostrati alcuni punti a nostro parere fondamentali. Innanzitutto la grande efficacia dell'esercizio terapeutico nella correzione delle curve lievi (<math><20^\circ</math>). Inoltre viene confermata la sinergia di azione fra attivazione muscolare e applicazione di forze esterne: l'attività del corsetto è migliorata e potenziata dagli esercizi specifici. Che, e questo è l'ulteriore elemento importante che scaturisce dallo studio, deve essere altamente selettiva, cioè progettata ed elaborata per quel tipo di curva e per quel paziente.



I cinque tipi di curva scoliotica secondo la classificazione di King, illustrati da T1 a L5. a) Tipo 1: doppia curva lombare e toracica. b) Tipo 2: doppia curva lombare e toracica con curva lombare meno prominente. c) Tipo 3: singola curva toracica primaria. d) Tipo 4: curva toracica lunga. e) Tipo 5: doppia curva toracica. Illustrata con l'ausilio di OpenSim



Forze esterne. Media delle 3 forze esterne applicate al modello per tutti gli angoli di Cobb relativamente ai 5 tipi secondo classificazione di King



Attivazione muscolare. Percentuale di muscoli disponibili selezionati per l'attivazione per tutti gli angoli di Cobb relativi ai 5

**Domande per la Formazione a Distanza (FAD)**

**2015-F2-12-1) Nello studio presentato il modello biomeccanico computerizzato comprende:**

- a. l'intero apparato muscoloscheletrico
- b. la colonna cervicale, dorsale e lombare e i muscoli che la compongono
- c. solo del torace
- d. nessuna delle precedenti

**2015-F2-12-2) Lo studio ha dimostrato la grande efficacia dell'esercizio terapeutico nella correzione delle curve:**

- a. inferiori a 20°
- b. superiori a 20°
- c. superiori a 30°
- d. superiori a 40°

*Tutte le domande dei singoli articoli (identificate dal codice sopra indicato) saranno raccolte nel **questionario finale** che dovrà essere compilato nel mese di dicembre da parte di coloro che si sono iscritti (o si iscriveranno) al programma facoltativo di FORMAZIONE A DISTANZA - **FAD** (vedi [www.gss.it/associa.htm](http://www.gss.it/associa.htm)) per conseguire l'ATTESTATO GSS FAD o i 50 CREDITI ECM FAD*