

# Valutazione tecnico-scientifica con elettromiografia di superficie (sEMG) dell'impegno muscolare di un operatore sanitario durante la movimentazione di un paziente non collaborante con un solleva pazienti carrellato e uno a soffitto

Francesco Draicchio, Giorgia Chini, Agnese Marchesi, Alessio Silvetti e Alberto Ranavolo  
Department of Occupational and Environmental Medicine, Epidemiology and Hygiene, INAIL

## Obiettivi

Lo scopo dello studio è quello di investigare l'impegno muscolare di un solo operatore sanitario, durante l'intera manovra di movimentazione<sup>1</sup> del paziente non collaborante, confrontando l'utilizzo di un solleva pazienti carrellato completamente elettrico<sup>2</sup> con un solleva pazienti a soffitto completamente elettrico<sup>3</sup>.

Lo studio si propone, infine, di essere un pratico strumento per confrontare i diversi tipi di dispositivi e per testare se un sollevatore può essere usato da un operatore unico per lavorare in sicurezza.

## Metodo

### I. Partecipanti

Per il presente studio sono stati arruolati 7 operatori nessuno dei quali con una precedente storia di disturbi muscolo-scheletrici, né malattie neurologiche.

I partecipanti, dopo aver ricevuto una dettagliata spiegazione della procedura sperimentale, hanno firmato un documento di consenso informato. Lo studio risulta conforme alle dichiarazioni di Helsinki.

Un uomo di 86 kg ha svolto la funzione di paziente surrogato completamente dipendente dall'operatore in tutte le prove acquisite.

### II. Strumentazione utilizzata

L'acquisizione dei dati cinematici è stata effettuata con metodologia optoelettronica, utilizzando un sistema costituito da 6 telecamere a infrarosso. I segnali mioelettrici di superficie sono stati acquisiti con un elettromiografo Wi-Fi a 16 canali. I segnali elettromiografici sono stati prelevati da ognuno dei muscoli investigati (addominale dx e sx; dorsale dx e sx) per mezzo di due elettrodi monouso pregellati Ag/AgCl. Per ognuno dei muscoli investigati sono state calcolate preventivamente le attività muscolari espresse come percentuale della Massima Contrazione Volontaria (MCV) al fine di avere un parametro di confronto.

### III. Procedure sperimentali

Per effettuare le prove sperimentali di seguito descritte è stato utilizzato un solleva pazienti polivalente carrellato completamente elettrico con colonna di sollevamento telescopica di tipo verticale. Il telaio di sollevamento per i prelevamenti con il corsetto è dotato di un dispositivo elettrico che permette il cambio posturale del paziente, dalla posizione seduta a quella supina e tutte le posizioni intermedie. Il solleva pazienti è dotato di comando a distanza e di una pulsantiera aggiuntiva posta sulla colonna di sollevamento. Le due pulsantiere regolano tutte le funzioni del solleva pazienti: salita/discesa, apertura/chiusura delle gambe e regolazione posturale del paziente.

L'attrezzatura è dotata di aggancio rapido che consente di cambiare i vari telai di sollevamento a seconda delle esigenze. L'apparecchiatura utilizzata presenta le seguenti caratteristiche tecniche:

- Alimentazione 24 V con batteria asportabile;
- Dimensioni di ingombro 1118 x 718 mm;
- Diametro delle ruote 100 mm;
- Peso complessivo del solleva pazienti 70 Kg;
- Carico di lavoro di sicurezza Kg 227 KG.

<sup>1</sup> Per intera manovra di movimentazione si intende dall'inserimento del corsetto alla sua rimozione.

<sup>2</sup> Movimentazione elettrica per: escursione in altezza, apertura dello chassis di base e cambio posturale del paziente.

<sup>3</sup> Movimentazione elettrica per: escursione in altezza, traslazione laterale e cambio posturale del paziente.

Per poter effettuare le prove pratiche anche con il solleva pazienti a soffitto, all'interno del laboratorio è stata montata una incastellatura che simula l'operatività ottenibile con il montaggio del binario a soffitto. Il telaio di sollevamento per i prelevamenti con il corsetto è dotato di un dispositivo elettrico che permette il cambio posturale del paziente, dalla posizione seduta a quella supina e tutte le posizioni intermedie. Il solleva pazienti è dotato di comando a distanza che regola tutte le funzioni dell'attrezzatura: salita/discesa, avanti/indietro, regolazione dell'altezza del telaio di sollevamento e regolazione del dispositivo per il cambio posturale del paziente. L'attrezzatura è, inoltre, dotata di aggancio rapido che consente di sostituire i vari telai di sollevamento a seconda delle esigenze. Il solleva pazienti a soffitto utilizzato presentava le seguenti caratteristiche tecniche:

- Alimentazione 24 V;
- Carico di lavoro di sicurezza Kg 272 KG.

Il letto su cui sono state eseguite le varie movimentazioni era ad altezza fissa (70 cm da terra) con regolazioni manuali delle articolazioni, mai utilizzate nel corso dello studio. Inoltre, il pavimento era rivestito in linoleum.

La valutazione biomeccanica dell'operatore durante la movimentazione del paziente con solleva pazienti carrellato (w) e a soffitto (c) è stata effettuata suddividendo la mansione in una serie di task. Inoltre si è distinto il caso in cui il paziente veniva spostato da letto a comoda (caso a), da quello in cui il paziente veniva spostato da comoda a letto (caso b).

Nel caso wa) con il solleva pazienti carrellato sono state individuate le seguenti task:

- 1) Inserimento del corsetto al letto del paziente;
- 2) Trasporto del solleva pazienti in corrispondenza del letto;
- 3) Aggancio del corsetto al solleva pazienti;
- 4) Trasporto del paziente col solleva pazienti dal letto alla comoda;
- 5) Sgancio del corsetto dal solleva pazienti;
- 6) Rimozione del corsetto dalla comoda.

Nel caso wb) con il solleva pazienti carrellato sono state individuate le seguenti task:

- 1) Inserimento del corsetto al paziente sulla comoda;
- 2) Trasporto del solleva pazienti in corrispondenza della comoda;
- 3) Aggancio del corsetto al solleva pazienti;
- 4) Trasporto del paziente col solleva pazienti dalla comoda al letto;
- 5) Sgancio del corsetto dal solleva pazienti;
- 6) Rimozione del corsetto dal letto.

Nel caso ca) con il solleva pazienti a soffitto sono state individuate le seguenti task:

- 1) Inserimento del corsetto al letto del paziente;
- 2) Aggancio del corsetto al solleva pazienti;
- 3) Trasporto del paziente col solleva pazienti dal letto alla comoda;
- 4) Sgancio del corsetto dal solleva pazienti;
- 5) Rimozione del corsetto dalla comoda.

Nel caso cb) con il solleva pazienti a soffitto sono state individuate le seguenti task:

- 1) Inserimento del corsetto al paziente sulla comoda;
- 2) Aggancio del corsetto al solleva pazienti;
- 3) Trasporto del paziente col solleva pazienti dalla comoda al letto;
- 4) Sgancio del corsetto dal solleva pazienti;
- 5) Rimozione del corsetto dal letto.

Ogni operatore ha effettuato la movimentazione in ciascun caso per ciascun tipo di solleva pazienti due volte.

#### IV. Analisi dei dati

Relativamente all'involuppo del segnale normalizzato sono stati calcolati i seguenti indici:

- Valore massimo del segnale di ciascun muscolo durante ciascuna task;
- Valore medio rettificato del segnale di ciascun muscolo durante ciascuna task (Average Rectified Value, ARV);
- Co-attivazione muscolare, TMCf, (valore massimo e area sottesa dalla curva).

## Risultati

I risultati ottenuti hanno evidenziato una moderata attivazione dei quattro muscoli investigati durante la fase di inserimento del corsetto, durante la fase di aggancio del corsetto al solleva pazienti e al momento della rimozione del corsetto, quando si è utilizzato il solleva pazienti carrellato e con il solleva pazienti a soffitto.

L'impegno muscolare è mediamente basso sia con il solleva pazienti carrellato che a soffitto nel trasporto del paziente dal letto alla comoda non vi è differenza statisticamente significativa tra l'uso di un solleva pazienti rispetto all'altro, poiché entrambi permettono di modificare elettricamente la postura del paziente, ciò comporta un'ulteriore riduzione dello sforzo applicato durante l'uso del solleva pazienti.

Dalla figura 5 si può osservare che nel trasporto del paziente dal letto alla comoda l'area racchiusa dalla TMCf, quando si è utilizzato il solleva pazienti carrellato, è maggiore di quando si è utilizzato il solleva pazienti a soffitto. Tuttavia tale differenza non è risultata statisticamente significativa a causa dell'elevata deviazione standard, dovuta alla consistente variabilità tra i soggetti (figura 6). Tale variabilità tra i soggetti è dovuta al genere, all'età e al livello di allenamento.

Nella task di aggancio del corsetto al solleva pazienti, nel caso di spostamento del paziente dalla comoda al letto, con il solleva pazienti carrellato si è ottenuto un valore massimo di TMCf statisticamente maggiore di quello ottenuto con l'utilizzo del solleva pazienti a soffitto. Anche questo risultato può essere attribuito alle condizioni posturali in cui si trovava l'operatore a causa dell'ingombro presentato dal carrello.

Le figure 1 e 2 illustrano l'andamento del valore massimo dei segnali elettromiografici nelle varie task nello spostamento del paziente da letto a comoda e viceversa con entrambi i sollevatori. Il pannello più in alto è relativo all'uso del solleva pazienti carrellato, quello in più in basso al solleva pazienti a soffitto.

### Spostamento del paziente da letto a comoda Valore massimo

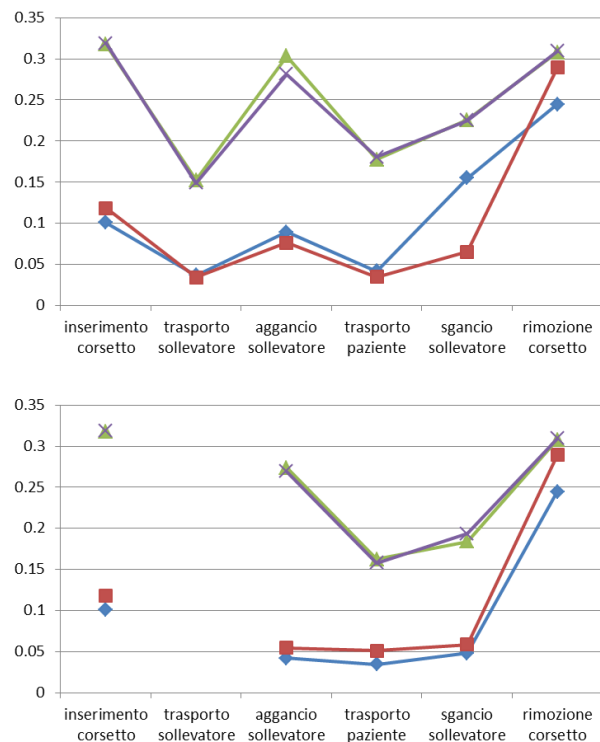
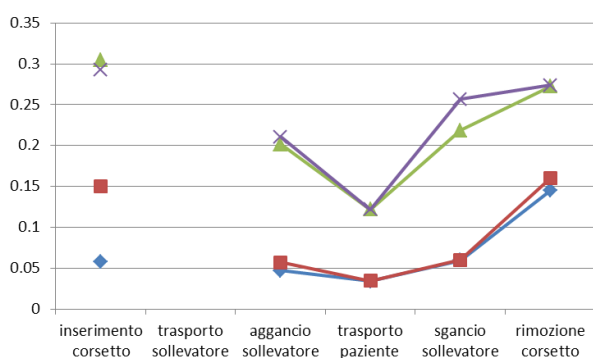
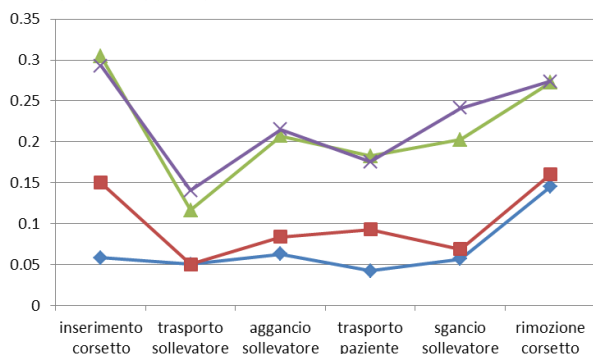


Figura 1. Valore medio tra i sette soggetti analizzati del valore massimo dell'attività dei quattro muscoli indagati nelle task che compongono lo spostamento del paziente dal letto alla comoda. In blu il valore massimo relativo al Retto Addominale destro, in rosso del Retto Addominale sinistro, verde dell'Erector Spinae destro e in viola dell'Erector Spinae sinistro. Il pannello in alto è relativo all'utilizzo del solleva pazienti carrellato, quello in basso è relativo all'utilizzo del solleva pazienti a soffitto.

**Spostamento del paziente da comoda a letto**  
**Valore massimo**



**Spostamento del paziente da letto a comoda**  
**ARV**

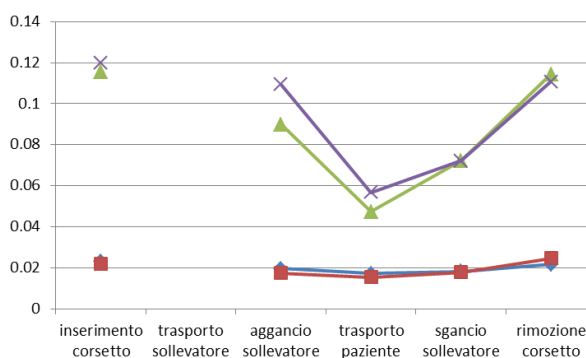
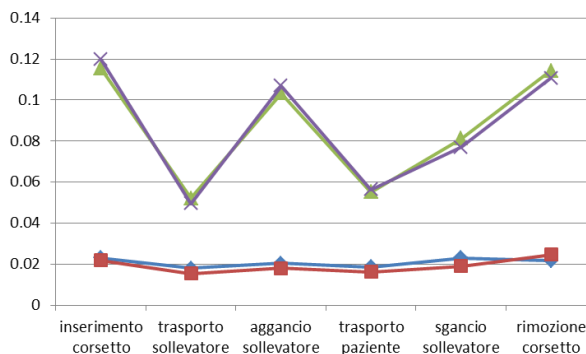


Figura 2. Valore medio tra i sette soggetti analizzati del valore massimo dell'attività dei quattro muscoli indagati nelle task che compongono lo spostamento del paziente dalla comoda al letto. In blu il valore massimo relativo al Retto Addominale destro, in rosso del Retto Addominale sinistro, verde dell'Erector Spinae destro e in viola dell'Erector Spinae sinistro. Il pannello in alto è relativo all'utilizzo del solleva pazienti carrellato, quello in basso è relativo all'utilizzo del solleva pazienti a soffitto.

Figura 3. Valore medio tra i sette soggetti analizzati dell'ARV dell'attività dei quattro muscoli indagati nelle task che compongono lo spostamento del paziente dal letto alla comoda. In blu il valore massimo relativo al Retto Addominale destro, in rosso del Retto Addominale sinistro, verde dell'Erector Spinae destro e in viola dell'Erector Spinae sinistro. Il pannello in alto è relativo all'utilizzo del solleva pazienti carrellato, quello in basso è relativo all'utilizzo del solleva pazienti a soffitto.

Le figure 3 e 4 illustrano l'andamento dell'ARV dei segnali elettromiografici (medio tra i sette soggetti indagati) nelle varie task nello spostamento del paziente da letto a comoda e viceversa con entrambi i sollevatori. Il pannello più in alto è relativo all'uso del solleva pazienti carrellato, quello in più in basso al solleva pazienti a soffitto.

Spostamento del paziente comoda a letto  
ARV

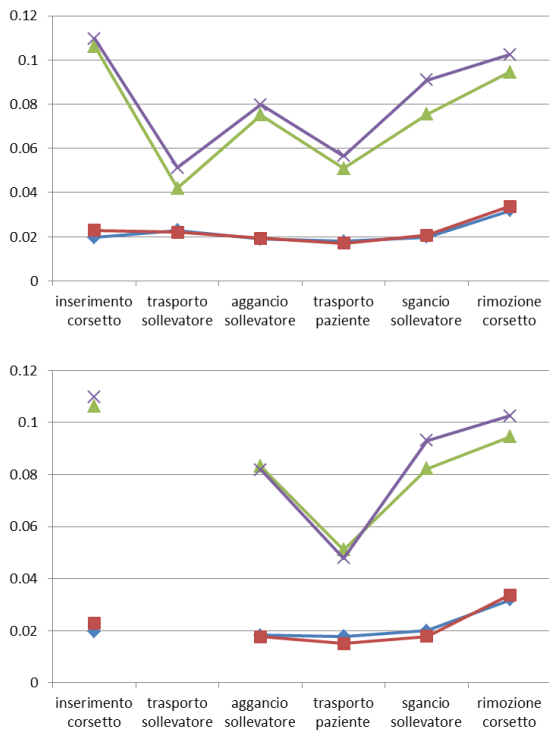


Figura 4. Valore medio tra i sette soggetti analizzati dell'ARV dell'attività dei quattro muscoli indagati nelle task che compongono lo spostamento del paziente dalla comoda al letto. In blu il valore massimo relativo al Retto Addominale destro, in rosso del Retto Addominale sinistro, verde dell'Erector Spinae destro e in viola dell'Erector Spinae sinistro. Il pannello in alto è relativo all'utilizzo del solleva pazienti carrellato, quello in basso è relativo all'utilizzo del solleva pazienti a soffitto.

Area sottesa dalla TMCf

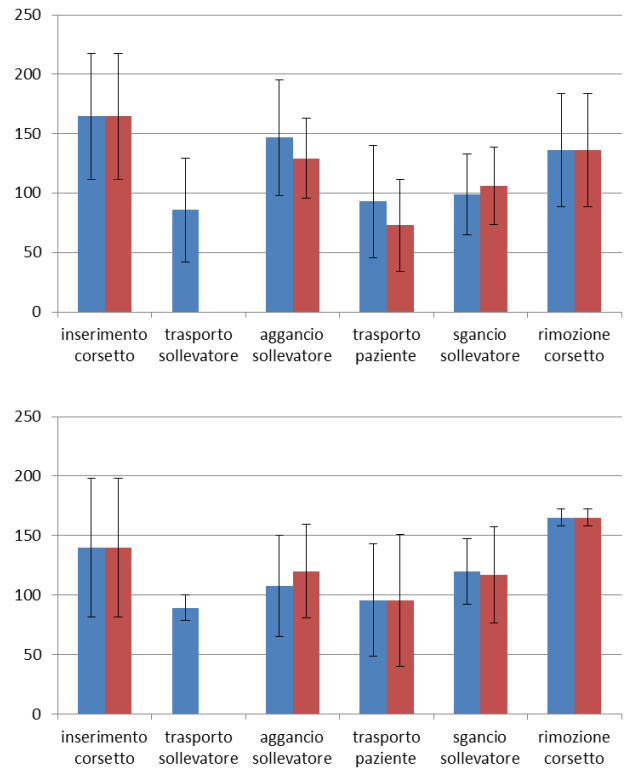


Figura 5. Valore medio tra i sette soggetti analizzati dell'area della curva di co-attivazione muscolare nelle task che compongono lo spostamento del paziente dal letto alla comoda (pannello in alto) e dalla comoda al letto (pannello in basso). Gli istogrammi in blu sono relativi all'utilizzo del solleva pazienti carrellato, quelli in rosso all'utilizzo del solleva pazienti a soffitto.

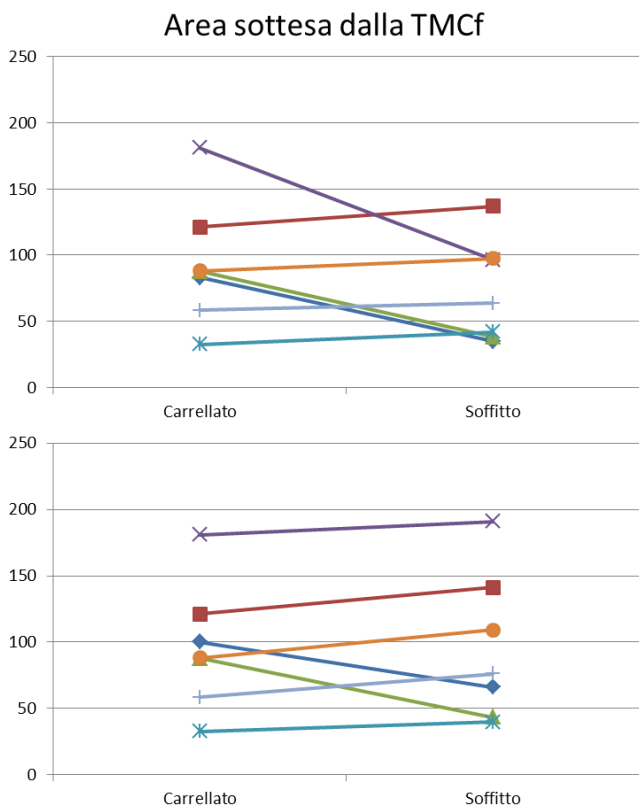


Figura 6. Valore dell'area della curva di co-attivazione muscolare durante il trasporto del paziente dal letto alla comoda (pannello in alto) e dalla comoda al letto (pannello in basso) con il solleva pazienti carrellato e a soffitto. Ogni colore rappresenta il valore di uno dei sette operatori indagati.

### Conclusioni

I risultati ottenuti confermano i dati presenti in letteratura sull'efficacia dell'utilizzo degli ausili al fine della riduzione del rischio da movimentazione manuale dei pazienti.

L'impegno muscolare è mediamente basso sia con il solleva pazienti carrellato che a soffitto nel trasporto del paziente non vi è differenza statisticamente significativa tra l'uso di un solleva pazienti rispetto all'altro, poiché entrambi permettono di modificare elettricamente la postura del paziente, ciò comporta un'ulteriore riduzione dello sforzo applicato durante l'uso del solleva pazienti.

L'uso di solleva pazienti carrellati e a soffitto completamente elettrici<sup>4,5</sup> permettono anche ad un operatore di lavorare in condizioni di sicurezza.

Inoltre, i risultati ottenuti potrebbero essere pratici strumenti per i medici, quando devono esprimere un'opinione in caso di riduzione idoneità al lavoro.

4 Movimentazione elettrica per: escursione in altezza, apertura dello chassis di base e cambio posturale del paziente.

5 Movimentazione elettrica per: escursione in altezza, traslazione laterale e cambio posturale del paziente.