



BTS EMGs

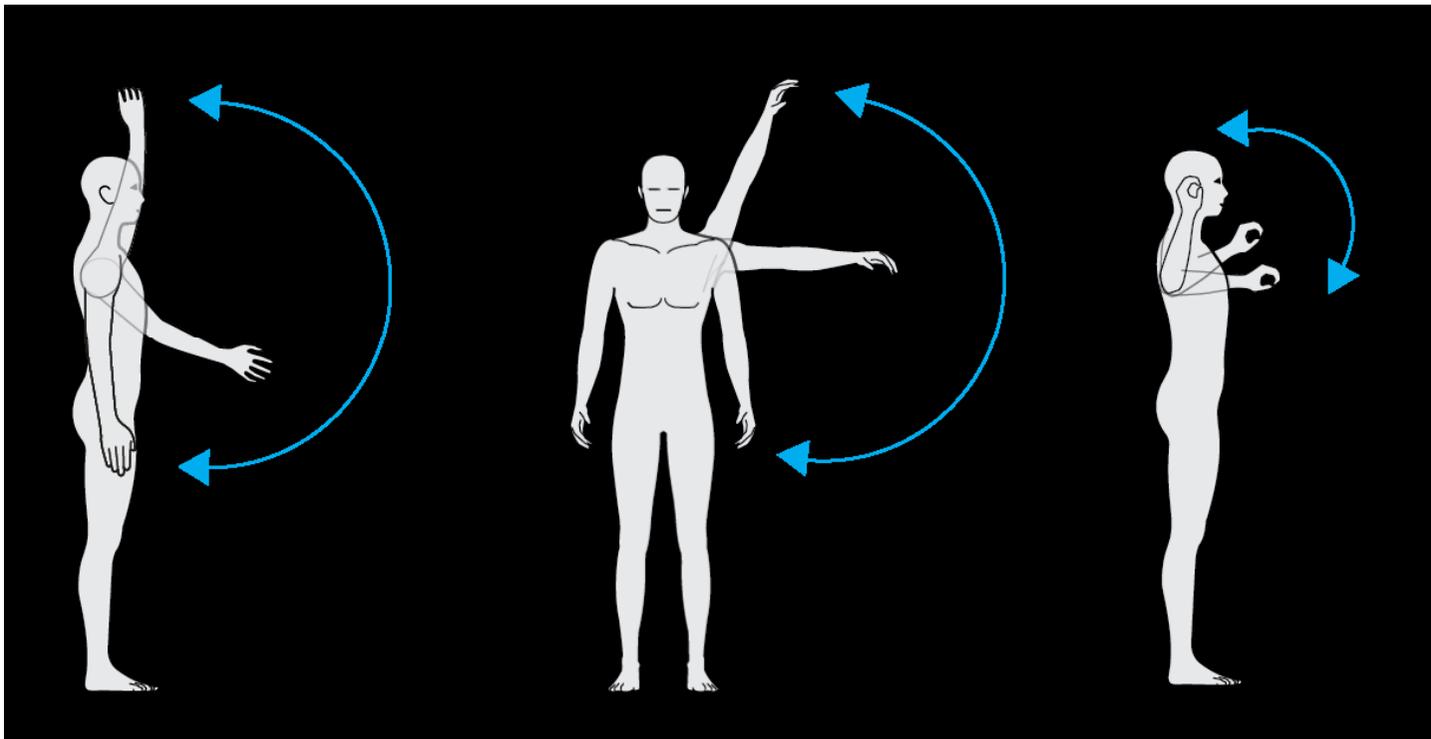


Laboratorio di Biometria e Posturologia Clinica Digitalizzata -AO S.Croce e Carle di Cuneo-
SSD di RRF

Prof.Schiffer R.
Fisiatra

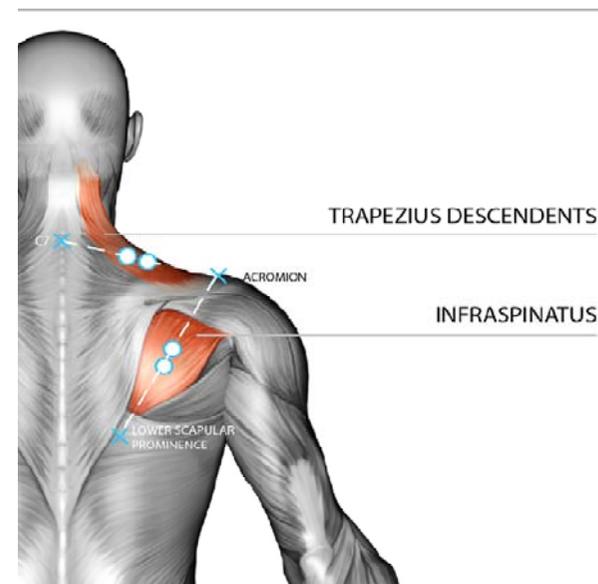
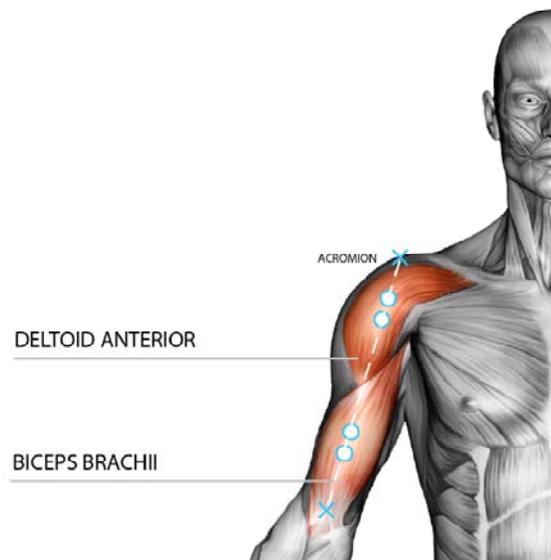
SHOULDER MOBILITY

**Valutazione dell'attivazione muscolare e della
mobilità della spalla**

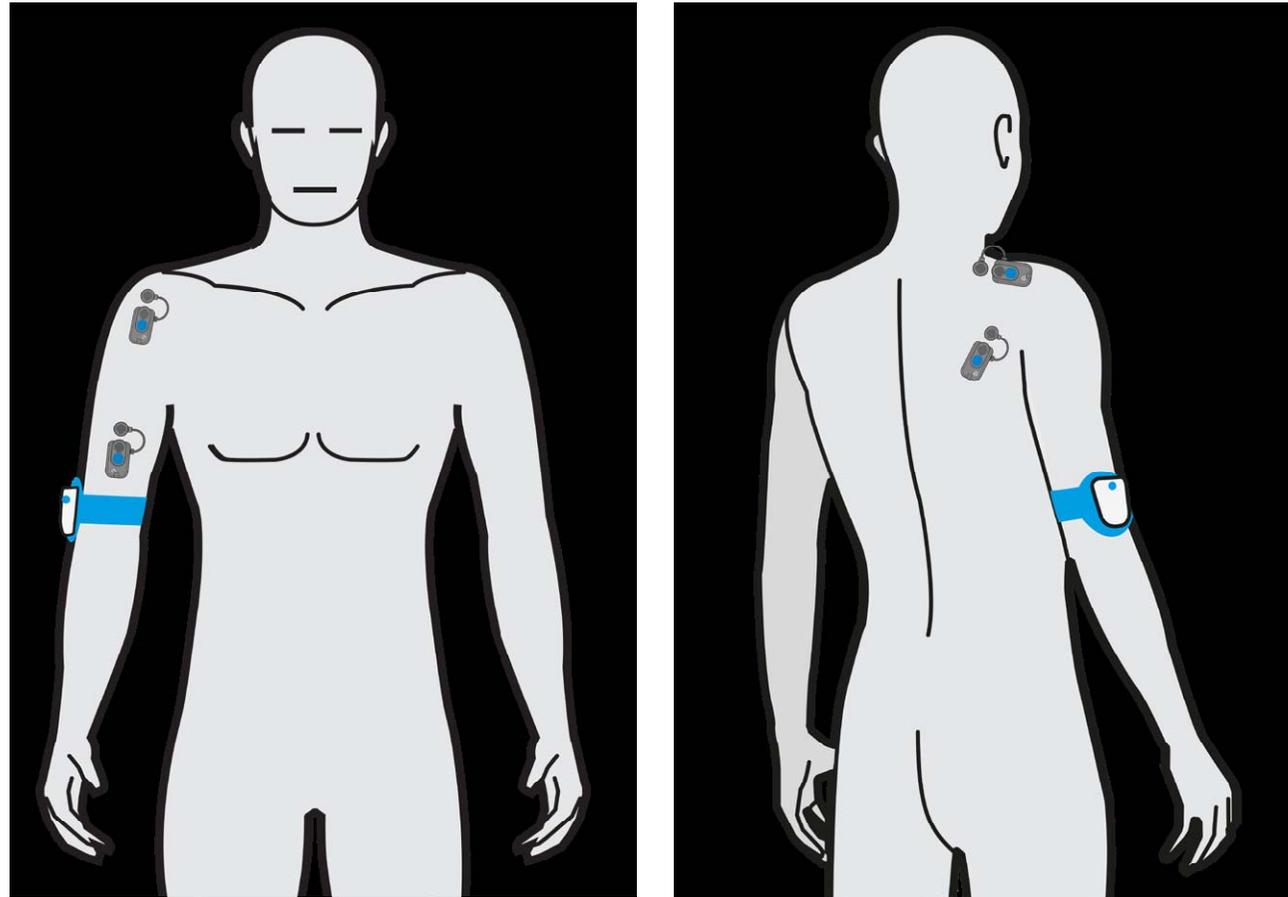


- » **Presentazione del protocollo:** Il protocollo SHOULDER MOBILITY permette di studiare la strategia muscolare adottata dal paziente durante l'esecuzione dei semplici movimenti di Flessione, Abduzione e Rotazione del braccio e di quantificarne al tempo stesso l'escursione angolare. Tra le patologie che coinvolgono l'arto superiore, circa il 25% di queste è riferita alla spalla. La spalla presenta una complessa struttura anatomica, in quanto composta da diverse articolazioni sulle quali agiscono diversi muscoli e tendini che consentono una maggiore mobilità articolare a discapito di una minore stabilità.
- E' possibile quindi valutare come viene reclutata la muscolatura durante semplici movimenti del braccio per evidenziare l'eventuale presenza di alterazioni o disordini muscolo-scheletrici a livello dell'articolazione della spalla.

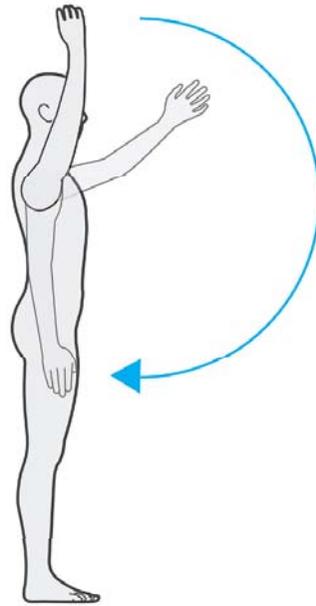
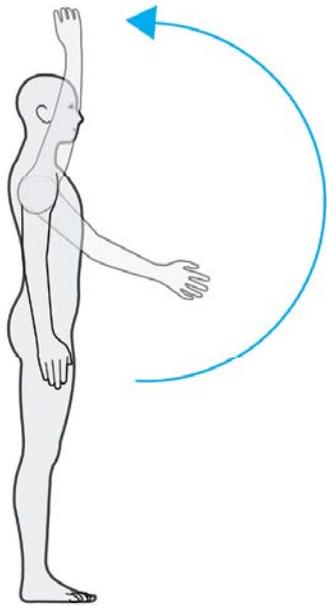
- Deltoide anteriore (Figura 3a): gli elettrodi devono essere posizionati anteriormente al di sotto dell'acromion a 2 cm di distanza in direzione verticale
- Bicipite brachiale (Figura 3a): gli elettrodi devono essere posizionati sulla linea tra l'acromion mediale e la fossa cubitale a 1/3 dalla fossa cubitale.
- Trapezio discendente (Figura 3b): gli elettrodi devono essere posizionati al 50% sulla linea che congiunge l'acromion alla vertebra C7.
- Infraspinato (Figura 3b): gli elettrodi devono essere posizionati al 40% distale sulla linea che congiunge il punto centrale del bordo mediale della scapola al tubercolo maggiore.



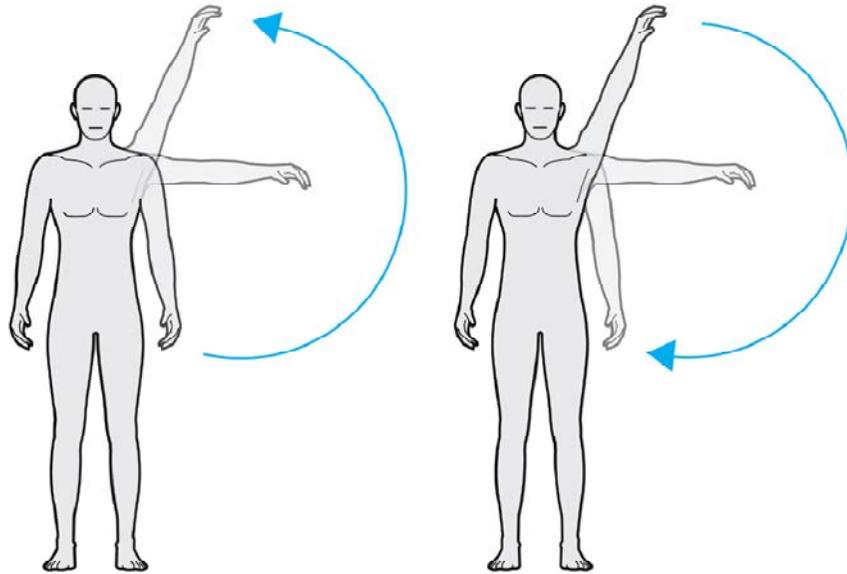
- Il sensore inerziale G-SENSOR deve essere posizionato lungo la linea che congiunge l'acromion all'epicondilo laterale dell'omero a ridosso dell'articolazione del gomito (Figura 4).



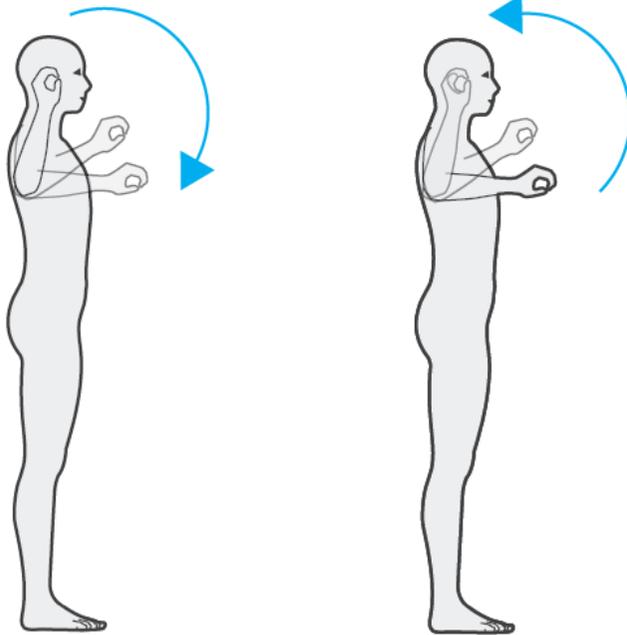
- Per l'esecuzione del test, il paziente può essere invitato a sedersi confortevolmente su una sedia oppure a rimanere in posizione ortostatica. Prima di iniziare ad eseguire uno dei tre possibili movimenti, il paziente deve rimanere fermo nella posizione neutra di partenza per almeno 5 secondi, affinché la procedura di stabilizzazione del sensore inerziale possa avvenire. Il ritorno alla posizione neutra dopo il primo ciclo di movimento e prima di iniziare il ciclo successivo può invece avvenire senza alcuna interruzione, rendendo il movimento continuativo. I tre movimenti valutabili con il protocollo SHOULDER MOBILITY sono i seguenti:



- **Movimento di Flessione:** in posizione di partenza il braccio deve essere mantenuto rilassato e disteso lungo il fianco con il palmo della mano rivolto verso l'interno. Il soggetto deve eseguire, a velocità naturale, una flessione del braccio sul piano sagittale. L'arto deve essere portato in posizione verticale sopra la testa, cercando di non superare i 180° , e poi deve tornare in posizione neutra. Il gomito deve essere mantenuto esteso durante l'esecuzione dell'intero ciclo di movimento. Il movimento deve essere ripetuto almeno 5 volte all'interno della stessa acquisizione (Figura 5).



- **Movimento di Abduzione:** in posizione di partenza il braccio deve essere mantenuto rilassato e disteso lungo il fianco con il palmo della mano rivolto anteriormente oppure verso l'interno. Il soggetto deve eseguire, a velocità naturale, un'abduzione del braccio sul piano frontale, per poi tornare in posizione neutra. Il gomito deve essere mantenuto esteso durante l'esecuzione dell'intero ciclo di movimento. Il movimento deve essere ripetuto almeno 5 volte all'interno della stessa acquisizione (Figura 6).



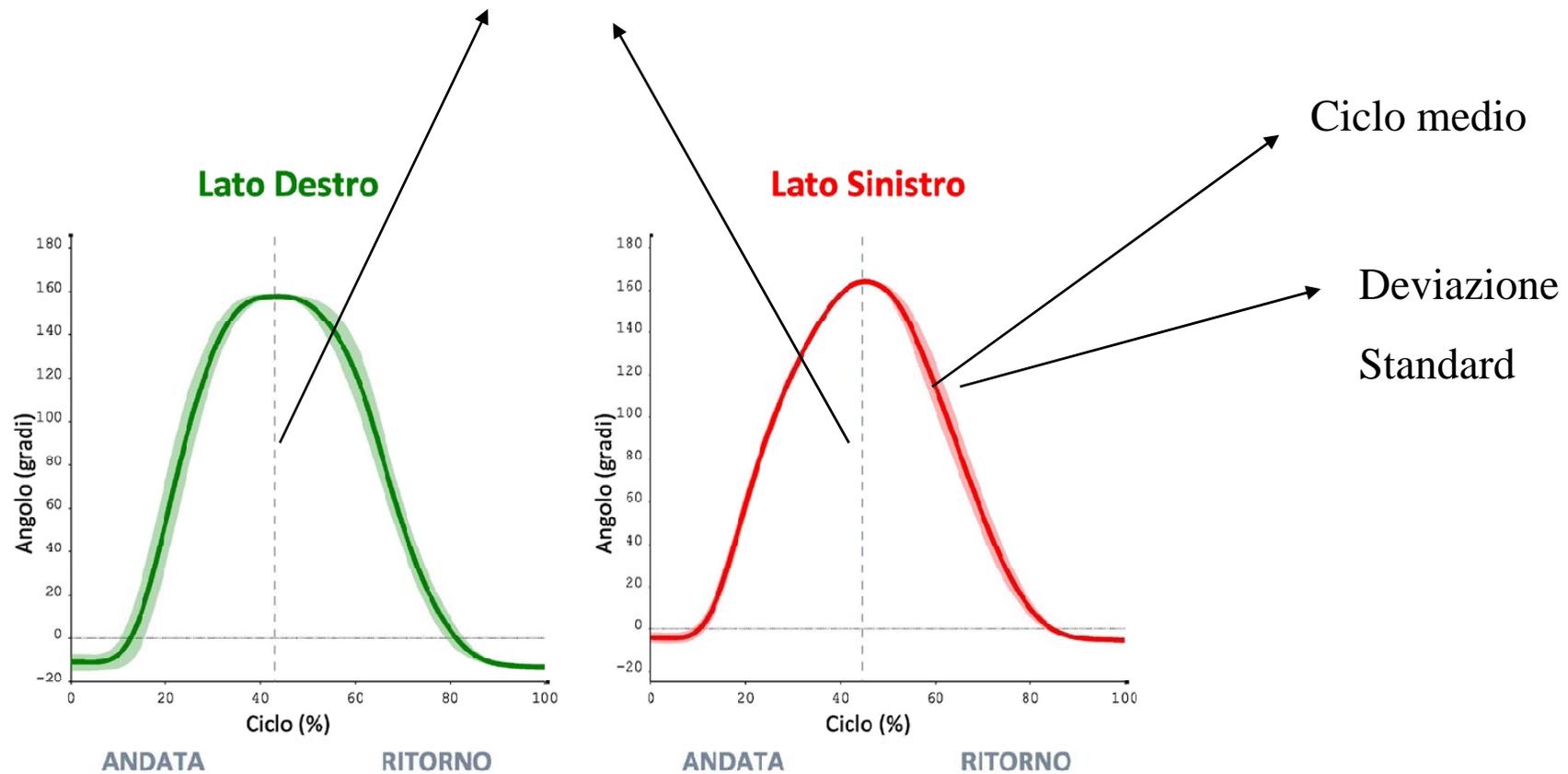
- **Movimento di Rotazione:** in posizione neutra di partenza il braccio è flesso a 90° sull'avambraccio e l'avambraccio è abdotto di 90° rispetto al tronco. Il soggetto deve eseguire, a velocità naturale, una rotazione del braccio sul piano sagittale fino a raggiungere i 90° , muovendo anteriormente la mano e mantenendo l'avambraccio sempre abdotto a 90° in posizione orizzontale. Il movimento deve essere ripetuto almeno 5 volte all'interno della stessa acquisizione (Figura 7).

- **Raccomandazioni:** Il protocollo non richiede necessariamente l'esecuzione di tutti e tre i movimenti e l'utente è libero di far eseguire al paziente anche solo uno dei tre task motori. Per ogni task motorio scelto si possono acquisire più prove. Per garantire la corretta finalizzazione del protocollo è però assolutamente necessario far eseguire il task motorio scelto sia con l'arto destro che sinistro. Quindi al termine della valutazione di un arto, le sonde elettromiografiche ed il sensore inerziale devono essere spostati sull'arto controlaterale.

Refertazione

- Nel primo grafico (Figura 9) viene mostrato il *Range of Motion* del braccio durante l'esecuzione del gesto di Flessione. Viene riportato il *ciclo medio*, rappresentato dalla *linea spessa centrale*, con la deviazione standard, rappresentata dalla fascia colorata. *Sull'asse orizzontale* viene riportata la *% del ciclo di movimento*, sull'asse *verticale* viene riportato il valore dell'*angolo in gradi*. Per convenzione, il segno *positivo o negativo* è associato all'esecuzione del movimento in una direzione piuttosto che in quella opposta sul quel determinato piano di movimento. Nel caso del movimento di Flessione, un incremento dell'angolo verso valori positivi identifica un movimento di flessione del braccio, mentre una riduzione del valore angolare identifica un movimento di estensione. Nel caso del movimento di Abduzione, un incremento dell'angolo verso valori positivi identifica un movimento di abduzione del braccio, mentre una riduzione del valore angolare identifica un movimento di adduzione. Nel caso del movimento di *Rotazione*, un incremento dell'angolo verso valori positivi identifica un movimento di rotazione con spostamento anteriore del polso, mentre una riduzione del valore angolare identifica un movimento di rotazione con spostamento posteriore del polso. La *linea verticale tratteggiata* mostra in corrispondenza di quale valore % del ciclo di movimento è stata raggiunta la *massima escursione angolare* e quindi distingue la fase di andata da quella di ritorno in cui avviene l'inversione del movimento.

Massima escursione articolare



DESTRO

SINISTRO

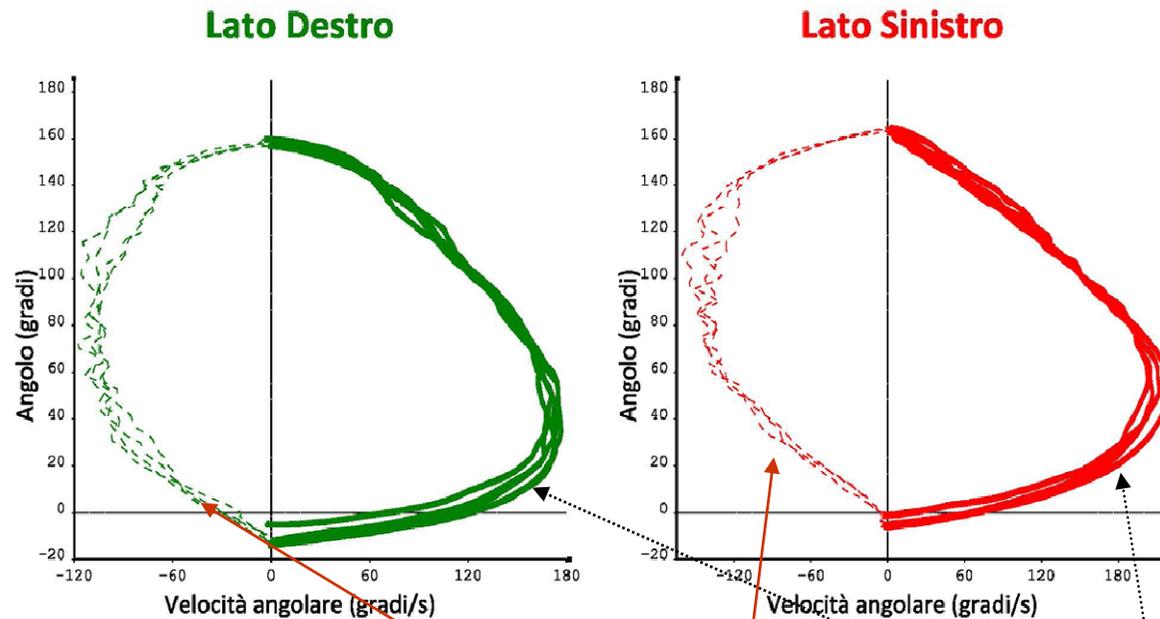
Flessione massima (gradi)

158.1 ± 1.1

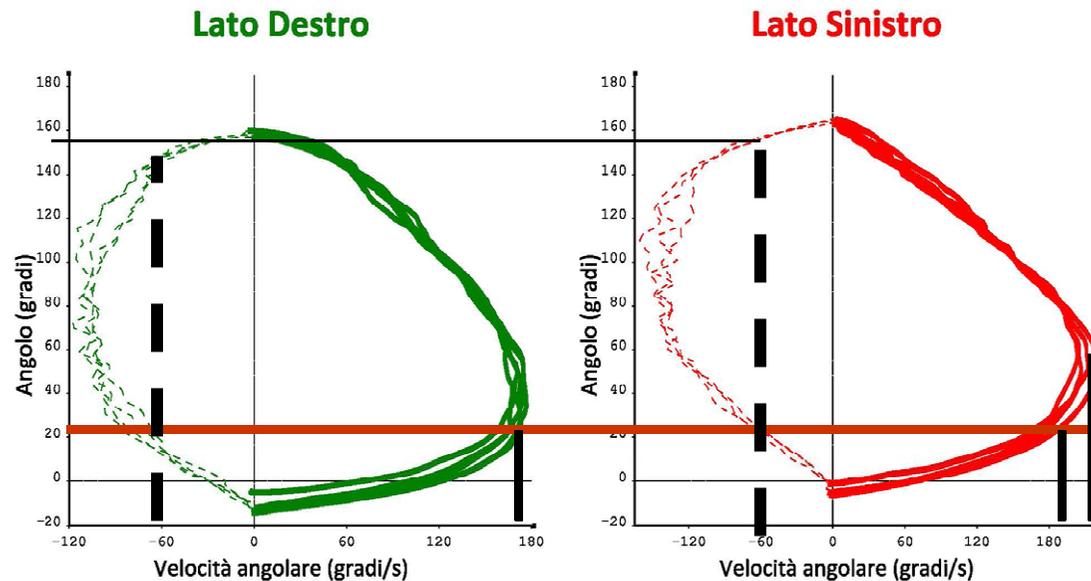
164 ± .6

Nella tabella sotto il grafico viene riportato il *valore massimo di flessione* raggiunto. La corretta esecuzione del gesto in soggetti sani prevede di ottenere un valore massimo di angolo di flessione prossimo a 180°.

- Il secondo grafico (Figura 10) mostra come varia l'**angolo (gradi)** riportato sull'**asse verticale** in funzione della velocità angolare (gradi/sec) riportata sull'asse orizzontale, di ciclo in ciclo (sono rappresentate tante *curve ad anello* quanti sono i *cicli di movimento* acquisiti).



La parte del grafico in cui la *linea è continua* si riferisce alla **fase di andata**, mentre la parte in cui la *linea è tratteggiata* si riferisce alla **fase di ritorno**. Il grafico deve essere letto a partire dal punto centrale (0 gradi/s – 0 gradi) in corrispondenza del quale sia l'angolo che la velocità sono nulli, in quanto il soggetto è fermo in posizione neutra



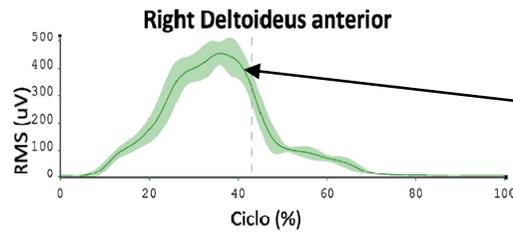
- La *velocità angolare* aumenta appena ha inizio il movimento e raggiunge già il suo **massimo valore** dopo che il braccio ha eseguito solo i *primi gradi di flessione*. Successivamente si ha subito una riduzione della velocità nonostante il braccio stia continuando a flettersi per arrivare ad annullarsi in corrispondenza del massimo valore di escursione angolare. Lo stesso andamento viene ritrovato nella *fase di ritorno* ed è speculare rispetto all'asse verticale: la *velocità angolare* aumenta non appena avviene l'inversione del movimento e raggiunge già il suo **massimo valore** dopo che il braccio ha eseguito solo i *primi gradi di estensione*. Successivamente si ha subito una riduzione della velocità nonostante il braccio stia continuando ad estendersi per arrivare ad annullarsi in corrispondenza della nuova posizione neutra. Le fasi in cui la velocità si riduce sono da associarsi ovviamente all'azione di controllo e frenata del movimento

- L'aumento o la diminuzione della velocità angolare va dedotta considerando il valore assoluto del parametro. Il segno positivo o negativo nel grafico tiene conto solo del fatto che la rotazione del braccio stia avvenendo rispettivamente in senso orario o antiorario rispetto alla direzione positiva dell'asse di rotazione del sensore inerziale. Per facilitare il confronto tra arto destro e sinistro, la convenzione di segno per l'arto sinistro è stata resa uguale a quella per l'arto destro, nonostante la posizione del sensore sul braccio sinistro sia ruotata rispetto a quella sul braccio destro. Quindi per il braccio sinistro sarà la rotazione antioraria ad essere considerata positiva e la rotazione oraria negativa.

	DESTRO	SINISTRO
Jerk medio - AJ (m/s³)	3.45 ± .23	4.69 ± .11
Velocità/Andata (gradi/s)	70.7 ± 4.4	87.1 ± 2.3
Velocità Ritorno (gradi/s)	-58.3 ± 7	-79.3 ± 2.4

Nella tabella sotto il grafico (Figura 11) viene riportato il valore del picco di velocità sia nella fase di andata che in quella di ritorno. Viene inoltre mostrato il valore *dell'indice Jerk che è un indicatore della fluidità del movimento*. Tanto più è basso il valore di tale indice tanto più alta sarà la fluidità del movimento.

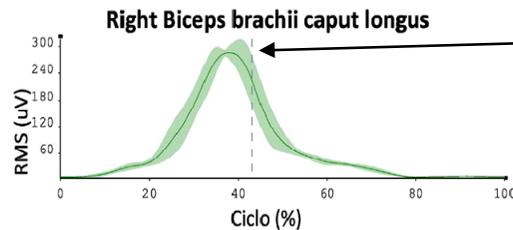
Lato Destro



Contributo muscolare **50.3 %**

RMS Andata (uV) **229.76**

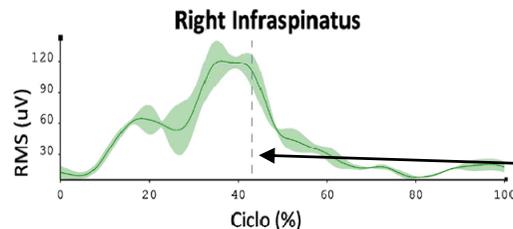
RMS Ritorno (uV) **57**



Contributo muscolare **26.57 %**

RMS Andata (uV) **104.56**

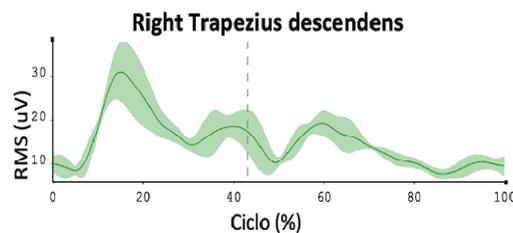
RMS Ritorno (uV) **41.04**



Contributo muscolare **17.13 %**

RMS Andata (uV) **62.2**

RMS Ritorno (uV) **29.17**



Contributo muscolare **6.01 %**

RMS Andata (uV) **18.89**

RMS Ritorno (uV) **13.03**

ANDATA

RITORNO

LEGENDA

--- evento di inversione

Per ogni muscolo viene mostrato il grafico dell'*inviluppo medio* del segnale EMG normalizzato sull'intero ciclo del movimento (Figura 12). La *linea spessa centrale* rappresenta l'*attività media* mentre la *fascia colorata* rappresenta la deviazione standard. Tanto più la fascia colorata è stretta e segue perfettamente l'andamento medio della linea centrale, tanto più il muscolo si attiva in modo identico di ciclo in ciclo. La *linea tratteggiata verticale* identifica l'evento di *inversione* del movimento del braccio permettendo così di distinguere l'attività del muscolo durante la fase di andata da quella nella fase di ritorno del movimento. La visione d'insieme dell'attività di tutti i muscoli permette di valutare la coordinazione e la strategia muscolare adottata dal soggetto per eseguire il task motorio richiesto.

- Inoltre, sommando i contributi energetici di entrambe le fasi di tutti i muscoli, viene poi calcolato e mostrato il contributo percentuale di ogni muscolo per l'esecuzione del movimento

Bibliografia

- » Tranquilli C., Bernetti A., Picerno P. 2013. Ambulatory joint mobility and muscle strength assessment during rehabilitation using a single wearable inertial sensor. *Medicina dello Sport*, Vol. 66, no. 4, pp. 583-97.
- Rawashdeh Samir A., Rafeldt Derek A. , and Uhl Timothy L. 2016. Wearable IMU for Shoulder Injury Prevention in Overhead Sports. *Sensors (Basel)*. Vol 3;16(11).