

Uno studio elettromiografico

Le moderne tecniche di analisi del segnale elettromiografico possono fornire utili informazioni quantitative sulle condizioni di attività del distretto muscolare esaminato

Benché la neuro-fisiopatologia sia il campo clinico che storicamente si è maggiormente avvalso della elettromiografia di superficie a scopo diagnostico, recentemente anche altri settori, clinici e di ricerca, hanno utilizzato questa metodica con diversi tipi di applicazioni: valutazione della forza muscolare, test isometrici, studio della fatica muscolare, studio e terapia del dolore, studio del controllo del movimento, analisi prestazionali in medicina dello sport, studio dei tremori muscolari, studio del cammino. Mentre l'elettromiografia ad ago resta una tecnica di primaria importanza a livello diagnostico, che necessariamente richiede per il suo impiego l'apporto del neurologo, **la non-invasività e la disponibilità di metodi di analisi automatica sempre più potenti, rendono la SEMG una tecnica di indagine dell'attività muscolare molto promettente e di grande interesse per la riabilitazione:** nel monitoraggio degli effetti di un trattamento, direttamente durante un esercizio per aumentarne l'efficacia, per valutare l'affaticabilità muscolare o la qualità del recupero di un'attività muscolare compromessa ed in tutte quelle situazioni in cui sia importante quantificare l'attività mio-elettrica in modo non-invasivo e con un vantaggioso rapporto tra efficacia e costi.

L'elettromiografia

L'elettromiografia (EMG) misura i potenziali elettrici che si formano in un muscolo durante la sua contrazione risultante dalla sovrapposizione dei potenziali d'azione delle singole fibre muscolari attive. Questi potenziali sono causati dalla depolarizzazione elettrica delle fibre muscolari in risposta all'arrivo di un impulso elettrico alla sinapsi neuromuscolare. E' importante osservare che i singoli contributi elettrici generati dalle UM, ovvero i PUM, sovrapponendosi nel volume muscolare sia spazialmente sia temporalmente, danno luogo ad un segnale elettrico, apparentemente disordinato, chiamato pattern di interferenza tipicamente non-periodico e variabile nel tempo;

per tali motivi, per poter interpretare il segnale è necessario sottoporlo ad una elaborazione utilizzando adeguati parametri statistici ed elettrici anch'essi varianti nel tempo. Un potenziale d'azione che si propaga lungo l'assone di un motoneurone provoca la contrazione delle fibre muscolari.

Con questa ricerca ho voluto valutare il coinvolgimento muscolare in diversi tipi di esercizi base, ed in questo articolo tratteremo in modo specifico la parte di studio che riguarda la panca e le sue varianti.

Panca piana



Figura A



Figura B

La corretta esecuzione dell'esercizio: in posizione supina, bilanciata in linea con gli occhi, piedi a terra o sulla panca a seconda dei casi, staccare il bilanciante dai supporti: inspirare, portare il bilanciante a leggero contatto con il petto e risalire espirando. E' importante avere un'impugnatura con pollice che chiude sul bilanciante e non con pollice all'indietro. Questo è molto importante in quanto la presa sul bilanciante attiva tutti quei sensori

che danno al sistema nervoso centrale l'informativa giusta sul peso da spostare, permettendo quindi una miglior espressione di forza. Il pollice verso non permette la stretta sul bilanciere e quindi non permette l'arrivo al sistema nervoso di quelle importanti informazioni. È stato provato che stringere il pugno nei momenti di difficoltà permette una miglior espressione di forza. I muscoli maggiormente sollecitati sono: grande e piccolo pettorale, tricipite, fasci anteriori del deltoide.

La prevenzione

Alcuni accorgimenti utili:

- Evitare che il bilanciere rimbalzi sul petto, perché oltre a possibili traumi abbiamo una perdita momentanea della tensione muscolare.
- Per una ottimale stabilità del corpo i piedi poggiano su tutta la pianta e risultano distanti di circa la larghezza delle spalle.
- I supporti (cavalletti) devono risultare a una distanza adeguata dalle spalle in modo che lo "stacco" avvenga quanto più vicino alla perpendicolare delle stesse e, nel contempo, durante l'esecuzione, il bilanciere non venga a contatto con le superfici sporgenti.

La posizione dei piedi

Il dorso e la zona lombare devono stare aderenti alla panca e questo si ottiene con la posizione semiflessa delle cosce che attenua la tensione del muscolo Psoas iliaco. Nella posizione supina, l'allineamento delle cosce col bacino mette in forte tensione i muscoli flessori della cosce, in particolar modo lo Psoas iliaco (PI) che, a causa dell'inserzione prossimale sulle ultime vertebre lombari, tende a accentuare la lordosi lombare. Viene quindi a crearsi un carico notevole sui dischi intervertebrali. Con una sufficiente flessione delle cosce sul bacino (circa 60°) si determina un avvicinamento dei capi di inserzione di questo muscolo. La caduta di tensione che ne consegue attenua la lordosi lombare.

POSIZIONE A - PIEDI A TERRA

Pro: il baricentro corpo-bilanciere risulta basso, pertanto anche un carico molto elevato può essere sostenuto senza sbilanciamento laterale del corpo. È la posizione preferita durante le competizioni di powerlifting. Contro: cosce e bacino sulla stessa linea determinano un forte carico sui dischi lombari per forte allungamento del muscolo psoas iliaco.

POSIZIONE B - PIEDI SU RIALZO

Pro: il baricentro corpo-bilanciere risulta ancora abbastanza basso e utile a sostenere anche un carico elevato senza sbilanciamento laterale del corpo. Questa leggera flessione delle cosce attenua il carico sui dischi lombari in quanto l'allungamento del muscolo psoas iliaco diminuisce.

POSIZIONE C - PIEDI SULLA PANCA

Pro: questa flessione delle cosce sul bacino determina un carico scarso sui dischi lombari in quanto diminuisce molto l'allungamento dello psoas iliaco. Contro: il baricentro corpo-bilanciere risulta alto, tale da rendere difficoltoso sostenere un carico

elevato senza sbilanciamento laterale del corpo.

Da queste considerazioni risulta chiaro che la posizione A è consigliata per una quantità di ripetizioni molto bassa: il peso sarà elevato, la stabilità è quindi molto importante ed essendo il numero di ripetizioni basso l'incidenza sulla schiena risulta esserci per pochissimo tempo. Più il numero di ripetizioni cresce più mi sposto verso la posizioni B e C: il peso si abbassa sempre più, la stabilità perde di importanza, essendo il carico leggero, ma cresce l'importanza dello scarico lombare in quanto l'esercizio è più protratto nel tempo.

Bilanciere & Manubri

BILANCIERE

Pro: consente un'azione simmetrica e coordinata delle braccia tale da ottenere l'effettiva prestazione massimale di carico con pesi liberi. Contro: specialmente l'impugnatura a passo largo non consente la massima escursione articolare del braccio (apertura). Nel tempo può accorciarsi il ventre muscolare, soprattutto a carico del Gran Pettorale. Questo perché la posizione di bilanciere sul petto o altra parte del busto non consente la massima estensione orizzontale delle braccia, ovvero la massima escursione del braccio verso dietro. Viene cioè a realizzarsi uno stiramento muscolare incompleto in fase di flessione e un accorciamento muscolare incompleto in fase di distensione.

MANUBRI

Pro: consentono un'escursione articolare massima (linea di partenza anche al disotto della linea del petto). Grazie all'azione indipendente delle braccia, migliorano notevolmente la coordinazione motoria generale e i sinergismi muscolari. Nel finale di distensione, la possibilità di ruotare esternamente i gomiti facilita la fissazione e il controllo del peso. Contro: la prestazione massimale (solo i kg spostati, non la forza) è nettamente inferiore a quella ottenuta col bilanciere.

Si riscontra una notevole differenza di profondità tra manubri e bilanciere: i primi consentono una escursione articolare e quindi una fase di stretching più ampia.

Materiali e metodi

Lo studio è stato realizzato con "BTSFREEEMG", elettromiografo di superficie a sonde wireless per l'analisi dinamica dell'attività muscolare. A supporto abbiamo utilizzato il videosistema digitale "BTSVIXTA". È un sistema digitale per la ripresa e la registrazione video progettato per fornire informazioni qualitative di supporto all'indagine strumentale, permette di documentare in modo permanente il gesto motorio del soggetto in esame correlando istante per istante la valutazione con i dati acquisiti dall'elettromiografo. Essendo il segnale elettromiografico di piccola ampiezza (100.000 volte più piccolo della tensione elettrica di una normale batteria), è anzitutto necessario amplificarlo per portarlo ad un'intensità adeguata per le successive elaborazioni. Nei moderni elettromiografi sono inserite sia una sezione d'amplificazione sia una sezione di post-elaborazione del segnale per consentire la gestione in modo digitale delle funzioni di filtraggio e misura del segnale,

oltre che provvedere all'archiviazione dei dati misurati insieme alle informazioni anagrafiche e cliniche necessarie. L'utilizzo di elettrodi di superficie semplifica sensibilmente le operazioni di prelievo del segnale e, unitamente alla non-invasività della tecnica, rende possibile l'effettuazione di registrazioni in condizioni di sforzo sia statico che dinamico, ad esempio durante l'esecuzione di esercizi o gesti funzionali. Tuttavia è importante ricordare che, avendo il segnale registrato un'ampiezza inversamente proporzionale al quadrato della distanza dalla sorgente, le UM di cui è possibile registrare l'attività sono quelle situate entro un raggio massimo di 15 mm dagli elettrodi. Inoltre, la quantità di tessuto interposto tra la sorgente e gli elettrodi può attenuare le componenti ad alta frequenza del segnale, solitamente in modo proporzionale alla "profondità" dell'UM. Infine, è importante ricordare che talora, soprattutto nel caso di registrazioni effettuate su muscoli di piccole dimensioni o nel caso di errato posizionamento degli elettrodi, è possibile il sommarsi di contributi indesiderati generati da fibre attive di muscoli prossimi a quello in esame (fenomeno del cross-talk).

Come per altre tecniche di registrazione di segnali bio-elettrici, anche per il SEMG è possibile scegliere tra registrazione di tipo monopolare (un elettrodo attivo in corrispondenza del muscolo da esaminare ed uno di riferimento su un punto neutro) e registrazione bipolare (due elettrodi attivi posti ambedue sul muscolo esaminato). **La nostra scelta è caduta proprio sulla tecnica bipolare.** La scelta fra le due tecniche è lasciata all'esperienza e alle preferenze dell'operatore, anche se la registrazione bipolare offre una migliore immunità ai disturbi, benché nel caso di muscoli di piccole dimensioni sia di difficile impiego, essendo meno selettiva di quella monopolare e richiedendo un'area per il posizionamento degli elettrodi maggiore. **E' generalmente consigliabile posizionare l'elettrodo (o gli elettrodi) in corrispondenza del ventre muscolare, ovvero dove si ottiene il segnale d'ampiezza più elevata a parità di livello di contrazione.** Tuttavia, per ottenere segnali di buona qualità è sicuramente necessaria una considerevole pratica e un atlante specialistico che fornisca le necessarie indicazioni per il corretto posizionamento degli elettrodi. Nell'effettuazione di registrazioni in condizioni dinamiche (esercizi, test ergometrici, ecc.) vanno considerati gli effetti che il movimento può produrre sul segnale, quali le variazioni indesiderate di ampiezza dovute al movimento delle masse muscolari e alle variazioni della impedenza di contatto degli elettrodi, con conseguenti alterazioni del segnale EMG originale. La cute dell'atleta è stata trattata con alcool nei punti di reperi allo scopo di togliere lo strato di grasso sopra cute che potrebbe alterare il segnale o comunque non renderlo estremamente preciso. Gli elettrodi sono stati posizionati a muscolo contratto risultando quindi, dopo il rilassamento, distanti l'uno dall'altro circa due centimetri per evitare sovrapposizione degli elettrodi stessi e quindi interferenze. Gli elettrodi creano un cono di penetrazione e, se la distanza tra loro è troppo elevata, rischiamo il fenomeno di CROSS TALK, ovvero rilevare altri muscoli adiacenti a quello rilevato.

Soggetto analizzato

Primo soggetto analizzato: 35 anni, peso 87 Kg, altezza 1,80 m. Dal 1990 pratica bodybuilding.

Esercizi e muscoli analizzati

ESERCIZI

Panca declinata con bil. Impugnatura 90°
 Panca inclinata con bil. Impugnatura 90°
 Panca piana con bil. impugnatura 90°
 Panca piana impugnatura stretta (10 cm oltre la larghezza spalle)
 Spinte manubri extrarotazione
 Spinte manubri intrarotazione

MUSCOLI

Tricipite: capo laterale – capo lungo
 Petto clavicolare e sternale
 Deltoide: anteriore – laterale

Lo studio è iniziato prendendo le isometrie di comparazione per ogni muscolo analizzato in modo da avere come riferimento il valore del 100% isometrico o MCV "Massima Contrazione Volontaria". L'atleta ha mantenuto la contrazione volontaria dei muscoli da studiare per 6", sfruttando protocolli di contrazione convenzionali e scientificamente provati.

Isometrie: esempio per pettorale sternale

Del tracciato elettromiografico risultante dalla contrazione isometrica abbiamo tenuto in considerazione i 2"/3" centrali in quanto l'inizio risulta sempre influenzato dall'adattamento alla posizione e la fine è influenzata dall'affaticamento. L'elaborazione dei dati ci ha portato a determinare il valore RMS (Root Mean Square), valore indicato in millivolt che esprime la quantità di unità motorie coinvolte e l'energia che il muscolo esprime in quel gesto. L'atleta ha eseguito sei ripetizioni con l'80% del carico massimale per ogni esercizio che hanno generato un tracciato che vedeva per ogni contrazione 6 picchi di lavoro. Delle contrazioni derivate dall'esecuzione del gesto abbiamo tenuto in considerazione i 3 cicli più ripetibili dei 6 rilevati, tenendo sempre presente come nel caso delle isometrie che, le prime e le ultime ripetizioni sono influenzate rispettivamente dall'adattamento al carico e dalla fatica. Successivamente abbiamo inserito gli "eventi", ossia determinazione di inizio e fine di contrazione eccentrica e concentrica per tutti i muscoli analizzati di ogni esercizio.

Conclusioni

Dall'analisi del grafico risultante possiamo concludere che: il deltoide anteriore e medio sono maggiormente coinvolti nell'esecuzione con panca inclinata. Più si inclina la panca più il coinvolgimento del deltoide è maggiore in quanto procediamo verso il lento dietro.

Confrontando i valori dei coinvolgimenti del tricipite ci si accorge che entrambi i capi sono coinvolti in tutte le varianti in modo abbastanza costante, con leggera differenza per quanto riguarda il capo lungo nell'esecuzione della panca



declinata. Come abbiamo già detto, l'atleta in esame ha subito un infortunio al pettorale di destra (strappo muscolare in zona sternale) quindi per ora ragioniamo sui dati relativi al pettorale sinistro. La porzione clavicolare è maggiormente coinvolta nella variante inclinata, mentre la porzione sternale è maggiormente coinvolta nell'impugnatura denominata "stretta" e cioè 10 cm oltre larghezza spalle. Ora prendiamo in esame la differenza tra destro e sinistro e premettiamo che per questioni di lateralità sarebbe impossibile avere una perfetta simmetria di valori in quanto ogni persona ha il suo lato dominante.

TABELLA RIASSUNTIVA ESECUZIONI CON BILANCIERE

MUSCOLO	DECLINAT A IMP. 90°	INCLINATA IMP. 90°	PIANA IMP. 90°	PIANA IMP. STRETTA
Deltoide anteriore				
Deltoide medio				
Tricipite brachiale capo lungo				
Tricipite brachiale capo laterale				
Pettorale clavicolare				
Pettorale sternale				

TABELLA RIASSUNTIVA ESECUZIONI CON MANUBRI

MUSCOLO	MANUBRI EXTRAROTAZIONE	MANUBRI EXTRAROTAZIONE
Deltoide anteriore		
Deltoide medio		
Tricipite brachiale capo lungo		
Tricipite brachiale capo laterale		
Pettorale clavicolare		
Pettorale sternale		

Partiamo dicendo che l'atleta analizzato è destro e dai dati vediamo che:

- Nella porzione clavicolare in media lavora maggiormente il pettorale di destra.
- Nella porzione sternale in media lavora maggiormente il pettorale di sinistra.

E' una prova tangibile che l'infortunio ha compromesso la contrazione soprattutto nella parte sternale (sede dell'infortunio) e quindi anche la possibilità di reclutamento massimo di fibre.

Diverse prove con lattametro hanno confermato che l'esercizio con maggiore produzione di lattato è quello con impugnatura più stretta, a conferma che questa presa coinvolge la maggior parte della porzione del muscolo grande pettorale.

Ho voluto fare questo confronto come dimostrazione del fatto che il muscolo pettorale è un extrarotatore e quindi la corretta esecuzione delle spinte su panca è la seguente:

- Partenza come in figura 1
- Risalita e attuando una extrarotazione ci troviamo con il palmo delle mani rivolto indietro, verso la testa, pollici in fuori, come in figura 2.

Mazza Manuele, Gianpaolo Tornatore

Figura 1



Figura 2



RINGRAZIAMENTI

Per lo studio svolto doverosi sono i ringraziamento a:
 - Azienda "B.T.S. Bioengineering" nella persona del Sig. Claudio Fiorucci fornitore Elettromiografo
 - Ing. Diana Crogniale, laureata in Ingegneria Biomedica, esperta in strumentazioni dedicate all'analisi del movimento computerizzato sia in ambito clinico che sportivo.
 - Dott. Gianpaolo Tornatore, laureato in Scienze Motorie ed esperto in utilizzo di elettromiografi in campo clinico e sportivo.
 - Ivan Vacchi, atleta ed amico che si è prestato a questa mia esperienza
 - Franco Insalatini, "INFRATEC", fornitore Lattametro