UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Scienze Biomediche

Corso di Laurea Triennale in Scienze Motorie

Tesi di Laurea

ANALISI ELETTROMIOGRAFICA DI SUPERFICIE DURANTE INCONTRI DI BRACCIO DI FERRO

Relatore: Prof. Marcolin Giuseppe

Laureando: Macorig Joseph

N° di matricola: 2047747

Anno Accademico 2023/2024

INDICE

RIASSUNTO……..2

1. INTRODUZIONE ……..3

1.1 Cos'è il Braccio di Ferro……..3

1.2 Le regole del Braccio di Ferro……..4

1.3 Tecniche……5

1.3.1 Toproll……5

1.3.2 Gancio……6

1.3.3 Pressa……7

1.4 Obiettivi dello studio……7

2. MATERIALI E METODI……..8

2.1 Soggetti coinvolti……8

2.2 Strumentazione utilizzata……..8

2.2.1 Elettromiografo di superficie……..8

2.2.2 Acquisizione video……..10

2.2.3 Tavolo da Braccio di Ferro……..10

2.3 Applicazione elettrodi.....11

2.4 Protocollo sperimentale……..12

3. ANALISI DEI DATI E RISULTATI……..13

3.1 Protocollo di analisi……13

3.2 Analisi dati……16

3.2.1 Analisi chinesiologica……..16

3.2.2 Analisi statistica e risultati……..21

4. CONCLUSIONI……24

5. BIBLIOGRAFIA……25

6. RINGRAZIAMENTI……26

RIASSUNTO

Background: il Braccio di Ferro è una disciplina che ha caratteristiche di uno sport di forza ma anche di uno sport di combattimento. Padroneggiare una tecnica è fondamentale tanto quanto la versatilità di essere in grado di modificare il proprio piano a seconda del comportamento dell'avversario. Una volta imparato il gesto motorio, la componente che separa un'atleta intermedio da uno avanzato è sicuramente la forza che è in grado di esprimere.

Scopo dello studio: lo studio ha lo scopo di confrontare le attivazioni muscolari tra atleti di braccio di ferro e di indagare se l'utilizzo di tecniche diverse influenza le attivazioni muscolari e la durata degli incontri.

Materiali e metodi: Sono stati coinvolti 4 soggetti praticanti Braccio di Ferro (Media ± DS**:** 21.25 ± 3,2 anni; 87.75 ± 6.9 kg). Il protocollo sperimentale prevedeva l'applicazione di 5 sonde elettromiografiche sui seguenti muscoli: pronatore rotondo, gran dorsale, gran pettorale, bicipite brachiale e flessore ulnare del carpo. Ogni soggetto doveva incontrare 3 volte tutti gli altri soggetti per un totale di 18 incontri che si sono svolte in 2 sessioni distinte.

Risultati: non sono emerse differenze statisticamente significative dell'attivazione media di ciascun muscolo nel confronto tra i vincitori e i perdenti. Tuttavia, è emersa una tendenza alla significatività dei muscoli bicipite brachiale ($p = 0.06$) e flessore ulnare del carpo ($p = 0.08$). Inoltre i match caratterizzati dall'utilizzo della tecnica del gancio sono risultati statisticamente più lunghi di quelli dove è stata utilizzata la tecnica del Toproll ($p < 0.001$).

Conclusioni: dai risultati ottenuti si può evincere che non vi è differenza nell'attivazione muscolare tra vincitori e sconfitti, anche se i perdenti tendono ad attivare maggiormente il bicipite brachiale ed il flessore ulnare del carpo. Inoltre, la scelta della tecnica ha un forte impatto sulla durata dell'incontro con possibili implicazioni sulla fatica muscolare.

1. INTRODUZIONE

1.1 COS'È IL BRACCIO DI FERRO

Il Braccio di Ferro è una prova di forza che chiunque, almeno una volta nella vita, ha provato, sfidando un amico per capire chi fosse il più forte tra i due.
La sua peculiarità è che può essere praticato da chiunque ed ovunque.
Per questo motivo, spesso vengono improvvisate delle regole goliardiche, come ad esempio il divieto di flettere il polso e l'obbligo di tenere il gomito fermo, con conseguente unica alternativa quella di applicare forza in senso laterale in intra-rotazione della spalla.

Non molti sanno che il Braccio di Ferro è una vera e propria disciplina sportiva riconosciuta e praticata in tutto il mondo. In alcuni paesi, come Russia, Georgia e Kazakistan, per gli atleti professionisti il Braccio di Ferro è un lavoro vero e proprio. Tralasciando questi pochi casi, questo sport viene ancora praticato maggiormente a livello amatoriale nel mondo.

Negli ultimi anni i social media hanno contribuito molto alla crescita di questo sport, sia per quanto riguarda gli atleti praticanti, sia per il pubblico e gli spettatori. Fino a pochi anni fa, era compito degli atleti stessi quello di diffondere la conoscenza e la passione di questa disciplina, mentre oggi molti atleti provenienti da altri sport di forza (come il Powerlifting, il Weightlifting…) provano a cimentarsi in qualche sfida e, con l'aiuto dei social media, si crea un effetto domino per cui sempre più persone vengono a conoscenza dello sport e si appassionano.

Una menzione va sicuramente al Film "Over the Top", del 1987, con protagonista Sylvester Stallone, dove nella celebre scena finale si può assistere ad un entusiasmante incontro di Braccio di Ferro.

Il Braccio di Ferro a livello agonistico in Italia è regolamentato dalla S.B.F.I. (Sezione Braccio di Ferro Italia) con al vertice il presidente Claudio Rizza, che la fondò negli anni '90.
Essendo il Braccio di Ferro uno Sport di forza, sono presenti sia categorie di peso che di età: Junior Under 18, Juniores Under 23, Master Over 40 e anche categorie per persone diversamente abili.
La distinzione principale è quella tra Esordienti e Senior. La maggior parte degli atleti rientra nella categoria degli Esordienti, e per passare di categoria e diventare atleti Senior, è necessario vincere una medaglia d'oro o una d'argento ad una delle 3 gare più importanti che si svolgono ogni anno a Brescia: Coppa Italia, Super Match e Campionato Nazionale.

Una volta passati alla categoria Senior, non si può più tornare indietro e si gareggerà solamente contro gli altri atleti Senior.
È presente anche una categoria femminile che, non essendo numerosa come quella maschile, ha meno categorie e non presenta la distinzione tra atleti Esordienti e Senior.

In Italia gareggiano anche diversi atleti di fama internazionale, tra cui Frank Lamparelli e Ermes Gasparini, che da anni competono contro campioni mondiali e vincono medaglie portando prestigio al nostro Paese.

1.2 LE REGOLE DEL BRACCIO DI FERRO

Il Braccio di Ferro agonistico si pratica in piedi su un apposito tavolo (vedi sezione "Materiali e Metodi). I due sfidanti, posizionati rispettivamente dalle parti opposte del tavolo, poggiano i gomiti su un apposito cuscinetto (Elbow Pad) e si afferrano le mani che andranno ad utilizzare nell'incontro, mentre la mano libera dovrà afferrare un piolo posto lateralmente ad entrambi. Sarà presente un arbitro (nelle competizioni ufficiali ne sono presenti due) che sistemerà le mani e le spalle degli atleti prima della partenza, assicurandosi così che nessuno dei due possa partire avvantaggiato: le spalle devono essere entrambe parallele al tavolo, i polsi devono essere dritti e non ruotati in nessuna direzione e si devono vedere le nocche di entrambi i pollici.

L'incontro inizia con un "Ready, Go!" da parte dell'arbitro, e dopo di quello, entrambi gli atleti dovranno cercare di portare la mano dell'avversario al di sotto di un livello prestabilito. Nei margini laterali del tavolo, sono presenti due cuscinetti (Pin Pad), e per decretare la vittoria di uno dei due sfidanti, la mano dovrà toccare uno di loro oppure scendere sotto la linea immaginaria che li unisce.

Dopo l'inizio dell'incontro, le regole sono semplici: il gomito si può muovere liberamente purché rimanga all'interno del perimetro del cuscinetto e che resti sempre a contatto con esso; la mano dell'atleta non può toccare la propria spalla/petto, non si può con la spalla superare la linea del centro del tavolo e quindi "invadere" la parte di tavolo dell'avversario, e infine l'omero non può scendere al di sotto della spalla in fase perdente. Ognuna di queste azioni comporta l'interruzione dell'incontro e un fallo per l'atleta che l'ha commessa. Questo fallo vale come un "cartellino giallo". Ci sarà quindi un altro incontro, e al secondo fallo da parte dello stesso atleta, verrà decretata la vittoria per l'avversario.
In caso le mani dei due atleti si sgancino, l'arbitro utilizzerà delle cinghie per legare tra di loro le mani degli sfidanti, e l'incontro inizierà per la seconda volta.

1.3 TECNICHE

Nel Braccio di Ferro esistono tre tecniche principali che si possono utilizzare per provare a vincere. Le tre tecniche sono:

- **1.3.1 TOPROLL (figura 1.1)**: questa tecnica consiste in una partenza con le nocche delle dita che puntano verso l'alto. Dopo la partenza, si cercherà di flettere il polso e contemporaneamente effettuare una pronazione della propria mano. Se entrambi questi movimenti avranno successo, l'avversario si troverà in una posizione altamente compromessa e non sarà più in grado di esprimere forza e da lì basterà sfruttare il proprio peso corporeo piegandosi sulle gambe per portare la mano dell'avversario verso il Pin Pad.

Figura 1.1: incontro dove lo sfidante di sinistra utilizza la tecnica "Toproll".

- **1.3.2 GANCIO (figura 1.2)**: il gancio, come la tecnica precedente, prevede anch'esso una flessione del polso come primo movimento, che verrà seguita da una supinazione della propria mano. In caso di successo in entrambi questi movimenti, l'avversario sarà "intrappolato" (da qui il nome della tecnica) e da lì in poi entreranno in gioco in modo preponderante i muscoli del braccio e del tronco.

Figura 1.2: incontro dove entrambi gli sfidanti utilizzano la tecnica del "gancio".

- **1.3.3 PRESSA (figura 1.3)**: mentre le due tecniche precedenti si contrappongono una all'altra, la Pressa ha qualcosa in comune con il gancio. Qui sarà fondamentale la posizione della spalla durante la partenza, la quale dovrà stare quanto più possibile vicina alla nostra mano. Dopo la partenza, si cercherà di supinare la nostra mano e successivamente ruotare la nostra spalla verso l'interno, per infine spingere giù il braccio dell'avversario. Questa è l'unica tecnica che prevede una spinta e non una trazione.

Figura 1.3: incontro dove lo sfidante a destra utilizza la tecnica della "Pressa".

Ognuna di queste tre tecniche ha numerose varianti, che comprendono delle piccole modifiche nella posizione di partenza e dopo l'inizio del match. Queste varianti esistono perché uno sfidante che usa il gancio potrebbe vincere contro uno che usa il Toproll, però lo stesso potrebbe applicare una variante di Toproll specifica contro il gancio e riuscire a vincere. Da questo si evince quanto, oltre alla forza, anche la tecnica che si utilizza giochi un ruolo fondamentale durante un incontro di Braccio di Ferro.

1.4 OBIETTIVI DELLO STUDIO

Essendo il Braccio di Ferro una disciplina "antica" ma che in via di sviluppo negli ultimissimi anni, gli studi in letteratura presenti sono ancora pochi.
Uno tra questi è uno studio condotto nel 2009 in Brasile (Silva DC, Silva Z, Sousa Gda C, et al., 2009), in cui tramite l'elettromiografia di superficie è stata misurata l'attivazione muscolare di alcuni muscoli coinvolti nel gesto tramite degli sforzi statici e dinamici ad intensità del 40% e dell'80% rispetto al massimale. Questi sforzi sono stati eseguiti tramite l'ausilio di una carrucola ed è quindi stato simulato il gesto che si compie durante un incontro. I risultati che hanno ottenuto indicano che il muscolo pettorale e il flessore ulnare del carpo partecipano come agonisti durante incontri di Braccio

di Ferro simulato, mentre il bicipite brachiale e il pronatore rotondo svolgono una funzione secondaria.

L'obiettivo del nostro studio è quello di indagare l'attivazione muscolare durante un incontro vero e proprio, su un'eventuale differenza di attivazione tra gli stessi muscoli del vincitore e del perdente e su un'eventuale differenza della durata degli incontri utilizzando tecniche differenti. Per fare ciò, sono stati coinvolti dei soggetti che praticano il Braccio di Ferro e sono stati simulati degli incontri ufficiali per poi, tramite l'elettromiografia di superficie, andare a misurare l'attivazione muscolare dei principali muscoli coinvolti nel gesto.

Le informazioni ricavate da questo studio potranno essere funzionali alla strutturazione di allenamenti specifici per l'atleta, in base alla tecnica utilizzata.

2. MATERIALI E METODI

2.1 SOGGETTI COINVOLTI

Per effettuare gli incontri sono stati reclutati 4 soggetti sani di età compresa tra i 18 e i 24 anni (21.25 ± 3,2 anni; 87.75 ± 6.9 kg), che si allenano regolarmente e che praticano il Braccio di Ferro come sport. I criteri di esclusione prevedevano infortuni pregressi alle articolazioni di spalla, gomito e polso.

Partecipanti	**Età (anni)**	**Peso (kg)**	**Esperienza nello sport (mesi)**	**Gare**
Soggetto 1	24	85	12	2
Soggetto 2	24	98	8	1
Soggetto 3	18	85	9	2
Soggetto 4	19	83	6	1
Media ± DS	21.25 ± 3.2	87.75 ± 6.9	8.75 ± 2.5	1.5 ± 0.58

Figura 2.0: tabella con i dati dei soggetti partecipanti.

2.2 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per svolgere i test è stata utilizzata della strumentazione appartenente al Dipartimento di Scienze Biomediche dell'Università degli Studi di Padova e dell'attrezzatura di proprietà dei ragazzi che sono stati reclutati.

2.2.1 Elettromiografo di superficie

L'elettromiografia è una tecnica non invasiva utilizzata per misurare l'attivazione muscolare. In questo studio è stato utilizzato un elettromiografo (figura 2.1) costituito da 12 sonde wireless (Pico EMG, Cometa, Milan, Italy) (figura 2.2) dotate ciascuna di 2 clip, dove fissare gli elettrodi pre-gellati

di diametro 24 mm. Gli elettrodi sono stati applicati sul ventre muscolare di specifici muscoli del lato destro del corpo con una procedura che verrà spiegata nei prossimi paragrafi.

Figure 2.1 e 2.2: Ricevitore wireless del sistema Cometa a sinistra e sonda ed elettrodi utilizzati durante gli incontri a destra.

È stato collegato l'elettromiografo tramite cavo ad un PC portatile dotato del software "EMGandMotionTools" (figura 2.3), il quale consente il monitoraggio in tempo reale e la registrazione del segnale proveniente da ogni sonda.

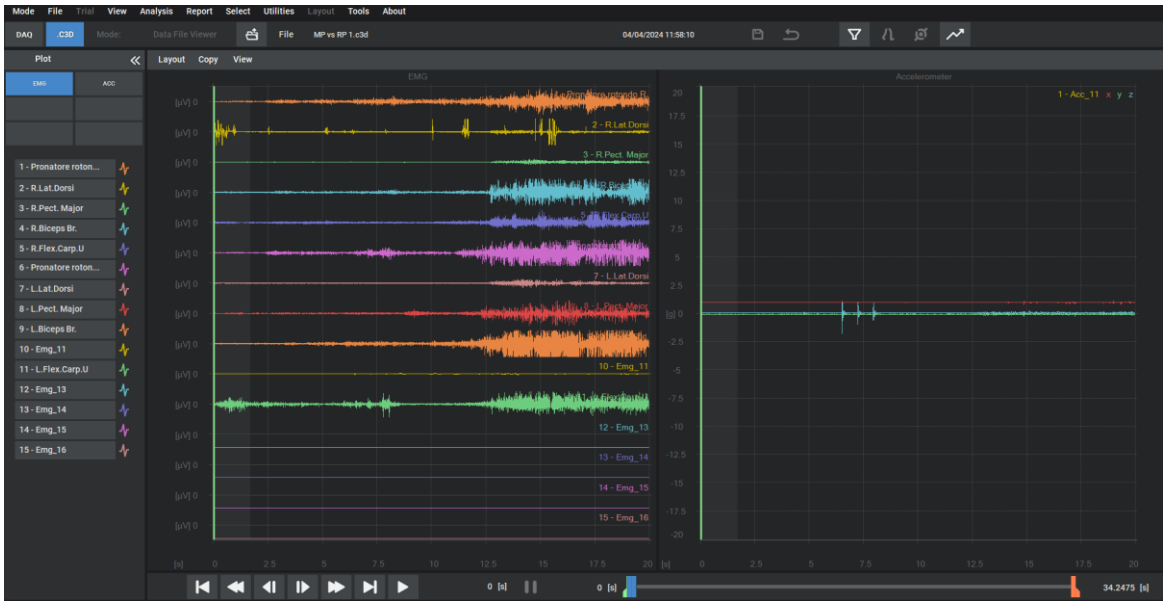


Figura 2.3: interfaccia del software "EmgandMotionTools" durante un'acquisizione.

2.2.2 Acquisizione video

É stato utilizzato un cellulare Iphone 12 (Apple, Cupertino, California, USA) che registra video a 30 frame al secondo per le riprese degli incontri.

Sono stati utilizzati inoltre: rasoio, alcol e cotone per la preparazione della cute, un metro ed un pennarello per le misure corporee.

2.2.3 Tavolo da Braccio di Ferro

I soggetti reclutati hanno messo a disposizione un tavolo regolamentare da Braccio di Ferro che rispetta delle dimensioni approvate dalla WAF (World Armwrestling Federation) ovvero 101 cm di altezza e il rettangolo di 91x66. I cuscinetti per il gomito (Elbow Pad) sono di forma quadrata ed hanno lunghezza del lato di 18 cm. I Pin Pad (i cuscinetti che formano la linea da oltrepassare per la vittoria) hanno altezza pari a 10 cm. I pioli da afferrare con la mano opposta hanno altezza pari a 15 cm (figura 2.4).

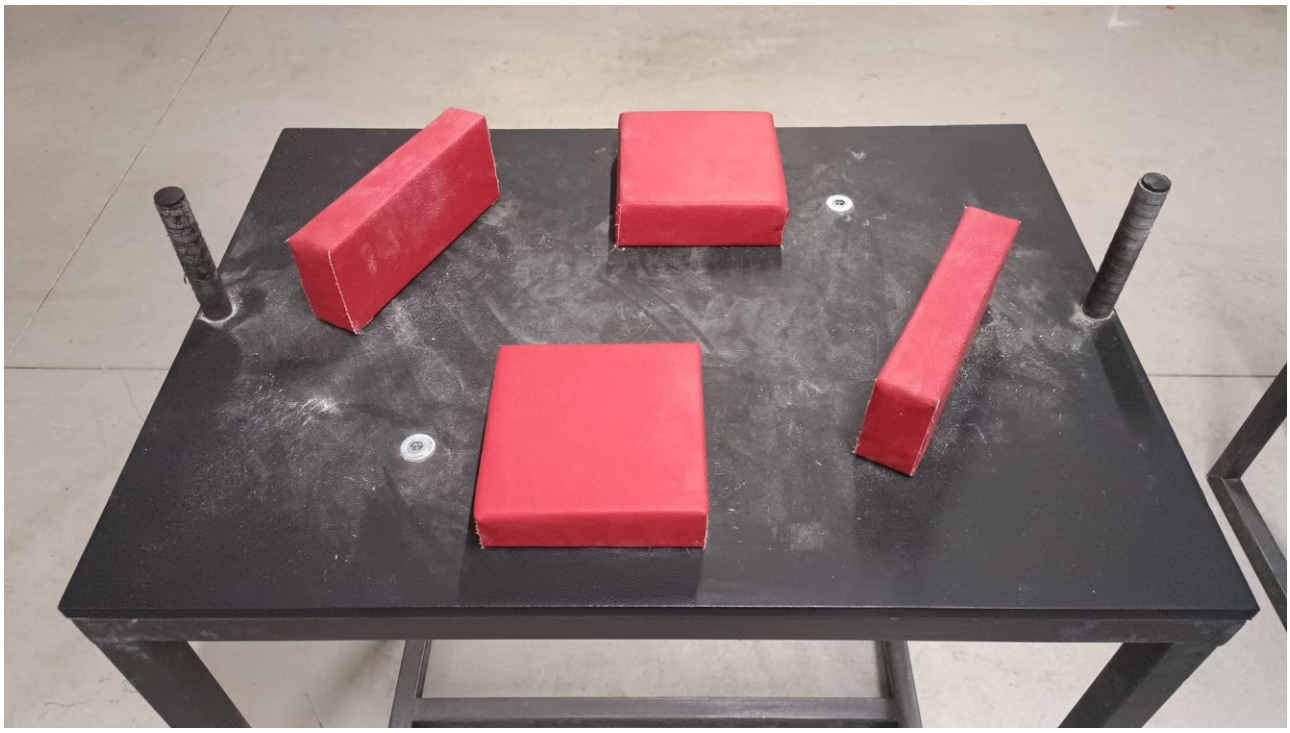


Figura 2.4: Tavolo regolamentare utilizzato per le acquisizioni.

2.3 APPLICAZIONE ELETTRODI

Come prima cosa, sono stati scelti 5 tra i principali muscoli coinvolti durante il gesto, ovvero:

Pronatore Rotondo
Gran Dorsale
Gran Pettorale
Bicipite Brachiale
Flessore Ulnare del Carpo

Di seguito si riportano le procedure seguite per il posizionamento degli elettrodi, che dovranno essere posizionati con orientamento parallelo alla direzione delle fibre muscolari:

Pronatore Rotondo	Gli elettrodi devono essere posizionati 2 cm distalmente dalla fossa cubitale
Gran Dorsale	Gli elettrodi devono essere posizionati al 50% della linea che congiunge la spina iliaca postero superiore e il processo acromiale
Gran Pettorale	Gli elettrodi devono essere posizionati 1/3 prossimale della linea che congiunge la testa dello sterno con il solco bicipitale dell'omero
Bicipite Brachiale	Gli elettrodi devono essere posizionati 1/3 distale della linea che congiunge il processo acromiale e la fossa cubitale
Flessore Ulnare del Carpo	Gli elettrodi devono essere posizionati 1/3 mediale della linea che congiunge l'epicondilo mediale e il processo stiloideo dell'ulna

Tabella 2.5: Descrizione linee guida per il posizionamento degli elettrodi.

È stato configurato il software sul PC e le sonde in modo tale che 5 delle sonde fossero applicate ad un soggetto ed altre 5 all'altro soggetto; un'altra sonda è stata configurata come accelerometro e posizionata, assieme al suo rispettivo elettrodo, lateralmente al tavolo. Questa sonda ha permesso di calcolare l'offset presente tra la registrazione video e il segnale elettromiografico per la sincronizzazione a posteriori dei 2 segnali.

Prima dell'applicazione degli elettrodi è stato necessario misurare e segnare i punti di applicazione degli elettrodi e preparare il sito di applicazione depilando e sgrassando la pelle con alcool, per ridurre i valori di impedenza del segnale.

Il corretto posizionamento degli elettrodi è stato infine verificato chiedendo al soggetto di contrarre i singoli muscoli e verificando visivamente il segnale grezzo a monitor.

Nelle figure 2.6 e 2.7 è possibile visualizzare un soggetto dopo l'applicazione dei sensori e delle sonde per la registrazione dei segnali elettromiografici.

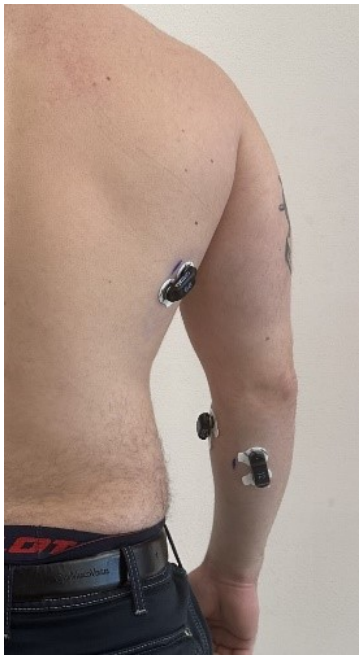


Figure 2.6 e 2.7: Soggetto dopo l'applicazione delle sonde.

2.4 PROTOCOLLO SPERIMENTALE

Gli incontri si sono svolti in due sedute differenti per evitare di alterare i risultati a seguito di affaticamento muscolare, richiedendo il Braccio di Ferro uno sforzo massimale da parte degli atleti. La prima seduta si è svolta presso il dipartimento di Scienze Biomediche dell'Università di Padova, mentre la seconda nella palestra dei Devil Dogs Veneto, a Dueville, in provincia di Vicenza, la sede di allenamento dei soggetti reclutati.

Il protocollo degli incontri prevedeva che ogni soggetto sfidasse tutti gli altri 3 e con ognuno facesse 3 incontri. Il primo giorno sono stati effettuati 6 incontri, mentre la seconda volta altri 13. Un incontro è stato ripetuto data la presenza di un fallo.

È stato utilizzato lo stesso protocollo per tutti gli incontri: dopo l'applicazione delle sonde, i soggetti si sono posizionati al tavolo ed è stata applicata la cinghia alle loro mani.

Poi è stata accesa simultaneamente la registrazione video del cellulare e la registrazione del segnale elettromiografico dal PC; pochi secondi dopo lo sperimentatore ha colpito 3 volte la zona del tavolo vicino alla sonda applicata ad esso, per consentire a posteriori la sincronizzazione dei 2 sistemi. Subito dopo, ai due sfidanti sono state applicate le cinghie (come già spiegato nel paragrafo 1.2) e pochi secondi dopo è stato dato loro il "Ready, Go!".

Figure 2.8 e 2.9: visione globale e particolare dei soggetti durante l'applicazione delle cinghie.

3. ANALISI DEI DATI E RISULTATI

3.1 PROTOCOLLO DI ANALISI

Il primo step prevedeva la sincronizzazione tra i segnali EMG acquisiti e il video. Ciò è stato possibile grazie alla sonda applicata al tavolo.

Per calcolare l'offset medio di ciascun incontro è stata calcolata la differenza in termini di tempo tra l'insorgenza del picco di accelerazione relativo alla sonda posizionata sul tavolo colpito dallo sperimentatore e il fotogramma del video dove la mano dello sperimentatore entrava in contatto con la sonda applicata al tavolo. Sono stati quindi ottenuti tre valori (essendo stati tre gli impulsi creati dallo sperimentatore) ed è stata calcolata la media temporale. Questa procedura è stata ripetuta per tutti gli incontri, ottenendo quindi 19 valori di offset medio che hanno permesso di ridurre ai minimi termini le discrepanze tra il segnale elettromiografico e la registrazione video.

Successivamente è stato creato un protocollo di analisi dei segnali elettromiografici tramite il software "Smart Analyzer" (BTS Bioengineering, Milan, Italy) (figura 3.0).

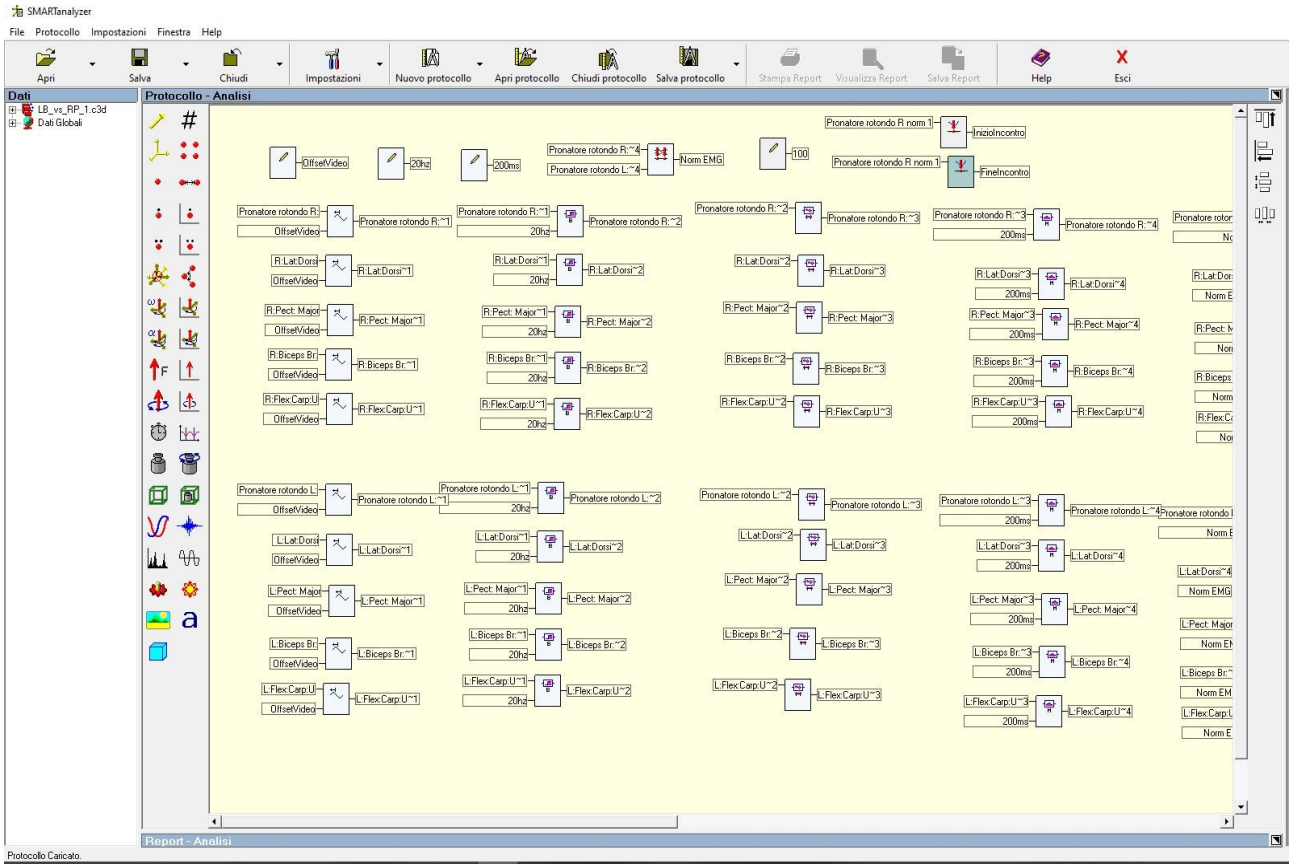


Figura 3.0: Smart Analyzer: il protocollo creato per l'analisi EMG.

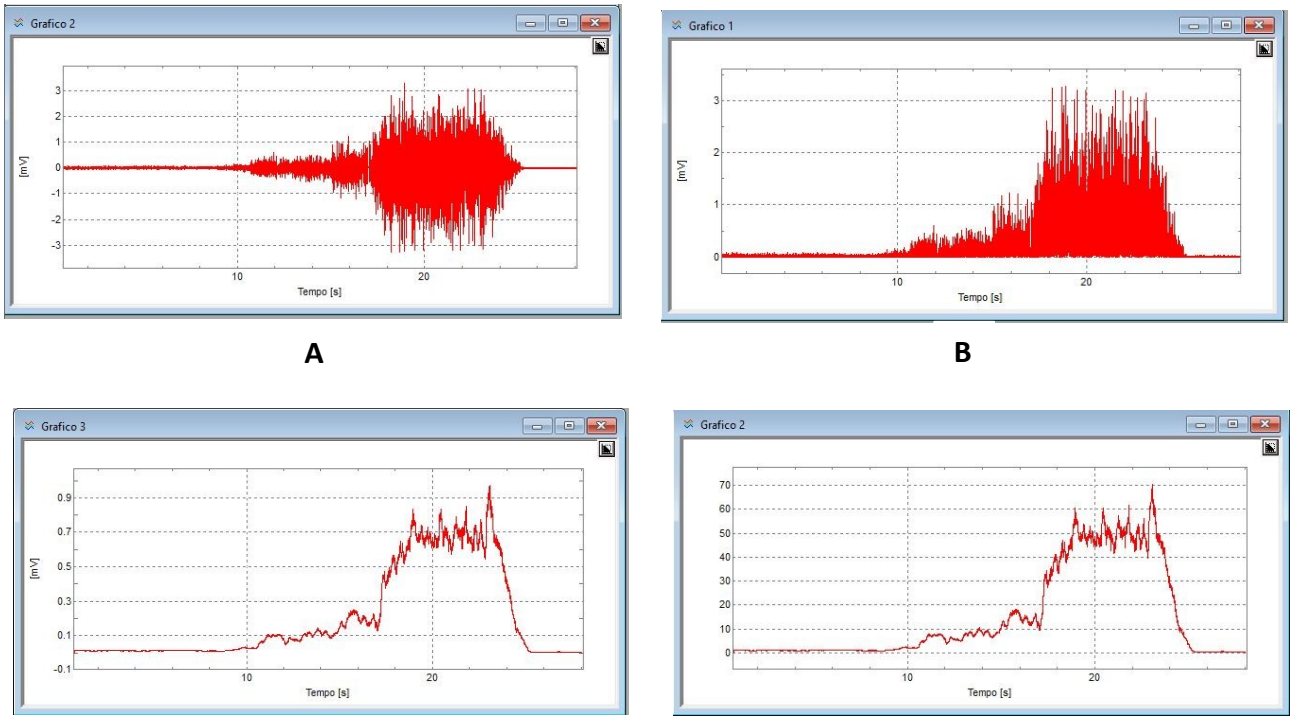


Figura 3.1: Ciascun segnale è stato filtrato a 20 hertz tramite l'utilizzo di un filtro Butterworth passa alto il quale ci ha permesso di eliminare tutti gli artefatti dovuti al movimento relativo delle sonde durante gli incontri (A); il segnale è stato rettificato attorno al suo valore medio (B) e successivamente integrato con una finestra mobile di 200 ms (C); al fine di normalizzare il segnale EMG al valore basale (D) è stata selezionata una frazione dello stesso prima dell'inizio dell'incontro dove i muscoli erano silenti.

La sincronizzazione del video ha consentito di visualizzare due eventi: quello di inizio incontro e quello di fine incontro, così da poter visualizzare solo la parte di grafico relativa all'incontro (figura 3.2).

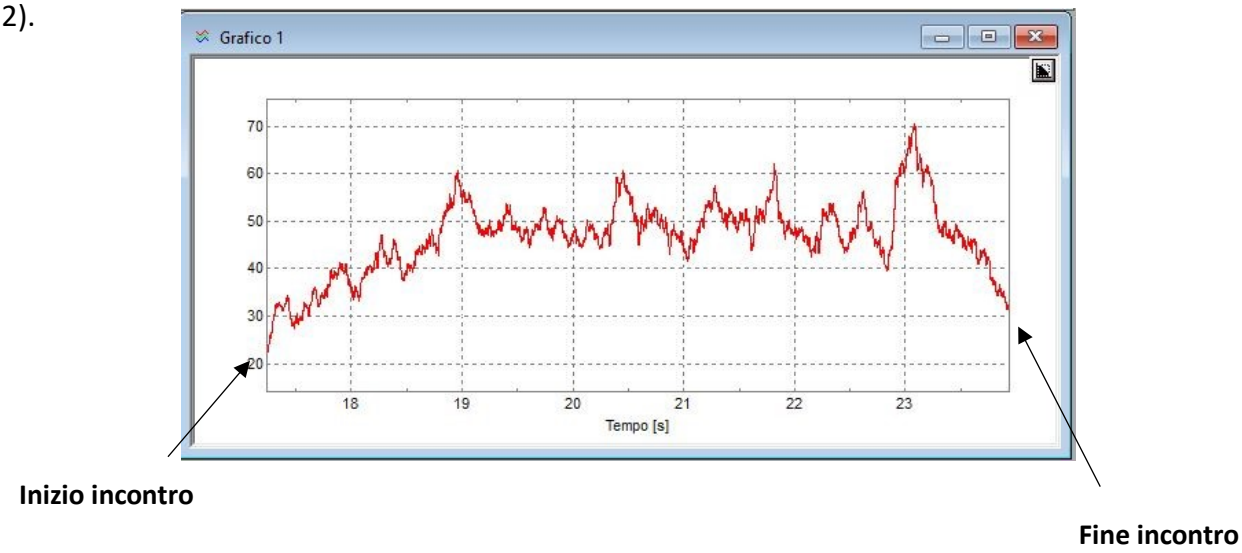


Figura 3.2: esempio di segnale del Pronatore Rotondo di un incontro.

3.2 ANALISI DATI

3.2.1 Analisi Chinesiologica

Sono stati selezionati due incontri, caratterizzati dall'utilizzo delle due tecniche principali nel Braccio di Ferro e sono stati creati dei grafici tramite Excel mettendo in ascissa il tempo in secondi e in ordinata l'ampiezza del segnale elettromiografico normalizzato di tutti i distretti muscolari del vincitore e del perdente (figura 3.3 gancio) (figura 3.12 Toproll). Le immagini rappresentano dei frame significativi degli incontri (figure 3.4, 3.5 e 3.6 gancio) (figure 3.13, 3.14,3.15 Toproll).

Sono stati creati 5 ulteriori grafici per poter visualizzare singolarmente l'attivazione di ogni singolo muscolo confrontandone l'andamento tra il vincitore e lo sconfitto (figure 3.7, 3.8, 3.9, 3.10, 3.11 gancio) (3.16, 3.17, 3.18, 3.19, 3.20 Toproll).

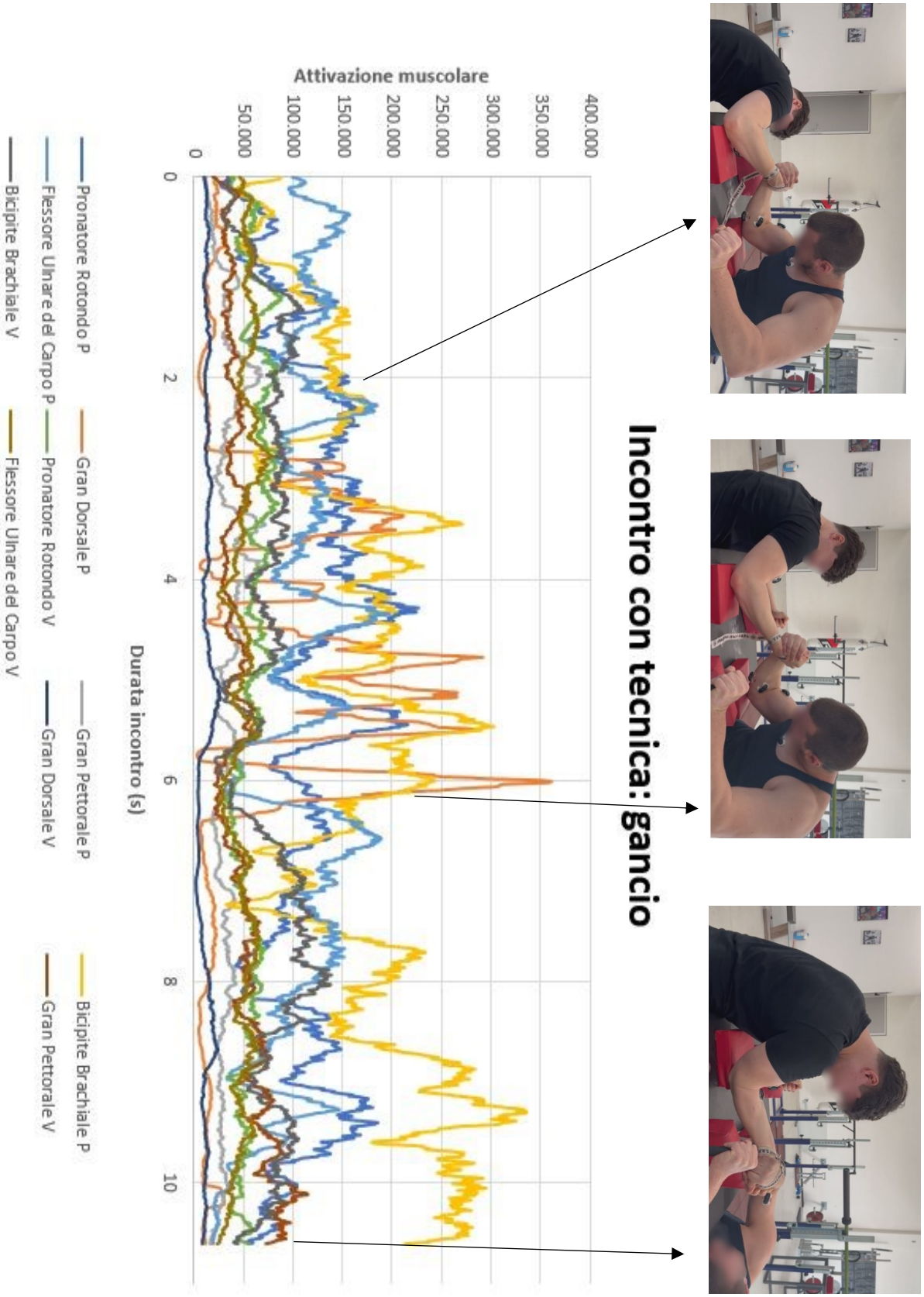
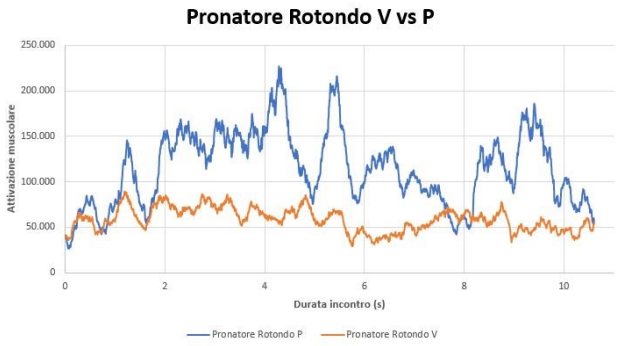


Figura 3.3: il grafico con le attivazioni muscolari. Figure 3.4, 3.5, 3.6: momenti salienti dell'incontro.



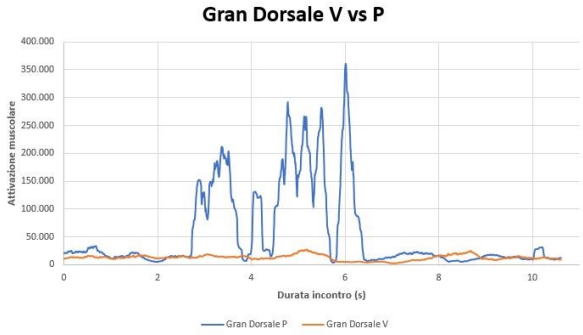
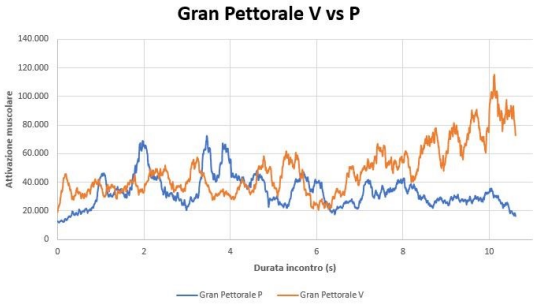


Figura 3.7: Pronatore Rotondo (V=vincitore; P=perdente).

3.8: Gran Dorsale (V=vincitore; P=perdente).



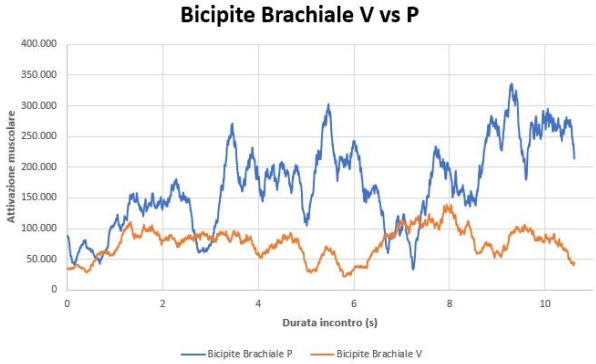


Figura 3.9: Gran Pettorale (V=vincitore; P=perdente).

Figura 3.10: Bicipite Brachiale (V=vincitore; P=perdente).

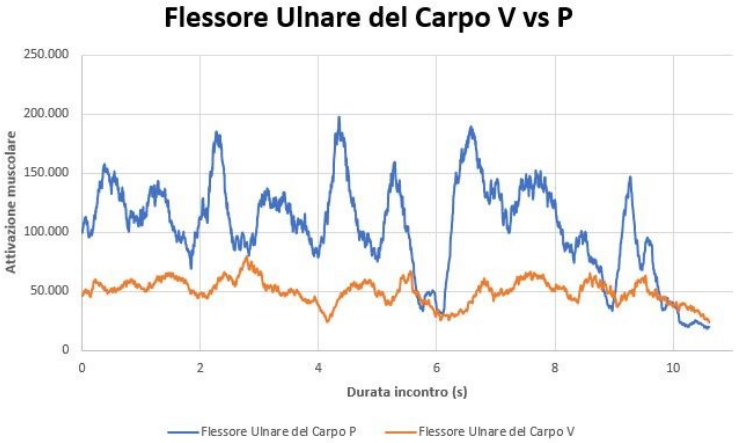


Figura 3.11: Flessore Ulnare del Carpo (V=vincitore; P=perdente).

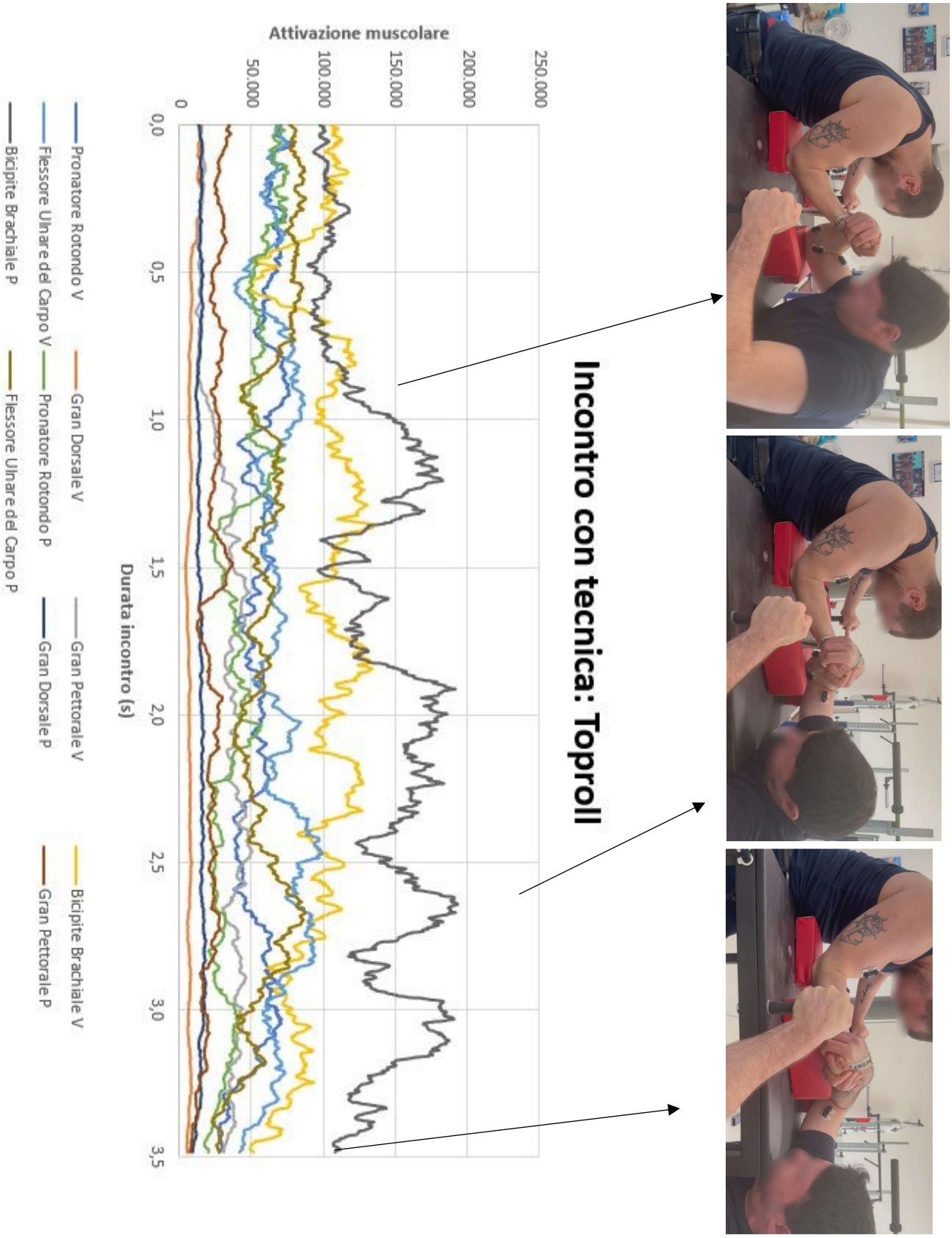


Figura 3.12: il grafico con le attivazioni muscolari. Figure 3.13, 3.14, 3.15: momenti salienti dell'incontro.

Figura 3.16: Pronatore Rotondo (V=vincitore; P=perdente).

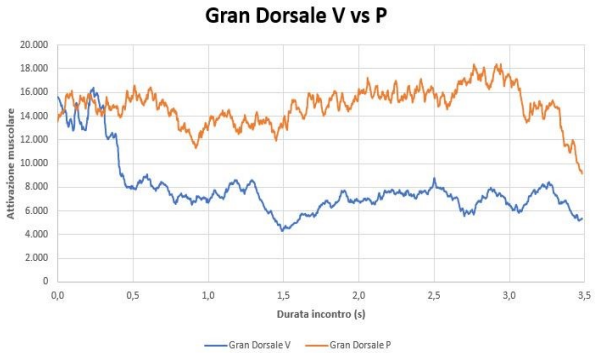


Figura 3.17: Gran Dorsale (V=vincitore; P=perdente).

Figura 3.18: Gran Pettorale (V=vincitore; P=perdente).

Figura 3.19: Bicipite Brachiale (V=vincitore; P=perdente).

Figura 3.20: Flessore Ulnare del Carpo (V=vincitore; P=perdente).

3.2.2 Analisi Statistica e risultati

Il test che ci ha permesso di cercare di evidenziare eventuali differenze significative nelle attivazioni elettromiografiche tra vincitori e perdenti degli incontri è il t di Student per campioni non appaiati.

Sono state calcolate media e deviazione standard di ciascun muscolo e sono state messe a confronto nel grafico 3.21.

Il software utilizzato durante l'analisi è JASP (versione 0.18.3.0), che ci ha permesso di rappresentare tramite istogrammi le differenze di attivazione muscolare tra i muscoli dei vincitori e quelli dei perdenti. (figure 3.22, 3.23, 3.24, 3.25, 3.26)

	Classificazione	Media	Dev. Stand.	p
Pronatore Rotondo	Vincitori	52.781	27.825	0.834
	Perdenti	55.004	36.418	
Gran Dorsale	Vincitori	15.305	8.507	0.549
	Perdenti	13.241	12.184	
Gran Pettorale	Vincitori	37.539	31.103	0.660
	Perdenti	33.103	30.587	
Bicipite Brachiale	Vincitori	67.181	32.291	0.064
	Perdenti	102.555	73.961	
Flessore Ulnare del Carpo	Vincitori	44.806	30.026	0.085
	Perdenti	72.909	62.255	

Figura 3.21: i dati calcolati con il t-test.

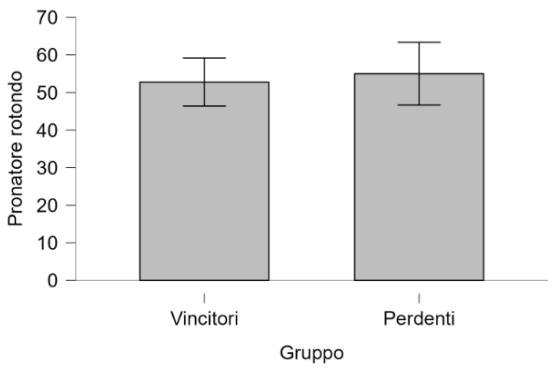


Figura 3.22: Pronatore Rotondo.

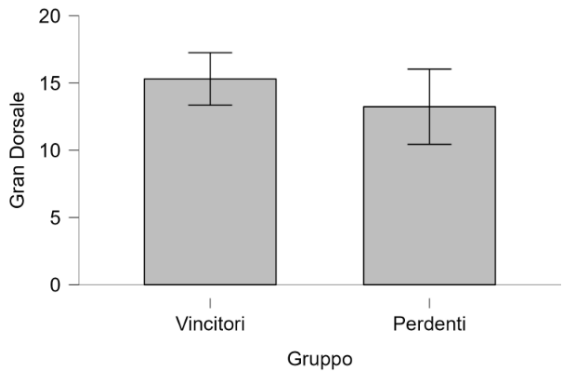


Figura 3.23: Gran Dorsale.

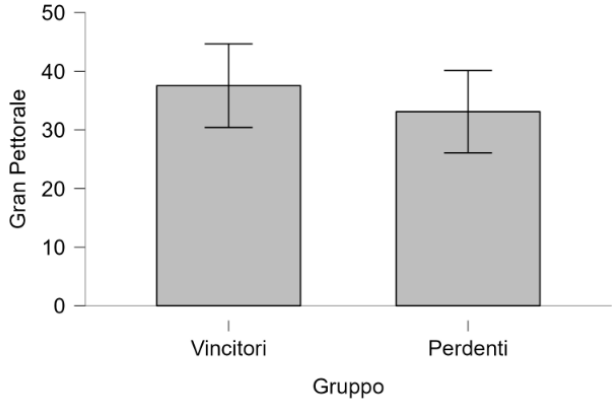


Figura 3.24: Gran Pettorale.

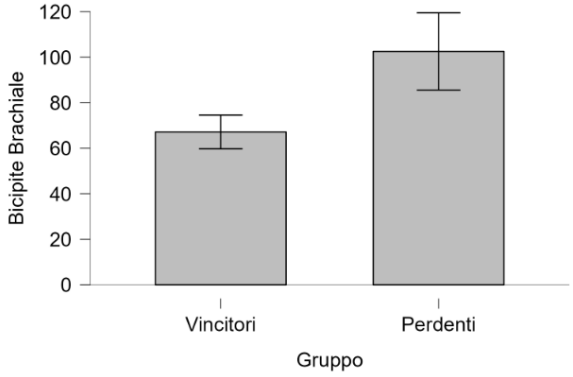


Figura 3.25: Bicipite Brachiale.

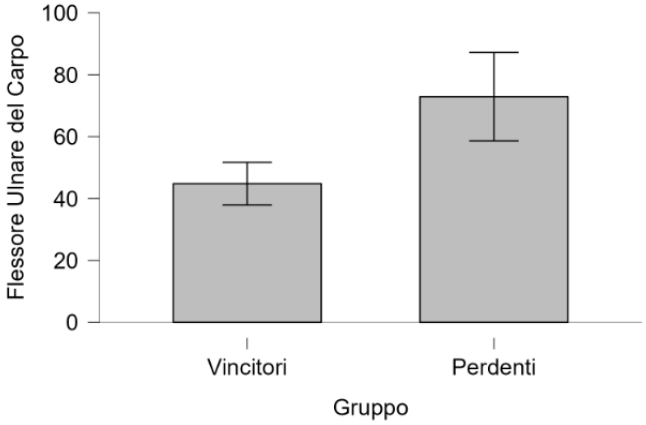


Figura 3.26: Flessore Ulnare del Carpo.

Confrontando le attivazioni muscolari dei vincitori con le rispettive dei perdenti non sono emerse differenze significative tali da poter confermare la presenza di un trend, ma solo una tendenza alla significatività per i muscoli Bicipite Brachiale e Flessore Ulnare del Carpo (figure 3.25 e 3.26).

Tramite i frame di inizio incontro e fine incontro, è stata calcolata la durata effettiva di ogni sfida ed è stata eseguito un altro t-test per campioni non appaiati che ci ha permesso di mettere a confronto gli incontri caratterizzati dalle due tecniche, per indagare un'eventuale influenza della tecnica sulla durata degli incontri (figura 3.27).

Tecnica	Durata media (s)	Deviazione Standard (s)	p
Toproll	1,868	1.078	<0.001
Gancio	8,777	4.545	

Figura 3.27: grafico durata media incontri.

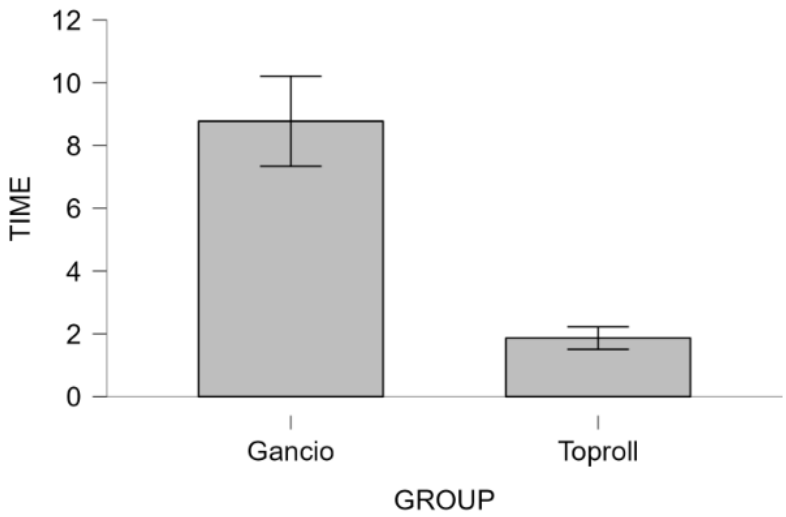


Figura 3.28: confronto durata media incontri con l'utilizzo delle due tecniche.

Come si può notare dalla figura 3.28, è stata riscontrata una durata significativamente maggiore da parte degli incontri caratterizzati dalla tecnica del gancio rispetto a quelli caratterizzati dalla tecnica del Toproll.

4. CONCLUSIONI

Questo studio ha avuto come obiettivo quello di indagare le differenze di attivazione elettromiografica durante degli incontri di Braccio di Ferro tra alcuni dei distretti muscolari maggiormente sollecitati e di eventuali discrepanze di attivazione degli stessi muscoli tra i vincitori e i perdenti degli incontri.

I risultati dello studio hanno evidenziato come non ci siano state differenze significative dell'attivazione media tra gli stessi muscoli tra vincitori e perdenti. È stata evidenziata solo una tendenza alla significatività dei muscoli Bicipite Brachiale e Flessore Ulnare del Carpo, supportando una teoria già ipotizzata dai praticanti della disciplina, ovvero che il Bicipite Brachiale del perdente tende ad attivarsi di più soprattutto negli ultimi istanti dell'incontro. Questo perché durante un incontro, l'obiettivo è quello di portare l'avversario in una posizione svantaggiosa, dove potrà utilizzare meno distretti muscolari e sarà quindi in grado di esprimere meno forza. Durante un incontro, il soggetto vincitore sarà in grado di utilizzare un numero maggiore di distretti muscolari come il Gran Dorsale e il Gran Pettorale, mentre il perdente dovrà, come ultima spiaggia, cercare in tutti i modi di evitare che il suo polso venga esteso: ciò consentirebbe all'avversario di poter applicare forza sulle dita, l'anello debole della catena cinetica; il muscolo responsabile di tale movimento è il Flessore Ulnare del Carpo. Allo stesso tempo, il Bicipite Brachiale sarà il muscolo che contrasterà la forza applicata dall'altro soggetto verso il Pin Pad e che cercherà di evitare che il suo avambraccio venga esteso.

Infine, è stato notato che gli incontri caratterizzati dall'utilizzo della tecnica del Toproll presentavano una durata minore rispetto a quelli caratterizzati dalla tecnica del gancio. Questa differenza può derivare dal fatto che, come descritto nel paragrafo 1.4.1, la tecnica del Toproll consiste nel cercare di estendere il polso dell'avversario, mettendolo così in una situazione in cui non è in grado di esprimere la stessa forza. La tecnica del gancio prevede invece l'utilizzo di un maggior numero di distretti muscolari e quindi una maggior possibilità, da parte dei due atleti, di utilizzare in modo alternato più distretti muscolari, prolungando perciò la durata dell'incontro.

Una delle affermazioni maggiormente consolidate nell'ambito del Braccio di Ferro è quella che il muscolo Pronatore Rotondo sia il più importante nel gesto per la sua duplice funzione durante un incontro: in fase offensiva, effettuando una pronazione della propria mano, permette di estendere il polso dell'avversario e guadagnare quindi un enorme vantaggio dato che, a polso esteso, la forza che si è in grado di esprimere è molto ridotta rispetto a quella che si esprime con il polso flesso; in fase difensiva, evita che la mano venga supinata dall'avversario, e la mantiene in posizione neutra, permettendo così un'espressione di forza maggiore.

5. BIBLIOGRAFIA

- Silva DC, Silva Z, Sousa Gda C, et al. Electromyographic evaluation of upper limb muscles involved in armwrestling sport simulation during dynamic and static conditions. *J Electromyogr Kinesiol*., 2009; 19(6):e448-e457

- Rainoldi A, Galardi G, Maderna L, Comi G, Lo Conte L, Merletti R. Repeatability of surface EMG variables during voluntary isometric contractions of the biceps brachii muscle. *J Electromyogr Kinesiol*. 1999;9(2):105-119

- O'Sullivan LW, Gallwey TJ. Upper-limb surface electro-myography at maximum supination and pronation torques: the effect of elbow and forearm angle. *J Electromyogr Kinesiol*. 2002;12(4):275-285.

- https://www.cometasystems.com/pico-emg/

- Gordon KD, Pardo RD, Johnson JA, King GJ, Miller TA. Electromyographic activity and strength during maximum isometric pronation and supination efforts in healthy adults. *J Orthop Res*. 2004;22(1):208-213.

- -Schünke M., Topografia e Funzione dell'Apparato Locomotore, 2016

- https://www.bracciodiferroitalia.it/

6. RINGRAZIAMENTI

Arrivato a questo traguardo della mia vita, ci tengo a fare dei ringraziamenti.

Ringrazio i partecipanti di questo studio, miei cari amici che, nonostante impegni scolastici e lavorativi, sono riusciti ad essere presenti, a mettere a disposizione il materiale e a collaborare per la realizzazione dello studio.

Ringrazio il professor Marcolin, per essere sempre stato disponibile e per la pazienza portata nei miei confronti. Ringrazio anche il dottor Rizzato per avermi guidato durante l'esecuzione dei test e per la sua disponibilità.

Ringrazio Beatrice, per esserci sempre stata e per avermi accompagnato durante questo percorso.

Ringrazio Nicola, che nel momento del bisogno, ha sempre fatto tutto il possibile per aiutarmi.

E infine ringrazio i miei genitori, che hanno permesso che io arrivassi fino a qui, che mi hanno sempre sostenuto in questi anni e non hanno mai smesso di credere in me.