



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Scienze Biomediche

Corso di Laurea Triennale in Scienze Motorie

Tesi di Laurea

**ATTIVAZIONE MUSCOLARE DEL CAVALIERE NELLA MONTA
INGLESE: CONFRONTO TRA LE ANDATURE DI PASSO, TROTTO E
GALOPPO.**

Relatore: Prof. Marcolin Giuseppe

Laureando: Galleazzo Eva

N° di matricola: 2009613

Anno Accademico 2022/2023

INDICE

RIASSUNTO:	2
1. INTRODUZIONE	5
1.1 Le origini dell'equitazione	5
1.2 L'equitazione inglese	9
1.3 Le andature del cavallo	13
1.3.1 Il passo	13
1.3.2 Il trotto	14
1.3.3 Il galoppo	15
1.4 L'assetto del cavaliere	17
1.5 La progressione didattica dell'assetto	18
1.6 Analisi della letteratura	19
1.7 Scopo dello studio	23
2. MATERIALI E METODI	27
2.1 Partecipanti	27
2.2 Strumentazioni	28
2.3 Protocollo sperimentale	30
3. ANALISI DEI DATI E RISULTATI	39
3.1 Analisi dei dati	39
3.2 Analisi statistica	44
3.3 Risultati	44
4. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI	49
5. BIBLIOGRAFIA	53
6. RINGRAZIAMENTI	

RIASSUNTO:

Background: Nell'equitazione l'assetto è fondamentale per una buona esecuzione degli esercizi. È un fattore oggettivo che determina quanto un cavaliere sia bravo nel montare a cavallo. Egli deve essere in grado di mantenere una buona stabilizzazione in sella, seguendo i movimenti del cavallo in maniera fluida, impartendo comandi alla cavalcatura in maniera precisa e con tempestività. Per insegnare ai novizi il corretto assetto, o per risolvere problematiche emerse in cavalieri già affermati, gli insegnanti fanno eseguire ai loro allievi le tre andature senza l'appoggio delle staffe. Che sia per scopo di didattico o risolutivo, rappresenta un comune denominatore in tutte le scuole di equitazione.

Scopo dello studio: Lo studio ha lo scopo di analizzare le attivazioni muscolari e le co-contrazioni dei cavalieri nella monta inglese, nelle tre andature del cavallo: passo trotto e galoppo, le prime due anche nella variante senza l'uso staffe.

Materiali e metodi: 8 cavalieri esperti, 7 femmine ed 1 maschio (media \pm DS: 28.5 \pm 10.21 anni; 1.68 \pm 0.06 m; 59.13 \pm 10.72 kg). Il protocollo sperimentale prevedeva l'applicazione di 8 sonde elettromiografiche, rispettivamente su: tibiale anteriore, gastrocnemio laterale, retto del femore, bicipite femorale, grande gluteo, retto dell'addome, obliquo esterno ed erettore spinale. I cavalieri dovevano eseguire 3 prove per andatura: passo, trotto, galoppo, passo senza staffe e trotto senza staffe. Tutte le andature sono state eseguite sedute lungo un

rettilineo di circa 40 m. Una sonda è stata applicata sull'arto anteriore del cavallo per l'identificazione del ciclo di ciascuna andatura. Durante le prove i soggetti sono stati video ripresi.

Un riscaldamento in sella di 5 minuti ha preceduto le prove.

Risultati: Le attivazioni muscolari medie dei muscoli analizzati hanno evidenziato delle differenze statisticamente significative nel confronto tra le andature. Globalmente, la maggior attivazione si è registrata nel galoppo, seguita dal trotto e dal passo. Le co-contrazioni di gamba, coscia e tronco invece, non hanno riportato differenze significative confrontando le cinque andature.

Conclusione: I risultati hanno dimostrato che al crescere della velocità del cavallo, l'impegno muscolare del cavaliere aumenta. Nel mantenimento della stabilità del corpo, i muscoli agonisti ed antagonisti considerati hanno evidenziato lo stesso rapporto in tutte le andature. Specificatamente, gli indici di co-contrazione di gamba, coscia e tronco non sono variati al variare dell'andatura.

1. INTRODUZIONE

1.1 Le origini dell'equitazione

Le prime testimonianze dell'addomesticamento e dell'addestramento dei cavalli selvatici risalgono all'impero ittita. Durante degli scavi archeologici, più precisamente nell'Anatolia centrale, vennero ritrovate delle tavolette in argilla risalenti al 1500-1400 a.C., su cui erano incise le istruzioni su come domare ed addestrare un cavallo in centottanta giorni.

Con il passare dei secoli queste pratiche si evolsero ed affinarono. Gli antichi greci noti per le loro invenzioni ed intuizioni, furono i padri delle attrezzature equestri tutt'ora usate. Non si sa se per ragionamento logico o per pura fortuna, scoprirono che inserendo una barra di metallo all'interno della bocca del cavallo, si riuscivano a controllare meglio velocità e direzione dell'animale.

Questi artefatti oggi vengono chiamate imboccature (Figura 1.1) (Figura 1.2) (Figura 1.3).

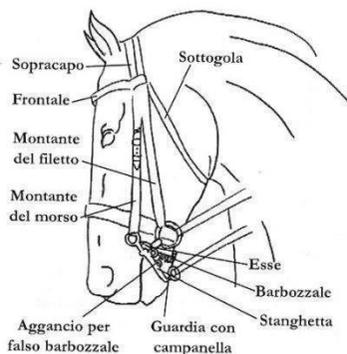


Figura 1.1 Struttura di una testiera

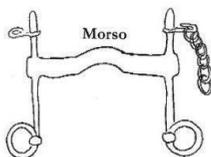


Figura 1.1 Morso

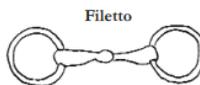


Figura 1.3 Filetto

Questa illuminazione permise di ottenere risultati egregi in meno tempo, compensando le allora scarse conoscenze sulla biomeccanica e sulla psicologia equina.

Altra bardatura molto importante è la sella. Inventata tra l'800 e il '700 a.C. in Iraq dagli assiri. Allora era una semplice gualdrappa di pelle di leopardo, con unica funzione quella di ammortizzare la seduta del cavaliere. Successivamente, sempre in oriente, si possono apprezzare i primi prototipi delle staffe. Con lo scopo di aiutare a mantenere l'equilibrio, assunsero le forme più svariate (Figura 1.1.4), fino ad arrivare alla struttura che oggi giorno siamo abituati a vedere (Figura 1.1.5).



Figura 1.4 Staffe giapponesi Abumi del '300



Figura 1.5 Staffe moderne

L'equitazione nacque inizialmente con scopi bellici. Ci si accorse che sopra un cavallo si era più forti sul campo di battaglia, grazie alla stazza dell'animale, alla sua velocità ed impavidità. Nel Medioevo vennero organizzati i primi eventi equestri, le giostre. Servivano per allenare i guerrieri ad attaccare gli avversari anch'essi a cavallo. Risultato collaterale fu l'apprezzamento del pubblico. Si capì che l'equitazione poteva avere due facce, una bellica,

e una più spettacolare. I nobili si interessarono a queste attività sempre più, sicché sorsero le prime scuole di equitazione ed insieme a queste, nacque la bella equitazione. Durante il Rinascimento si posarono le basi vere e proprie del lavoro in piano, del dressage e dell'alta scuola. Personaggi illustri caratterizzarono questo periodo, tanto da essere studiati tuttora. L'Italia fiorì, con l'Accademia di Napoli rivestì un ruolo centrale, se non fondamentale per tutta l'equitazione a venire. Sorsero le più prestigiose scuole, copiando quella italiana, ancor oggi attive: a Saumur in Francia e a Vienna in Austria.

Proseguendo coi secoli, l'Italia rimase una guida. Il generale Federigo Caprilli rivoluzionò il modo di saltare. Si può dire che inventò il moderno cross country e il moderno salto ostacoli. L'assetto sul salto, prima disteso indietro (Figura 1.6) si rovesciò in favore di uno in avanti (Figura 1.7).



Figura 1.6 Il salto precapriiliano



Figura 1.7 Federigo Caprilli

I risultati prestazionali furono esemplari, tanto da consentire l'organizzazione dei primi concorsi di salto ostacoli e cross, come sono intesi oggi.

Nel '900 con la fondazione della Federazione Equestre Internazionale, l'equitazione venne inserita nel programma dei Giochi Olimpici.

1.2 L'equitazione inglese

Nella rosa delle competizioni olimpiche sono inserite solo le discipline della monta inglese. Questa deriva direttamente dalla scuola militare, dove le prestazioni del binomio erano fondamentali. Si differenzia dall'altro principale tipo di monta, l'americana. Quest'ultima nasce dal lavoro col bestiame, nelle fattorie e nei ranch. Vengono utilizzati cavalli morfologicamente diversi, attrezzature e comandi differenti. La monta inglese, infatti, viene altresì chiamata monta militare, mentre l'americana monta da

lavoro. Balza all'occhio la sella completamente diversa. L'inglese è piccola, meno pesante (si aggira sui dieci chili), l'arcione è liscio, le staffe sono ridotte ed il seggio meno ampio (Figura 1.8). La sella americana è più grande, più pesante (può arrivare a venti chili), ha il pomolo, la staffatura è importante ed il seggio è ampio e contenitivo (Figura 1.9).



Figura 1.8 Sella inglese



Figura 1.9 Sella americana

Il primo tipo è studiato per prestazioni di breve periodo, il cavallo deve riuscire ad esprimere una buona elevazione sui salti, di conseguenza, non può essere intralciato da una bardatura troppo pesante. Tutto ciò a discapito della stabilità del cavaliere, il quale si ritrova ad avere meno superficie di contatto con l'animale. Il secondo tipo è funzionale alla lunga durata. Il lavoro col bestiame

richiedeva ore in sella, risulta quindi più comoda per il cavaliere, il peso viene distribuito sul dorso del cavallo in maniera più omogenea.

Le discipline che prendono parte ai Giochi Olimpici sono: dressage, salto ostacoli, cross country e completo.

La prima ha come obiettivo l'armonia del binomio, il controllo e la leggerezza. L'esecuzione di una sequenza di esercizi che deve risultare bella, elegante ed espressiva, una danza, che in alcune categorie viene accompagnata da un sottofondo musicale (Figura 1.10).



Figura 1.10 Dressage

Nella seconda lo scopo è di concludere un percorso netto composto da ostacoli di diverso tipo, più specificatamente si focalizza sull'elevazione più che sul salto in lungo (Figura 1.11).



Figura 1.11 Salto ostacoli

La terza disciplina è sorella del salto, si svolge però in aperta campagna, gli ostacoli sono fissi e composti da elementi naturali come tronchi e fossati (Figura 1.12).



Figura 1.12 Cross country

L'ultima specialità è forse la più complessa. Lo stesso binomio deve affrontare, in giornate diverse, tutte e tre le prove elencate prima. Una specie di triathlon a cavallo. Nelle prime edizioni dei Giochi venivano disputate altre competizioni come: salto in lungo, attacchi e volteggio.

1.3 Le andature del cavallo

Il cavallo comune possiede tre andature: passo, trotto e galoppo. Fanno eccezione a questa regola alcune razze, molto particolari, che performano delle andature supplementari. La razza islandese ne possiede due aggiunte: il tölt, un ambio diviso in quattro tempi, dove almeno uno zoccolo è in appoggio sul terreno, molto veloce e lineare, e lo skeid, un ambio a due tempi anch'esso estremamente veloce. Il Tennessee Walking Horse esibisce una specie di tölt, elevando molto gli arti. Il Paso Fino invece performa il classic fino ed il paso corto, dei tipi di passo dalla cadenza molto elevata.

1.3.1 Il passo

L'andatura più lenta degli equidi è il passo. Anzitutto è simmetrica, basculata, energicamente poco dispendiosa, raggiunge i 5/ 7 km/h e si compone di quattro tempi, in sequenza: anteriore destro, posteriore sinistro, anteriore sinistro e posteriore destro. Non prevede una fase di volo,

difatti almeno due zoccoli sono in contatto col suolo (Figura 1.13).

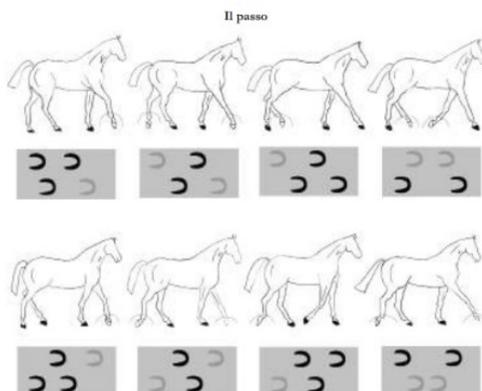


Figura 1.13 Il passo

1.3.2 Il trotto

Il trotto, più veloce rispetto al passo, è un'andatura saltata e diagonalizzata, con un delta di velocità molto ampio in base al tipo di cavallo che lo esegue. I cavalli comuni raggiungono i 10/ 12 km/h, ma i cavalli da trotto, i trottori, selezionati per avere quest'andatura estremamente veloce con scopo competitivo, raggiungono i 55 km/h. Gli appoggi sono diagonali, quindi: anteriore dentro e posteriore sinistro insieme, anteriore sinistro e posteriore destro anch'essi accoppiati. Nel passaggio da un

diagonale all'altro può esserci una fase di volo, risultando una sequenza di balzi (Figura 1.14).

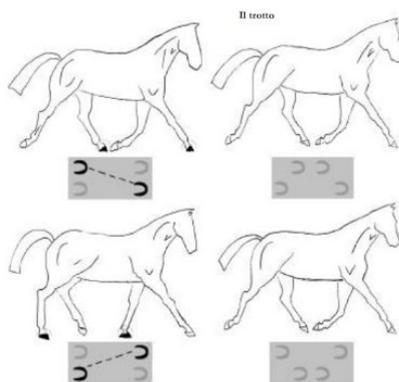


Figura 1.14 Il trotto

1.3.3 Il galoppo

Il galoppo è l'andatura più veloce del cavallo. È saltata, basculata, diagonalizzata, a tre o quattro tempi. Si divide in destro e sinistro a seconda del diagonale dominante, ovvero, l'arto anteriore che avanza maggiormente determina la lateralità. Esso funge, insieme al posteriore opposto, da timone, mentre l'altro paio serve come propulsore principale. La sequenza di un galoppo destro prevede: posteriore sinistro, posteriore destro insieme

all'anteriore sinistro, anteriore destro, sospensione (Figura 1.15).

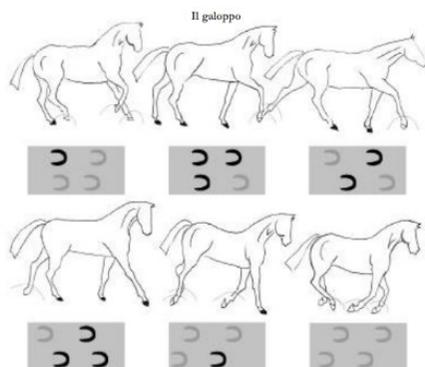


Figura 1.15 Il galoppo

Per l'altro lato, il galoppo sinistro, la consecutività è la stessa ma con lateralità speculare. Questa appena descritta, eseguita a velocità più basse, viene definita dagli inglesi canter. All'aumentare della velocità la lunghezza delle falcate aumenta, consentendo quattro appoggi distinti. Il diagonale timone si spezza in due dando vita al galop, caratterizzato dai quattro tempi più la fase di volo. La velocità dell'andatura e il passaggio da canter a galop, possono variare da razza a razza, ovvero, un cavallo comune raggiunge i 30 km/h con il secondo tipo, mentre una razza selezionata per le alte velocità, come il Purosangue inglese, riesce a sostenere la stessa velocità con un canter, raggiungendo al galop anche i 70 km/h. Un

punto ambiguo a riguardo sono le velocità molto basse. Raccorciando la lunghezza tra gli appoggi e diminuendo la frequenza, inevitabilmente ne risulta un'andatura a quattro tempi. Alcuni accettano questa variante, definendola una semplice conseguenza biomeccanica data dalla scarsa velocità, altri al contrario, promuovono l'idea che sia un errore dovuto ad una carenza muscolare del cavallo.

1.4 L'assetto del cavaliere

L'assetto nell'equitazione è fondamentale, essenziale. Solo il cavaliere che possiede una buona posizione in sella può ottenere dal cavallo un lavoro corretto. Ben seduti con le gambe distese, aderenti al cavallo ma senza serrarlo. Il cavaliere deve essere elastico e formare un tutt'uno con la cavalcatura. Le mani non devono mai tirare le redini per mantenere l'equilibrio. La persona deve posizionarsi in sella facendo combaciare l'asse verticale del suo baricentro, con quello del cavallo. I femorali in leggera extra-rotazione, i piedi non paralleli al ventre dell'animale, ma piazzati sulle staffe con la stessa obliquità di quando si cammina. I talloni devono essere più bassi della punta del piede, ma non esageratamente, altrimenti si rischierebbe di contrarre eccessivamente la muscolatura. Si deve formare,

sul piano sagittale, una linea verticale passante per: capo, anca e tallone. L'obiettivo è creare un'unica figura col cavallo, sembrare quasi di montare senza alcuno sforzo, diventando un unico essere armonioso.

1.5 La progressione didattica dell'assetto

Le soluzioni didattiche per acquisire un buon assetto sono molteplici. Dipende da caso a caso, da carenza a carenza. La posizione degli arti inferiori può essere allenata modificando la lunghezza della staffatura. Le staffe, indipendentemente dal tipo di sella, possono essere allungate o accorciate. Solitamente per i principianti si adotta una lunghezza medio corta, che dà più sicurezza in sella ed aiuta a sentire bene l'appoggio sui piedi, così da favorire il caricamento del peso sui talloni. Man mano che l'allievo diviene sicuro, si possono allungare ad una lunghezza consona. Nel caso emergano problematiche, come per esempio la poca sensibilità ai movimenti prodotti dal cavallo in corsa, o semplicemente come esercizio, si possono togliere gli appoggi sulle staffe. Esse assicurano al cavaliere un punto di ancoraggio per mantenersi in sella. La loro funzione è quella di bloccare e stabilizzare l'arto inferiore della persona. Levandole la seduta risulta molto

più instabile e difficoltosa da mantenere nel tempo, il cavaliere irrigidirà di conseguenza tutta la muscolatura utilizzata, risultando in uno scarso, se non nullo per i principianti, controllo dell'animale. Come detto in precedenza, per subire meno perturbazioni possibili, è necessario allineare il proprio asse verticale con quello del cavallo. Questa convergenza viene meno, soprattutto nella persona novizia, se si viene agevolati dall'uso di artifici come le staffe, che facilitano l'esecuzione dei movimenti. L'obiettivo di questa pratica è quello di aumentare la propriocezione e l'esterocezione del cavaliere, insegnandogli a ricercare quella posizione più funzionale e comoda, coincidente con l'allineamento dei baricentri. Egli ascolterà di più il corpo del cavallo, imparando ad anticiparlo con tempestività e a governarlo con maggiore precisione. L'assetto in sella risulterà oltre che prestazionalmente vantaggioso, esteticamente superiore.

1.6 Analisi della letteratura

La letteratura scientifica che ha come oggetto l'analisi della postura e l'attivazione muscolare del cavaliere nelle diverse andature del cavallo, non è molta. Gli ambiti di studio principali sono quello medico e quello sportivo: dal

trattamento di persone con patologie, anche croniche, all'analisi prestativa dei cavalieri. In campo medico si è notato che il movimento oscillatorio, ritmico e ripetitivo del cavallo, aiuta le persone con disabilità a rilassare la muscolatura, soprattutto quella dell'arto inferiore, donando sollievo fisico e mentale. Utilizzando il supporto delle staffe, si è notato un rilassamento dei tendini del compartimento posteriore della gamba, mentre l'assenza del loro appoggio, favorisce il rilascio della muscolatura nella stessa zona. Aumenta la propriocezione della seduta, migliorando l'equilibrio, il tono muscolare generale e la flessibilità (Baik et al., 2014). I benefici che questo sport porta sono stati testati anche in anziani affetti da osteoartrite al ginocchio. La combinazione tra la diminuzione delle asimmetrie e gli effetti positivi prima descritti ha portato ad un miglioramento ed alleviamento dei sintomi della patologia (Kim et al., 2017). Si è notato però che molti professionisti accusano dolori alla zona lombare, causati forse proprio dalle asimmetrie. Il reiterarsi di gesti unilaterali fa sì che si formino dei punti di tensione mio-fasciali, che sfociano in dolori localizzati alla colonna (Greve et al., 2013), correlati soprattutto ad

angoli articolari, quali caviglia, ginocchio ed anca, troppo chiusi mentre si monta (Cejudo et al., 2020). Atleti agonisti di alto livello hanno però dimostrato di non avere asimmetrie importanti; quindi, si può dedurre, che questa caratteristica possa essere uno spartiacque tra un atleta prestazionalmente qualitativo ed uno no (Demarie et al., 2022). I cavalieri esperti mantengono una contrazione del core costante, con lo scopo di creare un assetto indipendente: tutti i segmenti degli arti devono muoversi singolarmente, mantenendo la pelvi più stabile possibile sulla sella (Wilkins et al., 2022). Al contrario i neofiti utilizzano tutto il corpo per bilanciarsi e impartire i comandi al cavallo (Elmeua González et al., 2020; Hwang et al., 2021), risultando in un ritardo nella risposta ai movimenti del dorso dell'animale, producendo una prestazione più scadente (Elmeua et al., 2021). Per aiutare ad apprendere una buona posizione in sella, si è provato ad escludere l'uso delle braccia per mantenere l'equilibrio, evidenziando una maggiore attivazione degli arti inferiori, impegnando di più il sistema propriocettivo (Park et al., 2015). Si è provato a comparare l'uso di un simulatore e un equino vero. È emerso che l'animale crea delle

circostanze differenti per le quali: l'allineamento tra i segmenti è migliore e la mobilità delle articolazioni pelviche è maggiore. Si è ipotizzato che queste condizioni derivino dalle naturali variazioni di velocità del cavallo, non possibili con un simulatore. (Funakoshi et al., 2018). Nei test sul controllo posturale e sull'equilibrio, le persone che vanno a cavallo si sono dimostrate superiori rispetto ai non cavalieri, soprattutto in caso di perturbazioni in direzione mediolaterale (Olivier et al., 2019). I primi sono meno dipendenti dal senso della vista, affidandosi maggiormente al sistema vestibolare e propriocettivo (Olivier et al., 2017). Dimostrano inoltre di avere discreti livelli di fitness generale. I test isocinetici evidenziano dei maggiori livelli di forza eccentrica, specificatamente dei quadricipiti femorali e degli ischiocrurali, una buona contrazione concentrica sempre a carico degli hamstrings, rispetto alla popolazione media (Alfredson et al., 1998). Nei test che valutavano l'endurance, i livelli di lattato e il VO₂MAX, i cavalieri hanno avuto risultati nella media o superiori rispetto alla popolazione (Sung et al., 2015.), soprattutto gli atleti le cui discipline richiedono un impegno metabolico più elevato, come il salto ostacoli o il

cross country. Energeticamente più dispendiosi rispetto alle altre discipline equestri, a causa della posizione in sella in sospensione, che caratterizza il modello prestativo sport specifico (De Cocq et al., 2013; Douglas et al., 2012).

1.7 Scopo dello studio

In letteratura sono stati osservati gli effetti dell'equitazione in persone disabili e/o affette da patologie croniche, le dicotomie tra cavalieri neofiti ed esperti, i livelli di fitness generale tra atleti equestri e no, quali caratteristiche contraddistinguono un atleta vincente da uno mediocre, le loro analisi prestative, le differenze tra un cavallo vero e un simulatore. Non ci si è mai soffermati sull'attivazione muscolare del cavaliere alle tre andature sedute e sull'uso o meno delle staffe. Lo scopo dello studio è, come primo punto, quello di analizzare l'attivazione muscolare degli arti inferiori e del busto del cavaliere alle tre velocità utilizzando le staffe, per poi confrontarle tra loro. Come secondo punto si è voluto evidenziare quali fossero le similitudini e le differenze nell'utilizzo o meno della staffatura, al passo e al trotto, per valutare quanto gli esercizi proposti dagli istruttori per migliorare l'assetto

degli allievi, siano effettivamente impattanti sulla muscolatura di quest'ultimi.

Svolgendo le tre andature sedute si è potuto compararle con più precisione, questo permette inoltre un confronto più esaustivo nel caso le staffe vengano rimosse, dato che questi esercizi sono pensati per essere eseguiti seduti. Sia al passo, che al trotto, che al galoppo il cavaliere può rimanere con la seduta aderente al seggio altrimenti può stare in sospensione. Solo il secondo può essere battuto: la sua natura, simmetrica e saltata, permette alla persona di alzarsi sulla sella nel primo tempo e di sedersi nel secondo. Rimanendo aderenti seguire i movimenti del cavallo risulta più facile, c'è un maggior controllo sulla direzione e sulla regolarità delle falcate. La pratica di togliere le staffe viene proposta come progressione didattica, o come soluzione per alcune problematiche di assetto in tutte le scuole di equitazione. Si ritiene che rendendo la seduta instabile e scomoda, l'allievo debba trovare quella posizione che gli permetta di gestire la cavalcatura, in maniera agile e pratica, senza troppe perturbazioni. La seduta corretta che egli deve ricercare corrisponde alla proiezione verticale del baricentro del cavallo, posto sotto la sella, caratterizzato da

poche sollecitazioni. Egli deve allineare il più possibile il proprio asse sagittale con quello verticale dell'animale. Facendo ciò anche la fatica muscolare e il dispendio energetico vengono meno, non si ha quindi necessità di aggrapparsi con forza al torace del cavallo; ne risulta per cui un'esecuzione più fluida ed armonica, esteticamente e prestazionalmente qualitativa.

Per valutare la reale efficacia di questi esercizi si è deciso di utilizzare l'elettromiografia di superficie, una tecnica che permette di osservare quanto i muscoli persi in esame si contraggono durante l'esecuzione delle tre andature, con e senza appoggio dei piedi. Sono stati selezionati ed analizzati per questo studio i principali muscoli degli arti inferiori e del tronco: gastrocnemio laterale, tibiale anteriore, retto del femore, bicipite femorale, grande gluteo, retto dell'addome, obliquo esterno ed erettore spinale.

2. MATERIALI E METODI

2.1 Partecipanti

Hanno preso parte allo studio 8 soggetti sani (7 femmine e 1 maschio), di età compresa tra i 20 e i 50 anni (28.5 ± 10.21 anni). I criteri di inclusione comprendevano: avere un'esperienza equestre tale da riuscire a gestire agevolmente un cavallo, saper montare eseguendo tutte e tre le andature, con e senza staffe, riuscendo a regolarne le velocità.

Partecipanti	Età	Altezza (m)	Peso (Kg)
S1	21	1.69	59
S2	21	1.68	50
S3	21	1.7	52
S4	34	1.73	75
S5	50	1.78	74
S6	32	1.62	62
S7	28	1.6	46
S8	21	1.66	55
Media \pm DS	28,5 \pm 10,21	1,68 \pm 0,06	59,13 \pm 10,72

Tabella 2.1 Caratteristiche antropometriche dei partecipanti

I partecipanti prima di aderire al progetto di ricerca sono stati informati circa le modalità e lo scopo dello studio, ed è stato fatto firmare un consenso informato.

2.2 Strumentazioni

Si è andato ad osservare, grazie all'elettromiografia, l'attivazione muscolare utilizzando dei sensori wireless (Pico EMG, COMETA). Questi hanno il vantaggio di essere applicati ai soggetti e di non necessitare di cavi di collegamento, che potrebbero essere limitanti nell'esecuzione dei gesti motori. Le 8 sonde utilizzate per ciascun partecipante sono state posizionate sui ventri muscolari dei specifici muscoli, mediante degli elettrodi pre-gellati di diametro 24 mm, inseriti su degli appositi supporti a clip (Figura 2.1).



Figura 2.1 Sonda Pico EMG, COMETA

Le sonde inoltre sono dotate di un amplificatore integrato. I dati sull'accelerazione dell'arto del cavallo sono stati acquisiti applicando una sonda, uguale a quelle precedentemente descritte, su una stinchiera tipo inglese (Carbon Gel Vento, Veredus) (Figura 2.2).



Figura 2.2 Stinchiera Carbon Gel Vento Veredus

La sella utilizzata è anch'essa per monta inglese, specifica per il dressage, di misura 17,5" (Isabell Werth Dressage, Wintec) (Figura 2.3).



Figura 2.3 Sella Isabell Werth Dressage, Wintec

2.3 Protocollo sperimentale

Lo studio è stato condotto presso il New Centro Ippico Antistress, a Piazzola sul Brenta (PD).

Gli elettrodi sono stati applicati sui ventri muscolari dei soggetti seguendo le linee guida internazionali (<http://www.seniam.org/>), previa pulizia e preparazione della cute. I siti di applicazione sono stati depilati, il grasso cutaneo è stato rimosso utilizzando dell'alcool, per migliorare la qualità del segnale diminuendo l'impedenza dello stesso. I soggetti sono stati posizionati in decubito prono, supino e stanti, in base alla locazione del muscolo oggetto.

Le linee guida per l'applicazione degli elettrodi su ogni ventre muscolare prevedono:

1. Tibiale anteriore: la sonda deve essere posizionata nel 1/3 prossimale della linea che congiunge la testa della fibula con il malleolo mediale. L'orientamento degli elettrodi è parallelo alla direzione delle fibre. I test funzionali per identificare il ventre muscolare del tibiale anteriore sono la dorsi-flessione di caviglia;

2. Gastrocnemio laterale: la sonda deve essere posizionata nel 1/3 prossimale della linea che congiunge la testa della fibula e il calcagno. L'orientamento degli elettrodi è parallelo alla direzione delle fibre. I test funzionali per identificare il ventre muscolare del gastrocnemio laterale sono la pianta-flessione di caviglia;
3. Retto del femore: la sonda deve essere posizionata al 50% della linea che congiunge la spina iliaca superiore anteriore e il margine superiore della patella. L'orientamento degli elettrodi è parallelo alla direzione delle fibre. I test funzionali per identificare il ventre muscolare del retto del femore sono l'estensione di ginocchio;
4. Bicipite femorale: la sonda deve essere posizionata al 50% della linea che congiunge la tuberosità ischiatica e l'epicondilo laterale della tibia. L'orientamento degli elettrodi è parallelo alla direzione delle fibre. I test funzionali per identificare il ventre muscolare del bicipite femorale sono la flessione di ginocchio;

5. Grande gluteo: la sonda deve essere posizionata al 50% della linea che congiunge le vertebre sacrali e il grande trocantere. L'orientamento degli elettrodi è parallelo alla direzione delle fibre, più precisamente inclinata verso la spina iliaca posteriore superiore. I test funzionali per identificare il ventre muscolare del grande gluteo sono l'estensione dell'anca ad arto teso;
6. Retto dell'addome: la sonda deve essere posizionata lungo la linea di azione delle fibre muscolari, più precisamente 2 cm lateralmente e caudalmente all'ombelico. I test funzionali per identificare il ventre muscolare del retto dell'addome sono la flessione del busto sul bacino;
7. Obliquo esterno: la sonda deve essere applicata al 50% della linea che congiunge l'ultima costa e la spina iliaca anteriore superiore. L'orientamento degli elettrodi è parallelo alla direzione delle fibre, più precisamente inclinata in direzione del pube. I test funzionali per identificare il ventre muscolare dell'obliquo esterno sono la flessione laterale del busto del bacino e la rotazione del tronco;

8. Erettore spinale: la sonda deve essere posizionata 2 dita lateralmente il processo spinoso della vertebra L1. L'orientamento degli elettrodi è parallelo alla direzione delle fibre. I test funzionali per identificare il ventre muscolare dell'ereettore spinale sono l'estensione del busto.

Le 8 sonde sono state posizionate solo sul lato destro del corpo (Figura 2.4)

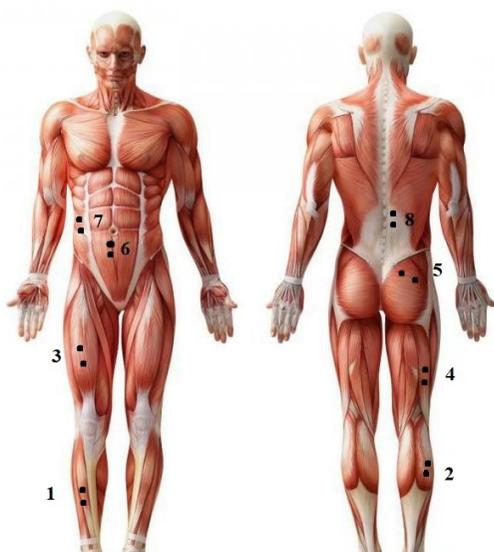


Figura 2.4 Posizionamento delle sonde numerate

Ai soggetti è stato chiesto di contrarre i singoli muscoli per verificare il corretto posizionamento della sonda mediante

un'ispezione visiva del segnale elettromiografico grezzo a monitor. Successivamente si è applicato del kinesio tape per evitare che durante l'esperimento gli elettrodi si staccassero e per ridurre gli artefatti del segnale elettromiografico dovuti al movimento delle sonde (Figura 2.5) (Figura 2.6).



Figura 2.5 Posizionamento delle sonde sui soggetti



Figura 2.6 Posizionamento delle sonde sui soggetti con il kinesio tape

Una sonda è stata posizionata sulla faccia laterale del metacarpo dell'arto anteriore destro del cavallo (Figura 2.7), utilizzando degli elettrodi pre-gellati e del cellophane, il tutto assicurato con dello scotch, per evitare che la polvere entrasse a contatto con la sonda (Figura 2.8).



Figura 2.7 Posizionamento della sonda sulla stinchi



Figura 2.8 Rivestimento della sonda con il cellophane

Ai partecipanti è stato chiesto di indossare un vestiario comodo e non tecnico per l'equitazione. L'abbigliamento equestre essendo attillato avrebbe creato problemi con l'applicazione dei sensori. Il soggetto è stato fatto salire sul cavallo e si è verificato che nessuna sonda interferisse con i movimenti, o recasse disturbo al cavaliere poggiando sulla sella; infine, si è controllato che tutte le sonde funzionassero correttamente (Figura 2.9).



Figura 2.9 Soggetto in sella al cavallo

Successivamente ci si è recati alla zona prova dove ogni partecipante ha svolto un riscaldamento base, della durata di circa 5 minuti, con lo scopo di far ambientare il cavallo con gli spazi di lavoro e preparare il fisico di entrambi per le successive prove. Il protocollo prevedeva di percorrere un rettilineo di 40 m in terra battuta. Sono state eseguite prima le tre andature poggiando i piedi nelle staffe e successivamente, senza l'uso di queste, il passo e il trotto, escludendo il galoppo. Per ogni andatura erano previsti tre rettilinei, sia in andata che in ritorno, con un tempo di recupero di 1 minuto. Ogni tragitto è stato filmato. Nel caso l'andatura non veniva eseguita correttamente si ripeteva la prova errata. I dati sono stati acquisiti singolarmente per ogni rettilineo, in modo da verificare, durante il recupero, che le sonde funzionassero

correttamente e che fossero rimaste correttamente in sede.
Tutta la procedura è durata circa 1 ora per ogni soggetto.

3. ANALISI DEI DATI E RISULTATI

3.1 Analisi dei dati

L'analisi è stata svolta sincronizzando i segnali dell'accelerometro con i dati elettromiografici e i file video grazie all'utilizzo di un trigger. A partire dal segnale dell'accelerometro lungo la direzione Y (verticale), si è individuato un pattern ripetitivo per ogni andatura, per identificare l'inizio e la fine di un ciclo dell'andatura stessa. Per il passo e per il trotto l'inizio del ciclo corrispondeva alla fase di hoof-off (Figura 3.1), ovvero il momento in cui zoccolo con la sonda si stacca dal suolo. Per il galoppo invece, l'istante più facilmente

identificabile corrispondeva con l'hoof-on (Figura 3.2), ovvero quando il piede del cavallo appoggia a terra.



Figura 3.1 Istante di inizio e fine del ciclo del passo e del trotto: hoof-off

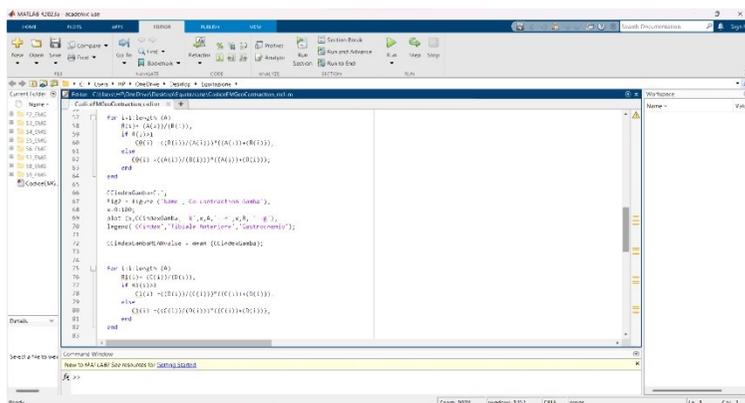


Figura 3.2 Istante di inizio e fine del ciclo del galoppo: hoof-on

È stata presa in esame una sequenza di 10 passi consecutivi per ogni andatura. La fase di accelerazione iniziale del cavallo è stata scartata, escludendo i primi (5 cicli per il passo e i primi 3 per il trotto ed il galoppo) Il segnale

sonda applicata alla gamba del cavallo, e l'attivazione media dello stesso.

I segnali dei cicli medi normalizzati sono stati invece esportati ed elaborati con il software Matlab (Matlab R2023a) (Figura 3.4),



erettore spinale per il tronco. La formula applicata alle coppie di segnali è la seguente (Rudolph et al, 2000):

$$(EMG_S / EMG_L) \times (EMG_S + EMG_L)$$

In (figura 3.5 si riporta) un esempio del grafico ottenuto.

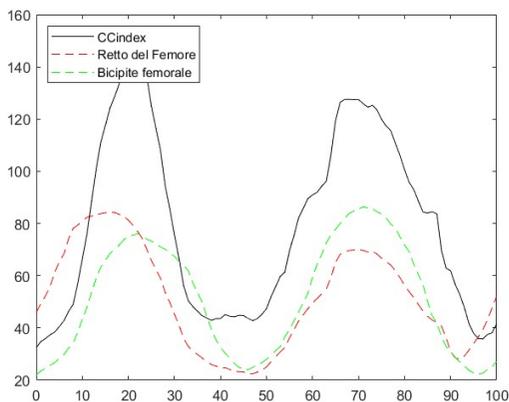


Figura 3.5 Esempio di un grafico rappresentante la co-contrazione della coscia di un soggetto al trotto

Relativo all'indice di co-contrazione della coscia durante il trotto.

3.2 Analisi statistica

Per analizzare le variabili oggetto di studio è stata utilizzata l'analisi della varianza (ANOVA) per misure ripetute. Il software utilizzato è JASP (versione 0.17.2.1.). Le variabili indipendenti sono state le andature (passo, trotto, galoppo, passo senza staffe e trotto senza staffe) e quelle dipendenti le attivazioni muscolari medie ed il valore di co-contrazione. Il livello di significatività è stato fissato al $p < 0.05$.

3.3 Risultati

Confrontando le attivazioni muscolari nelle cinque andature sono emerse delle differenze statisticamente significative considerando il tibiale anteriore ($p < 0.001$), il gastrocnemio laterale ($p = 0.015$), il retto femorale ($p < 0.01$), il bicipite femorale ($p < 0.05$), il grande gluteo ($p < 0.001$), il retto dell'addome ($p < 0.001$), l'obliquo esterno ($p < 0.05$) e l'ereettore spinale ($p < 0.005$). Nelle figure sottostanti si riportano graficamente i risultati dell'analisi post hoc di Bonferroni.

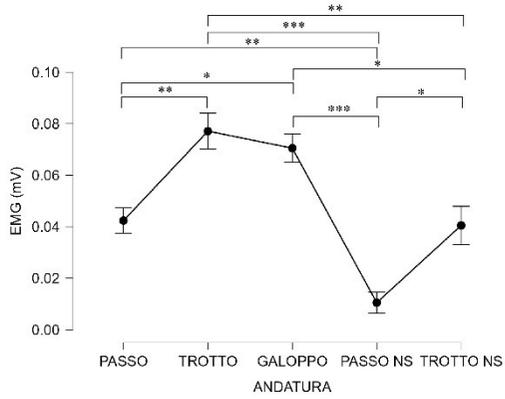


Figura 3.6 Tibiale anteriore

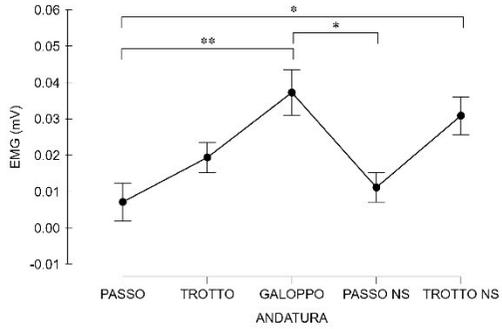


Figura 3.7 Gastrocnemio laterale

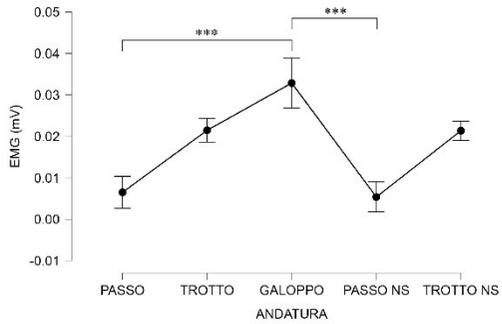


Figura 3.8 Retto del femore

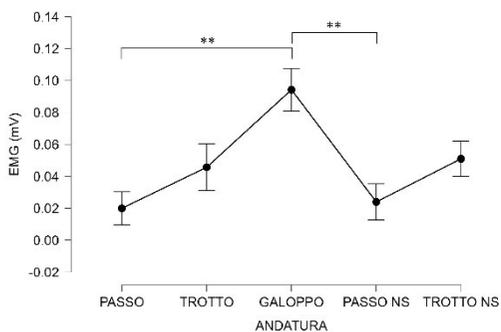


Figura 3.9 Bicipite femorale

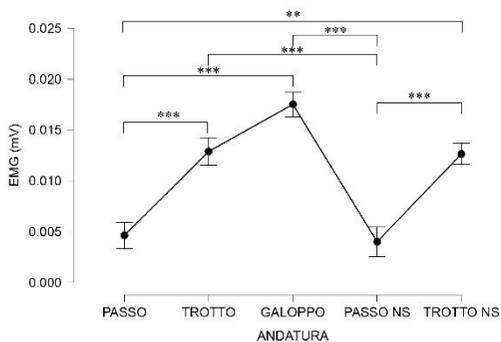


Figura 3.10 Grande gluteo

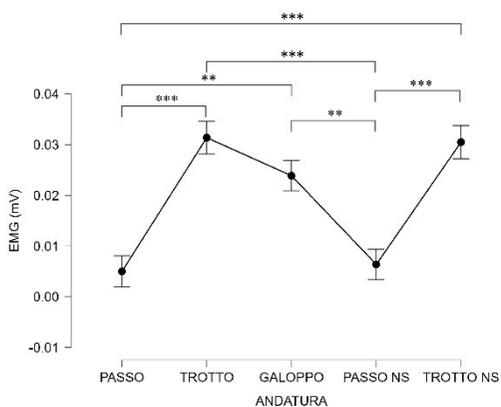


Figura 3.11 Retto dell'addome

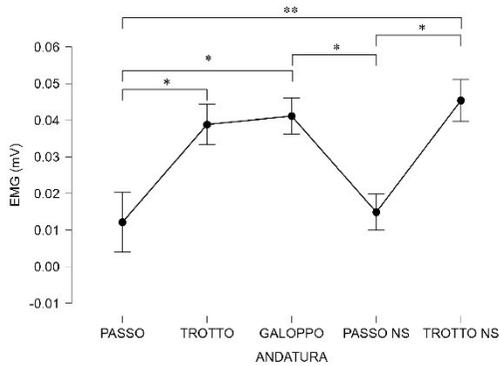


Figura 3.12 Obliquo esterno

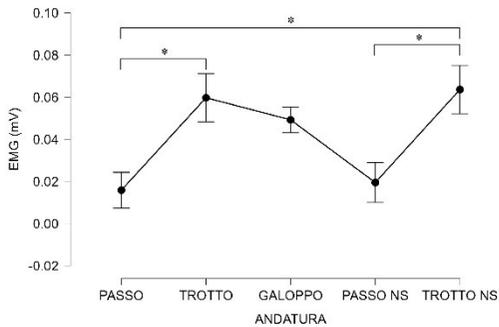


Figura 3.13 Erectore spinale

Dall'analisi degli indici di co-contrazione non sono emerse differenze statisticamente significative.

Nelle figure sottostanti si riportano i grafici degli indici delle co-contrazioni.

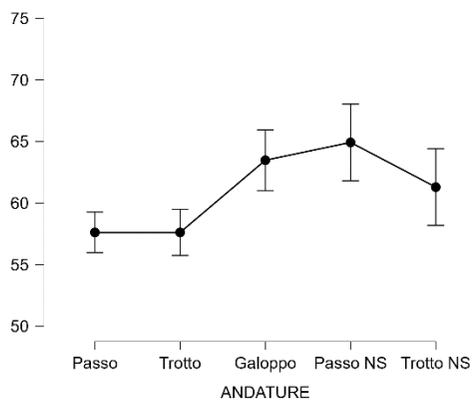


Figura 2.14 CCI della gamba

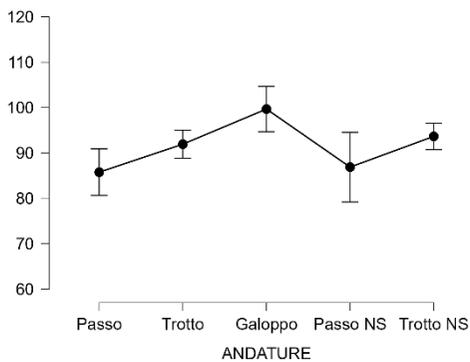


Figura 3.15 CCI della coscia

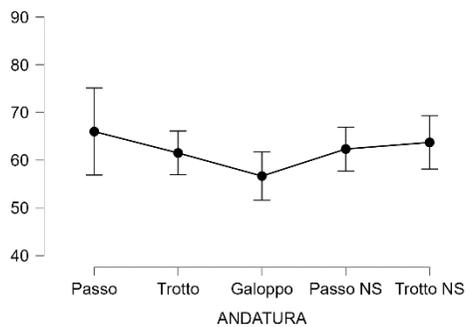


Figura 3.16 CCI del tronco

4. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Questo studio ha avuto come obiettivo quello di indagare l'attivazione muscolare nei cavalieri monta inglese. Più precisamente si sono analizzate le differenze di attivazione muscolare degli arti inferiori e del tronco, al passo, al trotto e al galoppo con l'appoggio delle staffe. Successivamente si sono studiate le differenze tra passo e trotto nelle due varianti: con e senza staffe.

I risultati dello studio hanno evidenziato che all'incrementare della velocità del cavallo, aumentano le attivazioni muscolari degli arti inferiori fatta eccezione per il tibiale anteriore, che insieme ai muscoli del tronco (ad esclusione dell'obliquo esterno) hanno evidenziato un decremento di contrazione nel passaggio tra trotto e galoppo. Nelle andature senza staffe è collettiva la concomitanza tra aumento di velocità ed incremento di attivazione. Nello specifico, valori statisticamente significativi sono emersi nelle attivazioni muscolari comparando il passo con il galoppo. Diversamente, il confronto tra passo e trotto ha evidenziato un incremento dell'attività media solo per i muscoli grande gluteo e retto dell'addome. Dalla comparazione tra trotto e galoppo, tra

passo senza staffe e trotto senza staffe, non sono emerse differenze significative ad esclusione del tibiale anteriore, dell'obliquo esterno e dell'ereettore spinale.

La maggior attivazione muscolare passando dal passo al galoppo è da attribuire all'incremento sostanziale della velocità. Il passo ed il galoppo sono entrambe delle andature basculate, ma la sostanziale differenza, oltre alla ovvia e scontata disuguaglianza nella sequenza degli appoggi, è l'ampiezza dei passi. Nella fase di volo, caratteristica peculiare del galoppo, il cavallo dovrà imprimere sul terreno una maggior forza per elevarsi e propellersi nello spazio, aumentando così l'ampiezza dei passi. Ne consegue un movimento oscillatorio molto più accentuato del suo dorso rispetto al passo. Come conseguenza, il cavaliere, dovendo seguire il movimento più ampio del cavallo, sarà costretto ad attivare maggiormente la propria muscolatura per stabilizzarsi in sella così da non cadere, e per comunicare i comandi corretti e precisi al cavallo. Interessante il comportamento registrato dal tibiale anteriore. Esso deve essere sempre attivo per mantenere il tallone più basso rispetto alla punta del piede, anche in condizioni di assenza di appoggio nelle

staffe. Il trotto essendo un'andatura saltata presenta uno spostamento verticale nello spazio maggiore rispetto al passo. Nel trotto senza staffe anche se è assente l'appoggio del metatarso sulla staffatura, il tibiale anteriore coopera per sopperire alla mancanza di stabilità, creata dall'andatura in sé e dall'assenza delle staffe.

Confrontando le stesse andature eseguite con e senza staffe non sono emerse differenze di attivazione significative per i muscoli analizzati. È plausibile ipotizzare che il lavoro di stabilizzazione del cavaliere a seguito dell'assenza delle staffe è maggiormente a carico dei muscoli adduttori della coscia, che non è stato possibile analizzare in questo studio in quanto sempre a contatto con la sella.

L'analisi degli indici di co-contrazione non ha evidenziato differenze statisticamente significative tra le andature. Pertanto, al variare delle andature, l'attivazione muscolare media dei muscoli aumentava con l'aumentare della velocità del cavallo, ma il livello relativo di co-contrazione per tronco, coscia e gamba rimaneva sostanzialmente invariato. Questo fenomeno potrebbe essere spiegato dalla necessità di stabilizzazione, ovvero, per mantenere

l'assetto corretto, il rapporto di contrazione tra i muscoli agonisti ed antagonisti del cavaliere deve rimanere costante. Questi risultati supportano il concetto che i cavalieri esperti come quelli che hanno partecipato al presente lavoro di tesi, riescono a montare a cavallo eseguendo tutte le andature e impartendo i comandi corretti, senza modificare il loro assetto. Al contrario, cavalieri principianti continuano a mettere in atto delle azioni correttive per mantenere l'equilibrio in sella. La capacità di mantenersi stabili, sembrando illusoriamente fermi in sella, è riconosciuta come una caratteristica di pregio, soprattutto nelle competizioni di dressage dove viene premiata l'eleganza e l'armonia. Dunque, si può ipotizzare che i cavalieri esperti mantengano un assetto corretto sfruttando questa capacità di co-contrazione dei muscoli, indipendentemente dall'incremento dell'attività media degli stessi nelle diverse andature.

5. BIBLIOGRAFIA

-Baik, K., Byeun, J. K., & Baek, J. K. (2014). The effects of horseback riding participation on the muscle tone and range of motion for children with spastic cerebral palsy. *Journal of exercise rehabilitation*, 10(5), 265–270.

-Kim, S. K., Kim, S. G., & HwangBo, G. (2017). The effect of horse-riding simulator exercise on the gait, muscle strength and muscle activation in elderly people with knee osteoarthritis. *Journal of physical therapy science*, 29(4), 693–696.

-Greve, L., & Dyson, S. (2013). The horse-saddle-rider interaction. *Veterinary journal (London, England : 1997)*, 195(3), 275–281.

-Cejudo, Antonio & Ginés-Díaz, Angélica & Sainz de Baranda, Pilar. (2020). Asymmetry and Tightness of Lower Limb Muscles in Equestrian Athletes: Are They Predictors for Back Pain?. *Symmetry*. 12. 1679.

-Demarie, Sabrina & Galvani, Christel & Donatucci, Bruno & Gianfelici, Antonio. (2022). A Pilot Study on Italian Eventing Prospective Olympic Horse Riders Physiological, Anthropometrical, Functional and Asymmetry Assessment. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*. 37. 77-88.

-Wilkins, C. A., Wheat, J. S., Protheroe, L., Nankervis, K., & Draper, S. B. (2022). Coordination variability reveals the features of the 'independent seat' in competitive dressage riders. *Sports biomechanics*, 1–16. Advance online publication.

-Elmeua González, M., & Šarabon, N. (2020). Muscle modes of the equestrian rider at walk, rising trot and canter. *PloS one*, *15*(8), e0237727.

-Hwang, Y. S., Hwang, N. R., Choi, D. H., & So, W. Y. (2021). Differences in Electromyograms during Horseback Riding between Professional and Amateur Korean Horse Riders. *Iranian journal of public health*, *50*(3), 618–619.

-Elmeua, Marc & Sarabon, Nejc. (2021). Shock Attenuation and Electromyographic Activity of Advanced and Novice Equestrian Riders' Trunk. *Applied Sciences*. 11. 2304.

-Park, J., Lee, S., & Lee, D. (2015). The effects of horseback riding simulator exercises on the muscle activity of the lower extremities according to changes in arm posture. *Journal of physical therapy science*, *27*(9), 2731–2732.

-Funakoshi, R., Masuda, K., Uchiyama, H., & Ohta, M. (2018). A possible mechanism of horseback riding on dynamic trunk alignment. *Heliyon*, *4*(9), e00777.

-Olivier, A., Viseu, J. P., Vignais, N., & Vuillerme, N. (2019). Balance control during stance - A comparison between horseback riding athletes and non-athletes. *PloS one*, *14*(2), e0211834.

-Olivier, A., Faugloire, E., Lejeune, L., Biau, S., & Isableu, B. (2017). Head Stability and Head-Trunk Coordination in Horseback Riders: The Contribution of

Visual Information According to Expertise. *Frontiers in human neuroscience*, 11, 11.

-Alfredson, H., Hedberg, G., Bergström, E., Nordström, P., & Lorentzon, R. (1998). High thigh muscle strength but not bone mass in young horseback-riding females. *Calcified tissue international*, 62(6), 497–501.

-Sung, B. J., Jeon, S. Y., Lim, S. R., Lee, K. E., & Jee, H. (2015). Equestrian expertise affecting physical fitness, body compositions, lactate, heart rate and calorie consumption of elite horse riding players. *Journal of exercise rehabilitation*, 11(3), 175–181.

-de Cocq, P., Muller, M., Clayton, H. M., & van Leeuwen, J. L. (2013). Modelling biomechanical requirements of a rider for different horse-riding techniques at trot. *The Journal of experimental biology*, 216(Pt 10), 1850–1861.

-Douglas, Jenni & Price, Mike & Peters, Derek. (2012). A systematic review of physiological fitness and biomechanical performance in equestrian athletes. *Comparative Exercise Physiology*. 8. 53-62.

6. RINGRAZIAMENTI

Ringrazio i miei genitori che mi hanno spinto ad intraprendere questo corso di studi universitario, e a tutti quelli che mi hanno incitato con loro. Grazie per aver creduto in me nonostante molti criticassero questa mia scelta. I valori e gli insegnamenti che mi avete trasmesso sono impagabili, sia per la vita universitaria che per quella equestre e personale. Grazie mamma e grazie papà per avermi permesso di fare tutto questo, per darmi la possibilità di creare un futuro, lavorando sodo e facendo sacrifici immensi, sperando che questo sia migliore del vostro. Grazie per avermi aiutata a ribellarmi dalle mie manie facendomi rinascere.

Ringrazio il professor Marcolin per aver accettato di intraprendere questo progetto, e soprattutto per la pazienza avuta nei miei confronti. Grazie anche ad Alex e Matteo che si sono prestati a venire in maneggio per la raccolta dati, sorbendosi il mio cavallo geriatrico indisciplinato.

Grazie a tutti i miei amici che mi hanno accompagnata in questa avventura e di essere entrati nella mia vita rendendola migliore.

Ringrazio i cavalieri che hanno messo a disposizione il loro sapere equestre per questo studio, ed i cavalli.

Grazie ai docenti dell'Università di Padova che hanno instillato in me la loro voracità di sapere, facendomi scrollare di dosso il fardello di ignoranza ed irrazionalità di un disturbo alimentare.

FINE.