

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PARMA

**Dottorato di ricerca in Produzioni animali, Biotecnologie Veterinarie
Qualità e Sicurezza degli Alimenti
Ciclo XXIV**

**“Studio biomeccanico delle andature del cavallo in
funzione dell’attitudine”**

**Coordinatore:
Chiar.ma Prof.ssa Superchi Paola**

**Tutor:
Chiar.ma Prof.ssa Martuzzi Francesca**

Dottoranda: Ranieri Alessia

	Premessa.....	pg 1
Cap 1	Scopo dello studio.....	pg 3
Cap 2	La biomeccanica.....	pg 5
2.1	La cinematica.....	pg 6
Cap 3	Il cavallo Bardigiano.....	pg 10
3.1	Il Performance Test.....	pg 14
3.2	Gli Indici Genetici.....	pg 16
Cap 4	Materiali e Metodi.....	pg 18
Cap 5	Risultati e discussione.....	pg 25
Cap 6	Conclusioni.....	pg 47
Allegato 1	Scheda d’Ingresso.....	pg 49
Allegato 2	Scheda di Valutazione del Performance Test.....	pg 50
Allegato 3	Scheda di valutazione lineare e sintetica.....	pg 51
	Bibliografia.....	pg 52

PREMESSA

Il lavoro che andiamo a presentare con questa ricerca riguarda l'analisi cinematica bidimensionale dell'andatura di una razza equina italiana, il cavallo Bardigiano, presente nell'areale appenninico toscano-ligure-emiliano. Ad oggi la consistenza di questa razza è abbastanza elevata, ma questo ha portato in evidenza i problemi connessi all'immissione nel mercato dei soggetti prodotti dagli allevatori. L'Associazione Nazionale del cavallo Bardigiano ha ritenuto quindi opportuno iniziare un processo di selezione volto non solo al mantenimento della razza in sé per sé, ma soprattutto alla sua massima diffusione.

Considerando che a tutt'oggi i cavalli vengono usati principalmente per svolgere discipline sportive di vario genere e nell'equiturismo, la qualità dell'andatura ha assunto, sotto molti aspetti, un ruolo estremamente rilevante, sia per la valutazione del singolo soggetto e della sua attitudine, sia per il suo impiego come riproduttore e miglioratore della razza.

Grazie anche all'aiuto della Regione e del Ministero delle Politiche Agricole, l'associazione del cavallo Bardigiano ha potuto mettere in opera un programma di "Valutazioni Attitudinali", all'interno delle quali abbiamo realizzato la nostra analisi dell'andatura, per permettere agli allevatori di addestrare e far valutare nel contempo le capacità atletiche dei loro migliori soggetti.

Se consideriamo eventi sportivi e discipline come il dressage, il reining od il cutting, sappiamo come un giudice esperto possa determinarne il risultato valutando a "colpo d'occhio" la qualità dell'andatura di un soggetto e la sua predisposizione o meno ad una certa attività sportiva.

Anche nelle selezioni per l'ammissione alla carriera riproduttiva e nelle valutazioni per l'iscrizione ai registri di razza, l'opinione di un giudice risulta discriminante; proprio per questo motivo, non si può non considerare che l'analisi del movimento basata sul solo giudizio di un osservatore, porta con sé tutti i rischi inerenti ad una valutazione soggettiva.

Storicamente i primi studi scientifici riguardanti l'andatura equina risalgono alla fine dell'ottocento, fino ad allora i trattati riguardanti l'analisi del movimento erano per lo più teorici, mancando di conclusioni basate su dati sperimentali. Furono Eadweard Muybridge ed Etienne Jules Marey i veri pionieri delle ricerche riguardanti la locomozione equina, effettuando, nel 1872, i primi lavori in merito a Palo Alto, in California utilizzando la tecnologia dell'epoca (van Weeren, 2001).

Da allora lo studio del movimento e degli eventi biomeccanici mediante il quale esso si realizza, hanno assunto un interesse primario per coloro che affrontano la materia da un punto di vista scientifico e che hanno come finalità ultime di comprendere la fisiologia del movimento e di ottimizzare le performance dell'atleta equino.

L'utilizzo del computer per immagazzinare dati e la messa a punto di sofisticati software per processarli hanno dato negli ultimi anni un ulteriore impulso a questo tipo di studi, permettendone l'applicazione non solo nel campo della pura ricerca, ma anche nell'ambito della clinica ortopedica e della diagnosi di zoppia, con l'obiettivo di "oggettivare" e rendere "quantitative", indagini e valutazioni che sono da sempre sottoposte al limite della soggettività (Denoix, 2005).

CAPITOLO 1

SCOPO DELLO STUDIO

Sino ad oggi sono stati effettuati molti studi descrittivi in merito all'andatura equina mediante analisi cinematica bidimensionale, ma rimangono pochi quelli che abbiano cercato di ricavare dai dati così ottenuti un reale valore genetico dell'animale, da usare per la selezione dei riproduttori e per una precoce valutazione dell'attitudine (Molina et al, 2008; Cano et al, 2001), dato che la sola valutazione della conformazione fisica non è considerata sufficiente (Koenen et al., 1995).

Oltre a questo, da tempo, gli esperti di razza dell'associazione del cavallo Bardigiano cercavano di inserire la valutazione dell'andatura all'interno degli indici genetici della razza, ma i dati ricavati in merito non hanno mai permesso loro di arrivare a risultati utili. In particolare il problema si poneva nelle visite in allevamento, durante le quali vengono prese le misure biometriche ed effettuate valutazioni lineari e sintetiche per l'iscrizione al libro genealogico e viene assegnato un punteggio relativamente alla struttura morfologica del soggetto valutato. Queste visite vengono generalmente espletate quando i cavalli sono attorno ai trenta mesi d'età, pronti per iniziare la carriera riproduttiva, non ancora domati, spesso in situazioni di mancanza di spazio o su terreni particolarmente accidentati, il che rende difficile, se non impossibile, effettuare valutazioni corrette che possano essere usate per il calcolo di un indice genetico "andatura". Inoltre non bisogna dimenticare come, nonostante i giudici siano formati appositamente per giudicare una particolare razza, le valutazioni da loro fornite riguardo uno stesso soggetto possono variare ampiamente (Magnusson, 1985).

Per questi motivi abbiamo deciso di concentrare lo studio su alcuni punti fondamentali che potessero essere principalmente d'aiuto all'arduo compito svolto dai giudici e dagli esperti di razza Bardigiana:

1. Avere un'analisi scientifica ed oggettiva dell'andatura del cavallo Bardigiano.
2. Ottenere un indice genetico "Andatura" che permetta una selezione più accurata dei riproduttori e consenta di fare accoppiamenti programmati specifici.
3. Stimare un'eventuale ereditabilità dei parametri presi in esame.

L'obiettivo finale è quindi quello di dare un forte impulso alla selezione, ed un contributo concreto allo studio scientifico della razza Bardigiana.

CAPITOLO 2

LA BIOMECCANICA

La Biomeccanica è la scienza che studia il movimento degli esseri viventi, si divide principalmente in due branche: la Cinematica e la Cinetica.

L'analisi cinematica riguarda la misurazione della geometria del movimento, si può dire che "quantifichi" l'andatura mediante sistemi videografici combinati con specifici software oppure sistemi optoelettronici basati sull'emissione ed il rilevamento di luci infrarosse o visibili.(Back, 2001).

La cinetica valuta le forze messe in gioco durante la locomozione, sia quelle esterne che interne al corpo, invisibili all'occhio del clinico (Leach et al., 1984). Una grande varietà di trasduttori inclusi gli *strain gauges* (misuratori dell'estensione), i sistemi piezoelettrici e gli accelerometri, sono utilizzati per questo tipo di misurazioni, inoltre alcuni di loro possono essere combinati per creare *force plates* o *force shoes* utili per misurare le GRF (forze di reazione del suolo).

2.1 LA CINEMATICA

Nell'esame cinematico dell'andatura i dati sono elaborati sotto forma di variabili temporali, lineari ed angolari, e descrivono il movimento di ogni singolo segmento del corpo e delle articolazioni.

I dati riguardanti le misure lineari e angolari possono descrivere la lunghezza della falcata, quindi lo spostamento del soggetto, la velocità, l'accelerazione e le distanze fra le varie parti del corpo durante il movimento. Questi dati sono solitamente presentati graficamente, ma anche sotto forma di *stick figure* (vedi Figura 1).

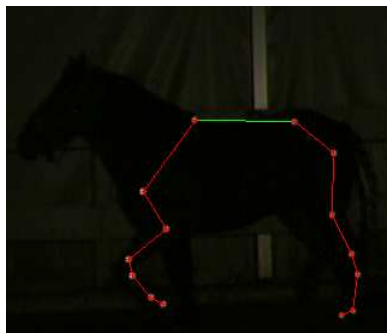


Figura 1 : Stick figure cavallo in movimento

Ad oggi, la tecnica più comune per l'analisi cinematica è sicuramente l'analisi videografica, la quale può essere effettuata in due dimensioni (2D), considerando solo il piano sagittale, o in tre dimensioni, (3D), comprendendo anche gli spostamenti di traslazione e rotazione sugli altri piani. Ovviamente gli studi bidimensionali sono i più semplici da sviluppare e forniscono la maggiorparte delle informazioni utili, dal momento che gli arti dei cavalli si muovono principalmente su di un piano sagittale, senza però dimenticare la necessità di porre particolare attenzione, onde evitare la distorsione dell'immagine dovuta ad eventuali

movimenti del soggetto fuori dal piano di ripresa. Le riprese tridimensionali risolvono questo inconveniente, ma rendono maggiormente complessa la procedura per la calibrazione dell'area di movimento e necessitano della presenza di minimo due telecamere da sincronizzare tra loro.

Per le analisi bidimensionali sono comunemente usati markers di 2 o 3 cm di diametro, a seconda della risoluzione del programma utilizzato, che riflettano la luce, in modo tale da essere rilevati automaticamente una volta inserite le riprese nel computer. Il movimento dei marker sulla cute è trascurabile se si considerano, per l'arto anteriore, i segmenti distali all'articolazione del gomito, mentre per l'arto posteriore quelli distali all'articolazione della grassella (van Weeren, 1989; Sha et al., 2004). Un'altra importante considerazione riguardante i marker considera la ripetibilità del loro posizionamento sui punti di repere. E' necessario prestare massima attenzione alla posizione del soggetto durante l'apposizione dei marker, poiché altrimenti l'accuratezza delle misurazioni ne verrebbe inficiata, è pertanto imperativo che il cavallo debba essere in stazione quadrupedale ed in appoggio su tutti e quattro gli arti (Back et al, 1994b).

Negli studi bidimensionali la telecamera deve essere orientata perpendicolarmente all'area di interesse mantenendo comunque un campo di visione sufficiente ad evitare la distorsione data dalla periferia delle lenti, specialmente se si usano lenti da grandangolo. Al contrario negli studi tridimensionali questo problema non si pone, poiché nella trasformazione dei dati è sufficiente sapere le coordinate dei punti di controllo della calibrazione.

Riguardo le caratteristiche tecniche bisogna considerare i dati da estrapolare: generalmente è sufficiente una videocamera che abbia una frequenza di campionamento immagine di 50 Hz in particolare per l'andatura del passo, mentre per andature più veloci è preferibile una telecamera da 60 Hz o più.

Per consentire la digitalizzazione automatica dei marker è necessario che le riprese vengano fatte al buio, oppure in un ambiente dove sia possibile controllare l'intensità della luce, usando dei fari da 300 a 500W che illuminino i marker durante le riprese.

La calibrazione è un'operazione necessaria all'inizio di ogni ciclo di ripresa, serve a fornire al programma dei riferimenti metrici e viene effettuata sulla linea di progressione del cavallo. I programmi di analisi del movimento sono generalmente dotati di algoritmi per correggere i dati lineari se il soggetto dovesse muoversi parallelamente alla linea di calibrazione, se invece il cavallo dovesse muoversi in modo obliquo rispetto alla linea di passaggio, bisognerà considerare il grado di deviazione, se non supera i 15° l'errore sarà solo del 5% e potrà essere considerato accettabile (Schamhardt, 1996).

Una volta scelte le riprese adatte ad essere elaborate, e dopo che il programma abbia digitalizzato i dati forniti dai marker, si passa alla fase di "smoothing" che consiste nell'eliminare tutte le alterazioni del segnale trasmesso dai marker non dovute propriamente all'andatura, ad esempio, se si usano marker sferici, sarà possibile eliminare tutte le loro oscillazioni che non riguardano propriamente il movimento dell'arto, ma che potrebbero alterare le successive misurazioni, in particolare se si cerca di misurare variabili temporali; in ogni caso, l'eventuale errore residuo è

considerato trascurabile se i soggetti sono di simile conformazione poiché si presume sia per tutti molto simile (van Weeren, 1989; Clayton, 1991).

CAPITOLO 3

IL CAVALLO BARDIGIANO

Gli uomini addomesticarono gli equini per beneficiare delle capacità del loro apparato locomotore, e selezionarono vari tipi di cavalli a seconda delle necessità e dei lavori che essi avrebbero dovuto svolgere. Pesanti cavalli da tiro furono selezionati per trasportare grandi macchine da guerra ed i cavalieri con le loro ingombranti e pesanti armature, mentre snelli e atletici cavalli arabi e purosangue inglesi sono stati selezionati per la loro capacità di resistenza e per la loro velocità. L'invenzione della macchina a vapore alla fine del 18° secolo segnò l'inizio della rivoluzione industriale e nell'arco di un secolo e mezzo la definitiva "messa a riposo" degli equidi per quanto riguarda l'utilizzo in guerra, nei campi agricoli e nei trasporti in generale, così dopo la seconda guerra mondiale il numero degli equini calò drasticamente.

Negli anni '60 il cavallo ricominciò a guadagnare popolarità e ad essere utilizzato negli sport equestri e per diletto; da allora, gli allevatori hanno principalmente prodotto soggetti detti "a sangue caldo" selezionati per le loro andature e per le loro capacità atletiche.

Il cavallo Bardigiano, oggetto del nostro studio, è un'antica razza italiana la cui prima testimonianza scritta risale al 1864 (Catalano, 2007), originaria delle zone montane appenniniche e diffusasi in un'areale che va dalla Toscana all'Emilia Romagna passando per la Liguria. Utilizzata, in origine, prevalentemente per i lavori agricoli, il trasporto del legname nelle zone boschive e per la produzione di carne (Catalano, 1994). Da più di trent'anni ormai, l'Associazione Provinciale Allevatori di Parma, nella figura dell'Associazione Nazionale del cavallo Bardigiano, ha messo in

atto un processo di recupero e selezione volto alla conservazione, al mantenimento della tipicità ed alla diffusione di questa razza.

Nel 1977 la razza Bardigiana è stata ufficialmente riconosciuta dal Ministero dell'Agricoltura e delle Politiche Forestali con l'istituzione ufficiale del Libro Genealogico e del Disciplinare di razza che stabilisce tra l'altro le finalità della selezione e le caratteristiche di tipicità.

Tabella 1 Dati biometrici della Razza Bardigiana

	Maschi 30 mesi e oltre		Femmine 30 mesi e oltre	
	Max	Min	Max	Min
Altezza garrese (cm)	149	139	147	135
Circonferenza toracica (cm)	-	170	-	165
Circonferenza stinco (cm)	22	19	21	18

Ad oggi i Bardigiani iscritti al libro genealogico sono quasi 3500 tra stalloni, fattrici e giovani soggetti da rimonta e gli allevatori sono circa 750 distribuiti in 45 province italiane; inoltre è importante ricordare il contributo non indifferente di paesi esteri quali la Germania e l'Ungheria, che si sono uniti al progetto italiano di valorizzazione della razza.

L'Ufficio Centrale del Libro Genealogico ha ritenuto necessario fissare fin dall'inizio, nuovi obiettivi per trovare maggiori spazi di diffusione per il cavallo Bardigiano, il quale, da soggetto utilizzato esclusivamente per lavori agricoli e produzione di carne, doveva diventare un cavallo adatto al lavoro a sella ed al diporto (Martuzzi et al., 2007). L'associazione di razza ne ha pertanto promosso l'utilizzo nell'equiturismo, nel tiro leggero, nel trekking e nelle passeggiate, attività,

queste, che con le sue caratteristiche di docilità, versatilità, robustezza e rusticità, svolge già egregiamente.

In secondo luogo, con la selezione di soggetti dalle più spiccate caratteristiche atletiche, si sta cercando di promuoverne sempre più l'utilizzo a sella, in particolare nei circoli ippici che effettuano programmi di avviamento all'equitazione per i più giovani, in modo da creare un ulteriore stimolo alla sopravvivenza ed alla valorizzazione nel tempo di tale razza (Catalano et al, 2005).

A tale scopo è stato pianificato, nel 1992, un progetto sperimentale basato sull'introduzione di sangue di soggetti PSA (Puro Sangue Arabo), per migliorare la struttura fisica e rendere l'andatura più elastica e comoda per ogni tipo di cavaliere.

Questo processo di selezione è in corso da tempo anche in altre razze, ad esempio l'Haflinger, per mantenere e sviluppare un mercato per cavalli che altrimenti andrebbero ad estinguersi a causa del loro inutilizzo. Non è, questo, un percorso facile da intraprendere e portare avanti, infatti, spesso, gli allevatori si legano ad una certa "immagine" della tipicità dei soggetti da loro allevati, opponendo resistenza a questi programmi di selezione, e rimanendo estremamente restii a vedere questa immagine modificarsi nel tempo.

Sempre in tema di selezione del cavallo Bardigiano, sono stati approvati dalla Regione Emilia Romagna, all'interno del Programma Zootecnico 2006 ed in collaborazione con l'UNIRE, la quale ha messo a disposizione parte dei fondi per la tutela della biodiversità, alcuni interventi volti al miglioramento della razza:

- Valutazioni attitudinali (Performance Test): sono prove effettuate su di un numero limitato di stalloni e fattrici di nuova

immissione in razza, onde rilevare il temperamento, la predisposizione all'addestramento e l'attitudine al lavoro a sella, al tiro leggero ed al salto scosso.

- Valutazioni biometriche ed esami radiografici: comprendono un esame clinico-ortopedico con valutazione della "qualità" dell'apparato muscolo-scheletrico, degli appiombi, dello stato di nutrizione, ed esami radiografici per controllare la chiusura effettiva delle cartilagini d'accrescimento e l'eventuale presenza di patologie articolari congenite (OCD).
- Fertility test: consiste nella valutazione dell'efficacia riproduttiva dei soggetti di sesso maschile.
- Rinnovo parco stalloni e fattrici.

3.1 IL PERFORMANCE TEST

Il Performance Test del cavallo Bardigiano consiste in un periodo di doma e addestramento della durata di tre mesi per i maschi e due mesi per le femmine.

Le sedi all'interno delle quali viene svolto sono l'Azienda agricola "Angus", a Compiano, in provincia di Parma, ed il circolo ippico "il Cinghio" a Felino, sempre in provincia di Parma.

Solitamente i soggetti partecipanti vengono scelti su consiglio degli esperti del libro genealogico durante le visite in allevamento, ma, non essendo ancora obbligatorio per l'immissione in razza dei futuri riproduttori, ogni allevatore ha la facoltà di presentare e far valutare in forma privata il proprio cavallo.

In altre razze è una procedura obbligatoria, che ha lo scopo di selezionare i migliori soggetti per la riproduzione e scartare quelli non ritenuti idonei; ogni libro genealogico ha un suo programma specifico di svolgimento del Performance Test, articolato in diverse prove tra le quali il lavoro con la sella, il salto con il cavaliere ed il salto scosso, quest'ultimo consiste nel far saltare al cavallo uno o più ostacoli, senza il cavaliere, seguendo un percorso obbligato precedentemente predisposto.

Per la razza Bardigiana la fase iniziale del Performance Test è costituita dalla "prova d'ingresso", effettuata all'arrivo dei soggetti nel centro di addestramento, durante la quale si valutano le misure biometriche, la condizione generale e lo stato di nutrizione, gli appiombi, la presenza di eventuali tare pregiudizievoli, la presenza o meno di una ferratura, il temperamento ed il carattere del soggetto (vedi Allegato 1). Lo stesso giorno un Medico Veterinario effettua esame clinico-ortopedico e

radiografico per escludere eventuali zoppie o problemi ortopedici preesistenti che potrebbero pregiudicare il lavoro di addestramento.

Ogni trenta giorni si effettua una valutazione in itinere dei soggetti alla presenza di tre giudici, due esperti di razza ed un tecnico della FISE (Federazione Italiana Sport Equestri), con l'obiettivo di verificare lo stato di avanzamento dell'addestramento e controllare lo stato di salute generale.

Al termine del periodo di addestramento si svolge la prova finale che consiste in una prova di salto ad ostacolo singolo verticale di un metro di altezza con il cavallo scosso, da saltare al galoppo a mano sinistra, seguita da una prova a sella di lavoro in piano, nella quale i soggetti eseguono figure di maneggio e transizioni alle tre andature, e completata da una prova di tiro leggero di una carrozza con transizioni al passo ed al trotto.

Per ogni soggetto esaminato viene compilata una scheda (vedi Allegato 2) sulla quale vengono trascritti i punteggi delle tre prove. Solo la prova di lavoro in piano è articolata in diverse voci: le prime due riguardano il temperamento generale del soggetto nel governo della mano, le altre quattro la qualità del lavoro svolto con il cavaliere, nelle sue diverse componenti: <Impulso-Desiderio di portarsi in avanti-Equilibrio>, <Ampiezza-Elasticità-Agilità-Regolarità delle andature>, <Obbedienza alle azioni-Franchezza-Attenzione e fiducia>, <Qualità di esecuzione della prova>. Dalla media aritmetica di queste voci viene dato il punteggio complessivo della prova a sella.

3.2 GLI INDICI GENETICI

Nel 1996 la Commissione Tecnica Centrale del libro genealogico del cavallo Bardigiano ha introdotto l'obbligo di compilare una scheda di Valutazione Lineare (vedi Allegato 3) per tutti i soggetti di trenta mesi di età ed oltre. Questa scheda permette di dare un punteggio ad ogni caratteristica fenotipica del soggetto esaminato, avendo come riferimento la media della popolazione, fornisce quindi i dati base per avviare il calcolo degli indici genetici dei caratteri morfo-funzionali, utili strumenti per la selezione di una popolazione.

L'indice genetico rappresenta una stima del valore genetico additivo di un animale, ed è sempre riferito ad uno specifico carattere, riguarda quindi la trasmissione di quei valori che si tramandano tali e quali attraverso i geni, dai genitori ai figli, e che sono modificabili dalle condizioni ambientali solo nella loro espressione fenotipica.

Il compito di calcolare questi indici è stato affidato all'A.I.A. di Roma (Associazione Italiana Allevatori), che utilizza la metodica BLUP-Animal Model (migliore predizione lineare non distorta), tenendo conto delle misurazioni biometriche, delle schede di valutazione lineare rilevate sugli animali e delle parentele fra i vari soggetti riscontrabili negli archivi anagrafici (Fioretti, 2005).

Per ogni carattere è stata anche valutata l'ereditabilità, che consiste nella misura di quanto, nell'espressione fenotipica del soggetto, sia imputabile direttamente al patrimonio genetico dell'animale.

I dati elaborati fino ad ora relativamente agli indici sono: l'Indice Genetico Altezza al garrese (IGA), e l'Indice Genetico Globale (IGG), quest'ultimo consiste nell'aggregazione di una serie di caratteri

morfologici, compreso l'IGA (Libro degli Indici del cavallo Bardigiano 2005).

CAPITOLO 4

MATERIALI E METODI

L'analisi cinematica bidimensionale dell'andatura da noi effettuata è stata svolta all'interno dei maneggi coperti delle due strutture che ospitano le prove del Performance Test della razza Bardigiana. Come sede delle riprese abbiamo scelto gli stessi maneggi coperti, con fondo misto di terra e sabbia (Setterbo, et al. 2008), all'interno dei quali vengono addestrati le fattrici e gli stalloni iscritti, e vengono altresì effettuate le prove in itinere e le valutazioni finali del Performance Test.

Per effettuare le nostre ricerche abbiamo scelto queste stesse sedi, proprio in funzione del fatto che ciò che maggiormente ci interessa è una valutazione dei soggetti "hic et nunc" il più possibile vicina alle condizioni nelle quali i giudici e gli esperti effettuano le loro valutazioni in sede di Performance Test, infatti, per lo stesso motivo, le riprese sono sempre state effettuate uno o al massimo due giorni prima della prova finale, quindi al termine del periodo di addestramento. Solo nell'anno 2009 abbiamo effettuato due prove nel gruppo delle femmine, la prima dopo una settimana dall'arrivo nei rispettivi centri, la seconda sempre a ridosso della prova finale.

Abbiamo quindi scartato a priori l'ipotesi di usare un treadmill perché non si conformava al nostro scopo di valutare i cavalli in condizioni di campo (Barrey et al., 1993; Corley, 1994; Couroucé, 1999), infatti è ben noto che il treadmill modifica l'andatura dei cavalli, aumentando la frequenza del passo, diminuendo l'impulso, riducendo l'ampiezza della falcata, aumentando la fase di appoggio a scapito della fase di levata, modificando la proporzione tra le fasi di protrazione e retrazione,

allungando i tempi di adattamento soprattutto per l'andatura del passo e riducendo l'escursione verticale del piede. Infine, in campo, il cavallo assume una velocità di andatura secondo il suo optimum, in modo totalmente naturale (Buchner et al, 1994a; Buchner et al, 1994b; Peham et al, 1998; Barrey et al, 1999).

La telecamera digitale utilizzata è una Canon da 50 Hz posta su di un cavalletto perpendicolarmente rispetto al passaggio dei cavalli, ad una distanza di sei metri, distanza che ci ha permesso di avere la massima ampiezza dell'area di ripresa senza l'inconveniente della deformazione periferica dell'immagine (Clayton, 1991).

I primi due anni, (2008-2009), abbiamo effettuato le misurazioni angolari degli arti anteriori e posteriori su un totale di quattordici soggetti, otto stalloni e sei femmine, considerando le seguenti articolazioni: nodello anteriore e posteriore, carpo, gomito, coxo-femorale, grassella e garretto.

Le riprese sono state effettuate la sera, al buio, illuminando l'area di passaggio dei cavalli con due fari, in modo tale da permettere al programma, in un secondo momento, di catturare automaticamente i marker.

Ad ogni soggetto sono stati applicati, con nastro biadesivo facilmente rimovibile, un totale di 14 marker sferici riflettenti di 2,5cm di diametro su precisi punti di repere (Figura 2): legamento collaterale laterale della corona anteriore, legamento collaterale laterale dell'articolazione del nodello anteriore, epifisi prossimale del metacarpo, epifisi distale del radio, articolazione del gomito, epifisi prossimale dell'omero, apice del garrese, tuberosità coxale, trocantere maggiore del femore, articolazione della grassella, malleolo laterale della tibia, epifisi prossimale del

metatarso, legamento collaterale laterale dell'articolazione del nodello posteriore, corona posteriore (Cano et al, 1999).



Figura 2: Punti di reperi misurazioni angolari

Gli anni successivi, (2010-2011), abbiamo effettuato riprese diurne, utilizzando per ogni soggetto solo tre marker, margine coronale anteriore e posteriore ed epifisi distale del radio (Figura 3), per valutare le seguenti misure lineari: ampiezza della falcata anteriore e posteriore (*SL Forelimb*, *SL Hindlimb*), le rispettive fasi anteriori e posteriori (*Ant phase Forelimb*, *Ant phase Hindlimb*, *Post phase Forelimb* e *Post phase Hindlimb*), la distanza tra l'orma dell'arto posteriore e anteriore ipsilaterale (*Overtracking*, positivo quando l'orma dell'arto posteriore sopravanza quella dell'anteriore).

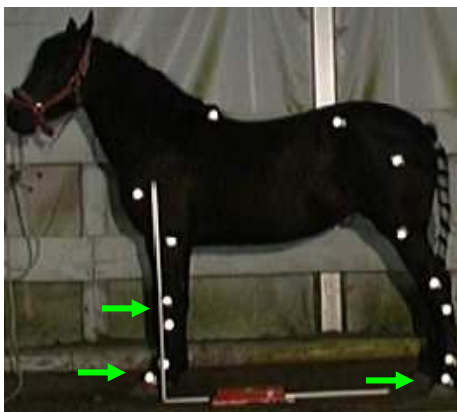


Immagine 3: Punti di reperi per misurazioni lineari

Riguardo le misure lineari sono stati analizzati in totale trentatré stalloni e trentacinque fattrici, per un totale di sessantotto soggetti, riprendendo anche alcune riprese effettuate i primi due anni in notturna, separati per sesso e per andatura. L'età è pressoché uniforme, varia dai 34 ai 39 mesi per i maschi e dai 37 ai 43 mesi per le femmine che iniziano la prova uno o due mesi dopo gli stalloni (vedi Tab 2), se si escludono tre soggetti, due femmine ed uno stallone, che all'epoca della valutazione avevano quattro anni di età, e gli stalloni dell' Incremento Ippico di Ferrara, i quali, al momento delle riprese, avevano un' età compresa fra gli 8 ed i 16 anni.

Tabella 2 Età dei soggetti partecipanti al Performance Test

	Età min e max (mesi) ± Dev. St.
Stalloni	34-39±1,28
Femmine	37-43±1,33

Prima di ogni ripresa veniva effettuata un breve sessione di “warm up” alla corda, successivamente ogni soggetto veniva fatto passare più volte davanti alla telecamera, affinché si rilassasse ed assumesse un'andatura il più naturale possibile, questo passaggio è particolarmente necessario se le riprese vengono fatte di sera con la sola luce dei fari di fronte alla telecamera. Infine si procedeva alla registrazione video di diversi passaggi al passo ed al trotto, in modo tale da poter scegliere, nelle

analisi successive, solo i migliori. Nelle riprese diurne, invece, l'adattamento avveniva al massimo dopo due o tre passaggi di fronte alla telecamera.

E' inoltre molto importante che l'handler sia una persona familiare ai cavalli soprattutto per gli stalloni, maggiormente nevrili rispetto alle femmine, per garantire un'andatura il più possibile rilassata e serena (Khumsap et al., 2002). Tra tutte le registrazioni effettuate sono state scelte solo quelle nelle quali il cavallo passava davanti alla telecamera, con la longhina morbida, senza essere né tirato né incitato in qualsivolgia maniera (Galisteo et al., 2001). Questa fase è, evidentemente, fondamentale, poiché la scarsa qualità delle riprese pregiudicherà irrimediabilmente le misurazioni successive, per lo stesso motivo è dunque necessario che sia sempre lo stesso operatore ad eseguirle, in modo tale che siano il più uniformi possibili.

Sono stati scelti, per ogni cavallo, quattro passaggi al passo e quattro al trotto (Drevemo et al, 1980), in seguito trasferiti al computer ed analizzati grazie al programma SIMI Reality Motion Sistem GmbH-Germany.

Il programma è predisposto per rilevare automaticamente i marker, anche se rimane indispensabile il controllo di questa fase da parte di un operatore, prima dell'elaborazione dei dati, poiché l'eventuale incrocio dei marker distali deve essere corretto manualmente (Clayton, 1996).

Sono stati usati due modelli distinti di analisi della varianza per le misurazioni angolari e quelle lineari.

Per le prime è stata stimata solo l'andatura del trotto (Clayton 1994), usando il programma SPSS 17.0 software (SPSS Inc., Chicago, Il, USA) con il seguente modello:

$$y_{ijkl} = \mu + h_i + t_j + r_k + (h*t)_{ij} + (h*r)_{ik} + e_{ijkl}$$

(y = gradi articolari; μ = media; h = cavallo; t = tempo (decimi di secondo); r = ripetizioni; e = errore residuo)

Il cavallo, il tempo e le ripetizioni sono stati usati come fattori fissi, mentre come interazioni abbiamo calcolato “cavallo per tempo” e “cavallo per ripetizioni”.

Riguardo le misure lineari il modello comprende cinque fattori fissi (sede delle riprese, andatura, prova, anno, repliche) una interazione (andatura per ripetizione) e un fattore casuale che è il cavallo entro sede ed entro anno di valutazione.

Le sedi delle riprese sono due per le femmine, i circoli ippici “Il Cinghio” e “Le Carovane” sedi del Performance Test, e tre per i maschi, dato che sono anche state effettuate le riprese degli stalloni presenti nell’Incremento Ippico di Ferrara. Le andature sono due, passo e trotto. La prova è l’unico fattore presente esclusivamente nel gruppo delle femmine, infatti, come precedentemente accennato, solo nel 2009 abbiamo effettuato due riprese all’inizio ed alla fine del periodo di addestramento. Gli anni di valutazione sono tre per le femmine e quattro per i maschi.

I dati sono quindi stati elaborati separatamente secondo l’andatura e secondo il sesso, dato che alcune caratteristiche non erano comuni, utilizzando la procedura GLM del package SAS, ver. 9.2, 2009, con il seguente modello misto:

$$y_{ijkl} = \mu + S_i + A_nj + P_k + A_l + R_m + AR_{jm} + H_{ijl} + e_{ijklm}$$

(y = misura lineare; μ = media; S = sede delle riprese; An = andatura; P = prova; A = anno; R = repliche; H = cavallo; e = errore residuo). Per gli stalloni è stato utilizzato lo stesso modello senza il fattore fisso “prova”.

Gli indici genetici così ricavati sono quindi le soluzioni del modello lineare relative a ciascun soggetto entro la sede di addestramento, l'andatura e l'anno nel quale è stata fatta la valutazione. Così strutturati ci hanno consentito di stilare vere e proprie graduatorie dei soggetti per ogni dato preso in considerazione.

Successivamente abbiamo ricercato eventuali correlazioni tra i valori grezzi delle misure lineari, i giudizi dati dai giudici in sede di valutazione finale del performance test (Allegato 2) ed alcune misure biometriche, con il programma di analisi statistica SPSS 19.0.

La stima dell'ereditabilità delle misure lineari è stata eseguita dall'Associazione Italiana Allevatori (A.I.A.) con sede a Roma, che ha utilizzato il programma Multiple Trait Derivative Free REML[®] United States Department of Agriculture's (1995), separatamente per passo e trotto, utilizzando il modello che segue:

$$y = \mu + S + C + An + M + S + b^* + A + e$$

(y = misura lineare; μ = media; S = sede della valutazione; C = classe di età in mesi al momento della valutazione; An = anno di valutazione; M = mese di valutazione; S = sesso; b^* = regressione lineare per la percentuale di sangue arabo del soggetto; A = effetto genetico additivo; e = errore residuo)

CAPITOLO 5

RISULTATI E DISCUSSIONE

L'analisi cinematica delle articolazioni eseguita nei primi due anni è stata fatta considerando l'andatura del trotto. Abbiamo scelto questa andatura poiché secondo diversi autori è la più valida per valutare i cavalli sportivi (Clayton, 1994).

Le curve sono state espresse sottoforma di grafici che mostrano un ciclo completo di movimento, iniziano e finiscono nel momento di massima flessione per comodità visiva, sull'asse delle ascisse è stato riportato il tempo in decimi di secondo, mentre sull'asse delle ordinate abbiamo le variazioni dei gradi articolari. Per poter confrontare le curve fra loro abbiamo riportato tutti grafici alla stessa origine.

Di seguito sono riportate le curve ottenute.

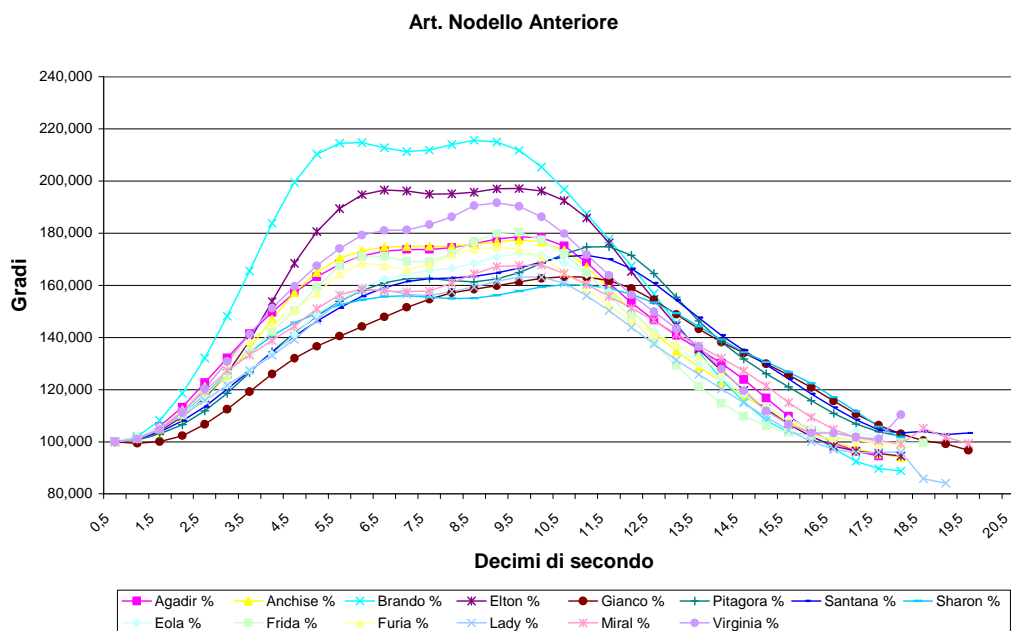


Grafico n°1

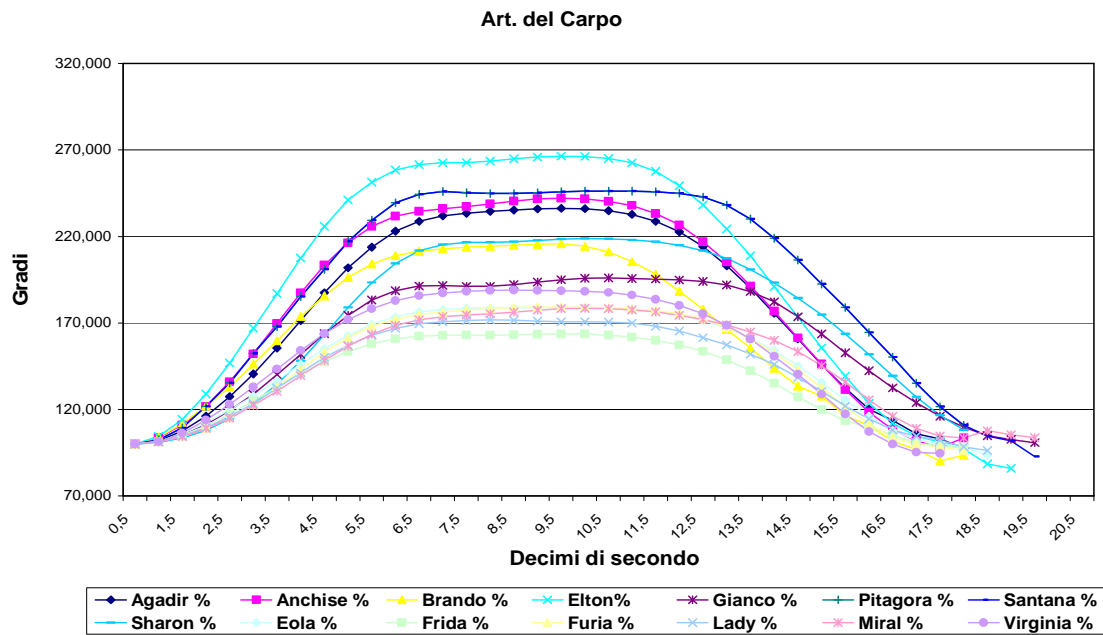


Grafico n°2

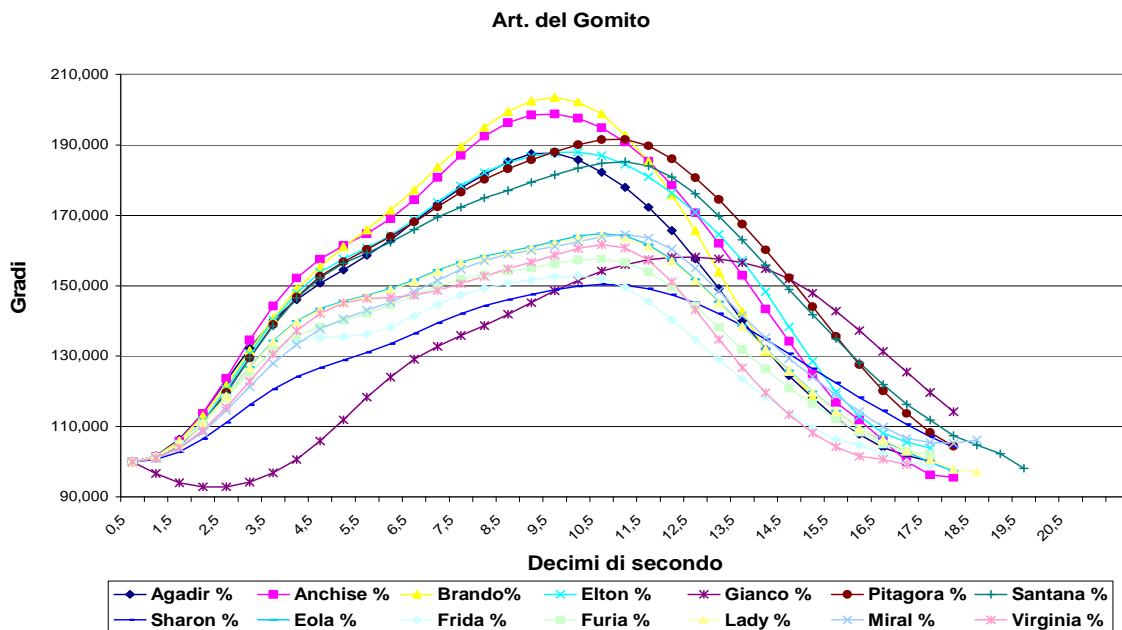


Grafico n° 3

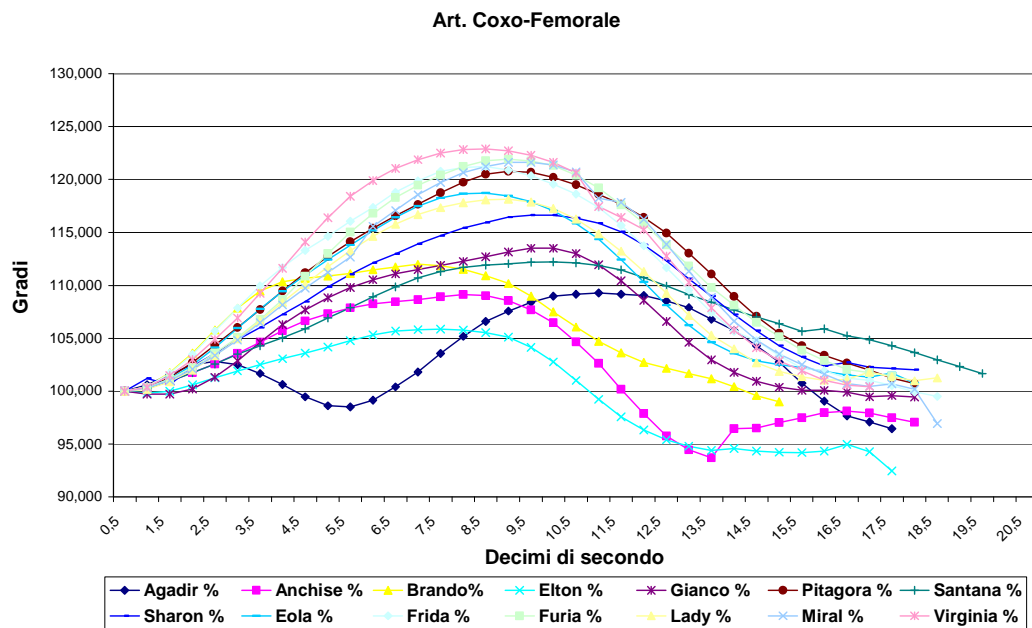


Grafico n° 4

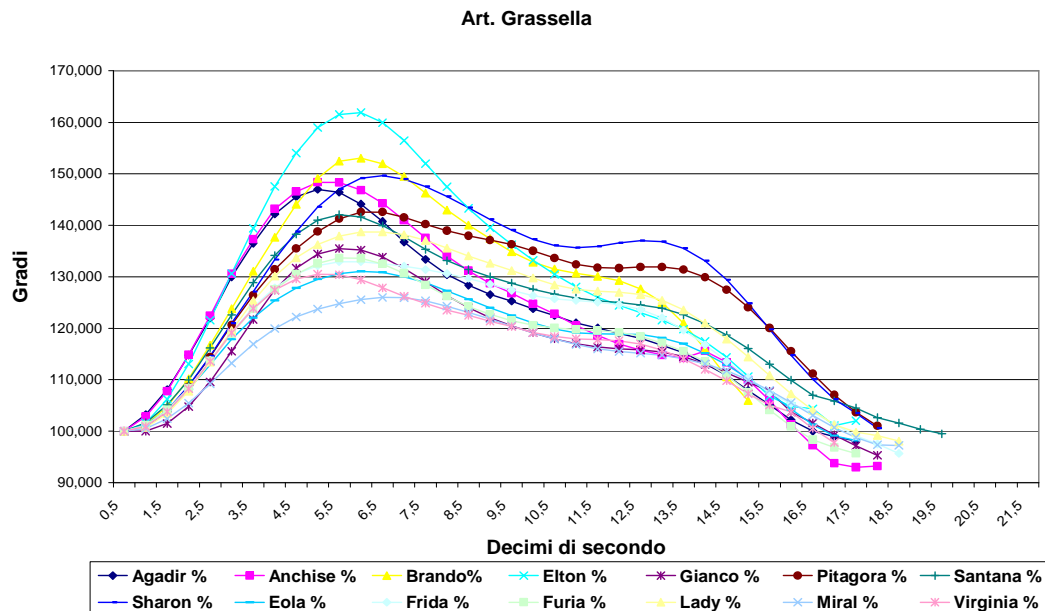


Grafico n° 5

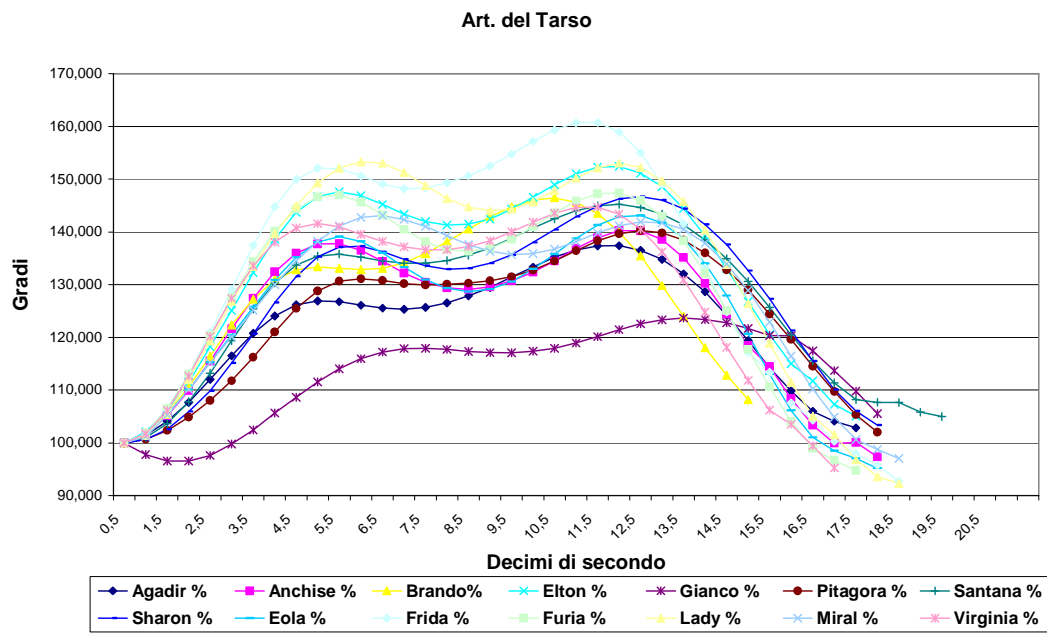


Grafico n°6

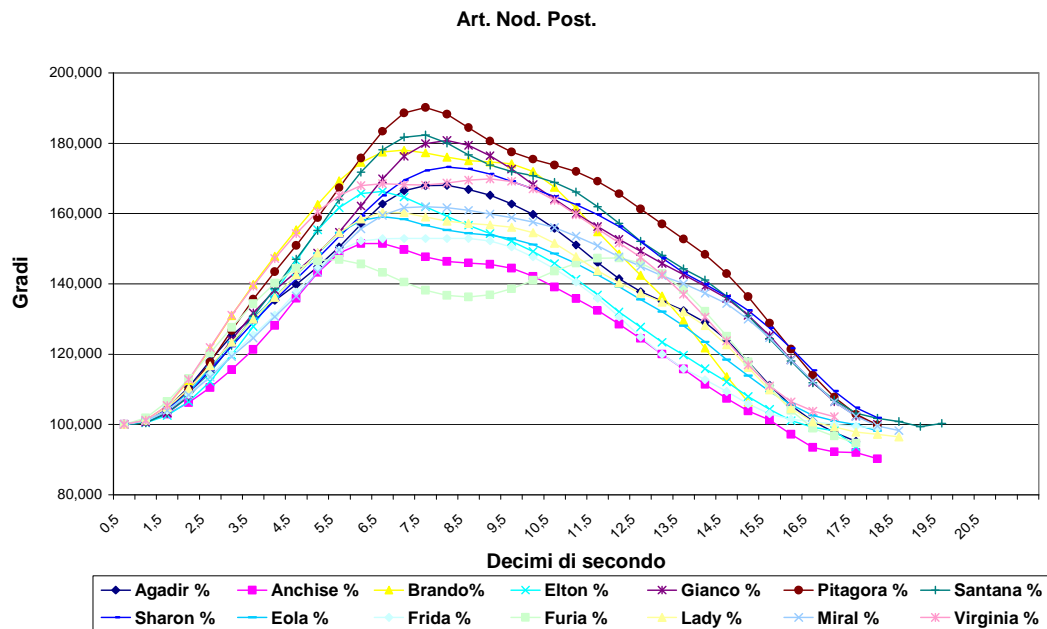


Grafico n° 7

I diagrammi ottenuti sono comparabili con altri studi riguardanti altre razze (Galisteo et al., 1996; Nicodemus and Holt 2006; Nicodemus and Slater, 2008).

Il nodello (grafico n° 1), ad esempio, si estende rapidamente verso un plateau, per poi estendersi di nuovo all'inizio della fase di appoggio, raggiungendo il suo massimo circa a metà di tale fase, preceduta da una leggerissima flessione all'inizio della fase propulsiva. Durante la fase di levata ci sono due picchi di flessione separati da una moderata estensione che però, nei nostri grafici non sono stati rilevati nella totalità dei soggetti.

Il carpo (grafico n° 2) si estende nel contatto iniziale con il suolo ed aumenta la sua estensione nel progredire della fase di appoggio, segue una fase di plateau ed una seconda fase estensoria, la flessione comincia appena prima della fase di levata e raggiunge il suo massimo appena dopo la metà di quest'ultima nella maggior parte dei cavalli.

Il gomito (grafico n° 3) estende durante la fase di appoggio, arrivando generalmente al suo massimo verso la fine, la flessione inizia con la fase di levata, ma, nei nostri grafici, il picco massimo è risultato essere difforme nei vari soggetti a causa dei movimenti dei marker con la cute.

L'andamento dell'articolazione coxo-femorale (grafico n° 4) ha mostrato grande variabilità fra i soggetti e comunque non mostra grandi variazioni di flesso-estensione, inoltre, anche in questo caso, l'escursione del marker con la cute crea un margine di errore non trascurabile.

La grassella (grafico n° 5) mostra la sua massima estensione verso la fine della fase di levata, nella maggior parte dei soggetti segue una fase di plateau ed un'altra fase estensoria, più breve della prima.

Il tarso (grafico n° 6) inizia ad estendersi già alla fine della fase di levata e completa l'estensione con due picchi separati nella fase di appoggio, alla fine di quest'ultima abbiamo il picco dell'estensione.

Il nodello posteriore (grafico n° 7) si estende nell'immediato contatto con il suolo, a metà della fase di appoggio raggiunge il suo massimo, e non è seguito da un'evidente fase di plateau come per il nodello anteriore. La flessione rivela due picchi nella fase di levata.

Nella tabella 3 riportiamo i valori massimi e minimi di flessione ed estensione delle articolazioni prese in esame.

Tabella 3 Gradi articolari (medie e dev.st.)

	Max	Min
Nodello Anteriore	210,877°±7,23°	78,37°±11,64°
Carpo	186,246°±9,934°	51,583°±18,9°
Gomito	154,546°±14,56°	55,023°±15,87°
Grassella	168,92°±31,38°	51,139°±27,02°
Tarso	159,265°±5,59°	85,928°±8,87°
Nodello Posteriore	226,76°±19,39°	88,93°±15,17°

L'analisi della varianza, come mostra la tabella 4, evidenzia l'elevata significatività dei fattori fissi e delle interazioni prese in esame, in particolare, la significatività del fattore "ripetizioni" e "cavallo per ripetizioni", ci dice, in questo caso, che la ripetibilità delle misurazioni effettuate non è elevata come ci si aspettava, e che quindi, sarebbe

necessario aumentare il numero delle riprese effettuate per ogni cavallo per ridurre questo parametro.

L'elevato valore dell' R^2 ci conferma la validità e la completezza del modello da noi scelto per spiegare le variabili di questi dati sperimentali.

Tabella 4 Analisi della Varianza

	Nod Ant	Carpo	Gomito	Grassella	Tarso	Nod Post
Cavallo	*** 15446,376	*** 28,832	*** 5311,379	*** 138496,463	*** 4325,961	*** 33113,977
Tempo	*** 60880,817	*** 65924,625	*** 24211,354	*** 7216,048	*** 14944,799	*** 50461,267
Ripetizioni	*** 220,056	*** 601,129	*** 5311,379	*** 981,696	*** 3463,857	*** 550,619
Cavallo* tempo	*** 383,942	*** 233,211	*** 203,832	*** 52,526	*** 169,325	*** 289,364
Cavallo* ripetizioni	*** 194,687	*** 544,407	*** 19849,360	*** 774,576	*** 3528,398	*** 193,521
Errore residuo	49,440	47,246	26,097	12,491	31,570	31,554
R^2	0,963	0,969	0,978	0,990	0,930	0,977

L'elaborazione delle riprese per l'analisi del movimento articolare ha richiesto non poche energie e moltissimo tempo per l'elaborazione dei dati, in particolare, come già accennato nel Cap 2.1, la verifica della rilevazione automatica dei marker da parte del programma, l'espressione in forma grafica ed anche il fatto di effettuare le riprese dopo l'orario di chiusura dei centri hanno creato non pochi disagi.

Per questi motivi, abbiamo deciso di spostare la nostra attenzione sulle misurazioni lineari, le quali, richiedendo un'elaborazione più semplice ed un minor numero di marker potevano permetterci di effettuare

le riprese di giorno elaborando manualmente i video ottenendo comunque un decisivo risparmio in termini di tempo.

Di seguito riportiamo le tabelle relative alle medie stimate per ogni parametro considerato, divise per sesso e andatura.

Tabella 5 Medie stimate della popolazione (metri \pm dev.st.)

	SL Fore- limb	SL Hind- limb	Over- tracking	Ant. phase forelimb	Post. phase forelimb	Ant. phase hindlimb	Post. phase hindlimb
Maschi passo							
Media stimata	1,429 \pm 0,113	1,432 \pm 0,112	0,106 \pm 0,096	0,792 \pm 0,076	0,636 \pm 0,051	0,786 \pm 0,071	0,646 \pm 0,053
Maschi trotto							
Media stimata	1,825 \pm 0,162	1,834 \pm 0,167	-0,091 \pm 0,073	1,018 \pm 0,088	0,806 \pm 0,081	1,002 \pm 0,094	0,832 \pm 0,081
Femmine passo							
Media stimata	1,489 \pm 0,077	1,498 \pm 0,078	0,156 \pm 0,068	0,808 \pm 0,050	0,681 \pm 0,040	0,814 \pm 0,045	0,684 \pm 0,049
Femmine trotto							
Media stimata	1,927 \pm 0,128	1,926 \pm 0,132	-0,027 \pm 0,048	1,061 \pm 0,069	0,866 \pm 0,065	1,044 \pm 0,079	0,880 \pm 0,061

I dati riportati nelle tabelle mostrano valori inferiori di 30-40cm rispetto alla bibliografia presa in esame (Galisteo et al., 1996,1997; Molina et al., 2008), ma non bisogna dimenticare che il cavallo Bardigiano in realtà è un pony, dato che l'altezza al garrese secondo lo standard di razza è al di sotto di 1,51 mt, quindi non ci sono in realtà dati coerentemente

comparabili nella letteratura, poiché le andature di cavalli veri e propri saranno necessariamente più ampie rispetto a quelle di un pony.

L'overtracking negativo nell'andatura del trotto, indica come, all'aumentare della velocità dell'andatura, aumenti la distanza tra l'orma anteriore e quella posteriore ipsilaterale e di conseguenza, proporzionalmente alla lunghezza totale della falcata, si modifichino le proporzioni tra le fasi anteriori e posteriori (Peham et al., 1998; Back et al, 1994a). Ciò significa che al trotto alla mano, secondo i nostri dati e come risulta dalla bibliografia (Galisteo et al, 1997), l'orma dell'arto posteriore non copre quella dell'anteriore, il che, a nostro parere, si può ricondurre ad un minor impegno del treno posteriore nello sviluppo dell'andatura.

L'analisi della varianza dei dati (Tabella 6, 7) ci mostra l'eventuale significatività dei parametri inseriti nel modello.

La "Sede" delle riprese è un parametro che apporta grande variabilità così come ci aspettavamo, infatti, le modalità di addestramento, di gestione, di stabulazione e di alimentazione nei due centri che ospitano il Performance Test, sono molto diverse fra loro e soprattutto difficilmente standardizzabili.

La "Prova" è un elemento che, come spiegato in precedenza, riguarda solo le femmine. La sua significatività è dovuta alle differenze rilevate tra la prima ripresa, realizzata con soggetti che non erano ancora domati e la seconda, alla fine del periodo di addestramento. In generale risulta una diminuzione dell'ampiezza della falcata, sia anteriore che posteriore.

Tabella 6 Analisi della varianza femmine (valore F)

	Sede	Andatura	Prova	Anno	Ripeti- zioni	Andatura * ripetizioni	Cavallo (sede*andatura *anno)	R2
SL fore	72,09 ***	3043,79 ***	193,31 ***	24,07 ***	2,98 *	0,2	9,72 ***	0,88
SL hind	83,16 ***	2707,51 ***	227,87 ***	30,95 ***	2,06	0,1	8,96 ***	0,87
Over- tracking	0,00	1636,93 ***	0,32	2,05	5,99 ***	0,63	13,63 ***	0,76
Post phase forelimb	39,58 ***	1766 ***	114,31 ***	23,75 ***	2,60	0,30	8,83 ***	0,82
Ant phase forelimb	62,13 ***	2402,37 ***	149,43 ***	11,91 ***	1,8	0,11	7,37 ***	0,85
Post phase hindlimb	56,54 ***	1798,00 ***	164,39 ***	50,40 ***	2,09	0,35	8,41 ***	0,82
Ant phase hindlimb	46,60 ***	1510,11 ***	119,13 ***	9,34 ***	1,79	0,19	5,38 ***	0,79

* p<0,1

** p<0,05

*** p<0,001

Questo risultato si accorda con la bibliografia ed è dovuto ad un miglior impulso ed alla capacità di “riunire” l’andatura dopo un certo periodo di lavoro (Back et al, 1995), caratteristica estremamente positiva che conferma la qualità dell’addestramento ricevuto dai cavalli in entrambi i centri di doma.

Le “Ripetizioni” e l’interazione tra queste e l’andatura sono generalmente non significative, anche questo è un dato molto positivo

poiché sostanzialmente conferma un'elevata ripetibilità dei passaggi di ogni soggetto davanti alla telecamera, il che potrebbe consentirci di ridurre il numero delle riprese effettuate per ogni cavallo ed il tempo impiegato per l'analisi dei dati.

L' R^2 del modello è sempre molto alto, quindi spiega correttamente le variabili dei dati sperimentali.

Tabella 7 Analisi della varianza stalloni (valore F)

	Sede	Andatura	Anno	Ripetizioni	Andatura * ripetizioni	Cavallo (sede*andatura *anno)	R2
SL fore	72,10 ***	2022,19 ***	53,85 ***	0,99	5,90 ***	13,26 ***	0,89
SL hind	64,69 ***	2013,87 ***	55,96 ***	2,94 *	8,32 ***	12,90 ***	0,89
Overtracking	53,97 ***	1702,67 ***	40,39 ***	6,99 ***	1,04	17,68 ***	0,86
Post phase forelimb	53,13 ***	1022,82 ***	20,97 ***	0,49	2,38	8,68 ***	0,82
Ant phase forelimb	36,00 ***	1375,48 ***	51,92 ***	1,03	5,29 **	9,80 ***	0,86
Post phase hindlimb	36,38 ***	1304,08 ***	32,39 ***	2,29	7,24 ***	9,54 ***	0,85
Ant phase hindlimb	34,52 ***	959,69 ***	43,84 ***	1,26	3,72 *	6,82 ***	0,82

* p<0,1

** p<0,05

*** p<0,001

Negli stalloni l'analisi della varianza ha fornito risultati molto simili rispetto alle femmine, l'unica differenza riscontrata è nella significatività

del fattore “andatura per ripetizione”, che ci indica come le ripetizioni dell’andatura al passo siano diverse da quelle fatte al trotto, ciò mostra una minore regolarità rispetto alle femmine. La causa è da ricercarsi nelle caratteristiche legate al sesso, essendo gli stalloni più nevrili e maggiormente attenti a tutto ciò che gli accade intorno.

L’indice genetico ricavato dal modello è rappresentato dalle soluzioni del fattore “cavallo entro sede, andatura ed anno”. Come già accennato in precedenza (Cap 3.2), non è un valore genetico reale, che sarebbe impossibile a conoscersi, ma rappresenta una stima del valore genetico additivo dell’animale stesso, che consente di stilare delle vere e proprie graduatorie per ogni parametro considerato.

Alla fine del capitolo elenchiamo gli indici genetici da noi ricavati per ogni dato considerato.

Utilizzando le medie stimate delle misure lineari ottenute, abbiamo voluto ricercare la presenza di correlazioni con le votazioni espresse dai giudici in sede di prova finale del Performance Test ed alcune misure biometriche, tenendo in considerazione il fatto che la fase posteriore dell’arto anteriore, la fase anteriore dell’arto posteriore e la lunghezza totale della falcata, sono ottimi indicatori di una buona andatura e quindi dell’attitudine al lavoro a sella (Hodson et al, 2001; Molina et al, 2008). Le correlazioni sono state divise per andatura e sesso (Tabella 8,9,10,11).

Tabella 8 Correlazioni Stalloni passo

	SL Fore	SL Hind	Overtracking	Post Phase forelimb	Ant Phase forelimb	Post phase hindlimb	Ant phase hindlimb
Sella	0,372*	0,391*	0,434**	0,168	0,441**	0,192	0,456**
Salto	0,497**	0,408**	0,196	0,246	0,575***	0,381*	0,351*
Attacchi	0,271	0,253	0,019	0,061	0,365*	0,381*	0,142
Valutazione Morfologica	0,306	0,322	0,123	0,055	0,418**	0,287	0,287
Altezza	-0,016	0,101	-0,068	0,079	-0,078	0,161	0,041
Cfr torace	0,245	0,212	0,190	0,051	0,331	0,242	0,152
Spalla	-0,450*	-0,436*	-0,185	-0,458*	-0,299	-0,603**	-0,193
Imp-Equil	0,384	0,413**	0,435**	0,130	0,485**	0,172	0,503**
Amp-Elast- Agil-Reg	0,516**	0,512**	0,525***	0,258	0,594***	0,273	0,581***
Qualità prova	0,268	0,292	0,346*	0,147	0,301	0,184	0,331

* p<0,1

** p<0,05

*** p<0,001

Dalle correlazioni riportate in Tab 8 si evince come le misurazioni oggettive lineari siano correlate positivamente con le votazioni espresse dai giudici nelle prove finali del Performance Test. Le uniche correlazioni negative rilevate riguardano la misurazione della lunghezza della spalla. A tale proposito è necessario sottolineare che tali misurazioni vengono ancora eseguite con un metro lineare morbido che non garantisce affatto l'attendibilità del risultato (Molina et al., 1999), poiché potrebbe essere inficiato dalla quantità di grasso depositato in quella regione e dalla grandezza delle masse muscolari.

Troviamo correlazioni statisticamente significative con il punteggio dato nella prova a sella, nel <Salto>, nell'<Impulso ed Equilibrio> e nell'<Ampiezza-Elasticità-Agilità e Regolarità>.

In generale possiamo dire che questo risultato mette in evidenza come un esame quantitativo possa essere un valido supporto ad un esame qualitativo. Riguardo la prova a Sella risulta quindi evidente che gli stalloni riescono a mantenere le caratteristiche peculiari della loro andatura nonostante il peso del cavaliere e l'impegno nell'esecuzione di figure di maneggio con transizioni al passo, al trotto ed al galoppo. Questo sottolinea ancora una volta la grande versatilità e docilità di questi cavalli che in soli tre mesi vengono addestrati a saltare, rispondere ai comandi di un cavaliere e trainare una carrozza.

Le altre correlazioni (*Impulso-Equilibrio* e *Ampiezza-Elasticità-Agilità-Regolarità*) confermano a loro volta come l'andatura del passo sia un buon indicatore della qualità del movimento del cavallo (Mirò et al, 1996; Molina et al, 2008), essendo un'andatura naturale, simmetrica, molto bilanciata, che necessita di un'ottima coordinazione per il suo corretto svolgimento (Hodson et al, 2000). E' importante notare come le correlazioni siano significative con la lunghezza totale della falcata ed in particolare con le fasi anteriori di entrambi gli arti e l'Overtracking. Sono quindi le fasi di protrazione degli arti, secondo i nostri risultati, che rendono la falcata più ampia e qualitativamente migliore agli occhi dei giudici (Back et al, 1994a). L'Overtracking è un parametro di grande importanza, soprattutto per il lavoro in piano, valutato generalmente al trotto, poiché ci mostra l'impegno degli arti posteriori nello sviluppo dell'andatura, e quindi l'impulso che il cavallo dà al suo movimento (Clayton et al. 1999).

Questi dati ci portano perciò a fare anche delle considerazioni in merito alla struttura della scheda di valutazione del Performance Test. Riteniamo infatti opportuno, alla luce di questi risultati, separare dagli altri ai quali sono accorpati i giudizi relativi all'*Impulso* e all'*Ampiezza* della falcata, poiché risulta evidente che, tra tutti, solo questi due fattori siano effettivamente misurabili in maniera oggettiva.

Tabella 9 Correlazioni Femmine passo

	SL Fore	SL Hind	Overtracking	Post Phase forelimb	Ant Phase forelimb	Post phase hindlimb	Ant phase hindlimb
Sella	0,246	0,202	0,158	0,144	0,260	0,214	0,118
Salto	0,362**	0,318*	0,151	0,287	0,324*	0,224	0,309*
Attacchi	0,030	0,038	0,131	-0,099	0,127	0,063	-0,003
Valutazione Morfologica	0,093	0,064	0,163	0,086	0,075	-0,149	0,227
Altezza	0,223	0,134	-0,158	0,183	0,196	0,081	0,146
Cfr torace	0,090	0,050	-0,285	0,036	0,110	0,117	-0,041
Spalla	0,164	0,077	-0,099	-0,024	0,229	-0,041	0,150
Imp-Equil	0,090	0,026	0,044	-0,002	0,140	0,026	0,018
Amp-Elast-Agil-Reg	0,275*	0,231	0,175	0,152	0,298*	0,219	0,163
Qualità prova	0,290*	0,259	0,233	0,185	0,296*	0,264	0,164

* p<0,1

** p<0,05

*** p<0,001

Nei dati relativi alle femmine troviamo valori meno marcati di significatività rispetto ai maschi, ma correlazioni generalmente positive,

anche con la misura biometrica della Spalla. Quest'ultima, infatti, risulta più attendibile nelle femmine che non nei maschi, date le minori masse muscolari ed il minor deposito di grasso in quella regione.

Tabella 10 Correlazioni Stalloni trotto

	SL Fore	SL Hind	Overtracking	Post Phase forelimb	Ant Phase forelimb	Post phase hindlimb	Ant phase hindlimb
Sella	-0,091	-0,044	-0,251	-0,148	-0,046	-0,257	-0,141
Salto	0,425**	0,425**	0,182	0,337*	0,461**	0,319*	0,468**
Attacchi	0,109	0,069	-0,277	0,119	0,076	0,101	0,034
Valutazione Morfologica	0,225	0,221	0,196	0,150	0,260	0,121	0,280
Altezza	-0,170	-0,131	0,218	-0,141	-0,183	-0,116	-0,130
Cfr torace	-0,010	-0,055	0,018	-0,039	0,028	-0,093	-0,017
Spalla	-0,151	-0,211	-0,096	-0,051	-0,209	-0,117	-0,286
Imp-Equil	-0,092	-0,047	-0,286	-0,155	-0,039	-0,272	0,149
Amp-Elast- Agil-Reg	0,050	0,084	-0,198	-0,031	0,107	-0,141	0,265
Qualità prova	-0,150	-0,104	-0,253	-0,190	-0,116	-0,280	0,056

* p<0,1

** p<0,05

*** p<0,001

Considerando l'andatura del trotto, non ritroviamo le correlazioni evidenziate al passo, con l'eccezione del Salto, che mostra correlazione positiva e statisticamente significativa con l'ampiezza della falcata di entrambi gli arti e le loro rispettive fasi, ma solo nel gruppo degli stalloni.

Nelle valutazioni che esprimono i giudici in sede di Performance Test, l'esame dell'andatura del trotto riguarda principalmente la prova di lavoro in piano con il cavaliere, ciò potrebbe spiegare i risultati ottenuti in quanto è stato già dimostrato come l'interazione tra cavallo e cavaliere, per

questa andatura, crei delle differenze nei parametri cinematici e cinetici rispetto al cavallo condotto alla longhina (Schamhardt et al 1991; Clayton et al 1999).

Tabella 11 Correlazioni Femmine trotto

	SL Fore	SL Hind	Overtracking	Post Phase forelimb	Ant Phase forelimb	Post phase hindlimb	Ant phase hindlimb
Sella	-0,153	-0,174	0,051	-0,245	-0,061	-0,158	-0,165
Salto	0,035	0,043	0,226	-0,026	0,086	-0,087	0,142
Attacchi	-0,244	-0,284	-0,057	-0,317	-0,157	-0,264	-0,274
Valutazione Morfologica	0,046	0,042	0,143	0,050	0,058	0,020	0,058
Altezza	0,224	0,242	0,154	0,206	0,240	0,269	0,198
Cfr torace	-0,059	-0,038	-0,170	-0,045	-0,052	0,039	-0,101
Spalla	-0,092	-0,055	-0,096	-0,091	-0,094	-0,074	-0,036
Imp-Equil	-0,253	-0,284	0,038	-0,321	-0,176	-0,236	-0,293
Amp-Elast- Agil-Reg	-0,135	-0,149	0,124	-0,231	-0,038	-0,146	-0,127
Qualità prova	-0,118	-0,132	0,070	-0,219	-0,022	-0,149	-0,099

* p<0,1

** p<0,05

*** p<0,001

Le medie dei parametri lineari per ogni cavallo sono state elaborate anche dall'A.I.A. di Roma che ne ha stimato l'eventuale ereditabilità; le tabelle 12 e 13 mostrano come quest'ultima risulti essere medio-alta, in particolare nell'andatura del passo, in accordo con l'unico articolo rinvenuto in merito nella bibliografia consultata di Molina et al., del 2008. Questo lavoro però è stato svolto sul treadmill, a velocità standard, raccogliendo un campione di 130 cavalli andalusi, e valutando 18

parametri, tra questi, le uniche misure lineari considerate sono state la lunghezza della falcata anteriore e posteriore e l'altezza del piede da terra nella fase di levata.

Tabella 12 Ereditabilità misure lineari passo

Carattere	Media(m)±dev.st.	Ereditabilità
SL Forelimb	1,46±0,101	0,49±0,293
SL hindlimb	1,47±1,102	0,62±0,36
Overtracking	0,131±0,086	0,53±0,326
Post phase Forelimb	0,66±0,051	0,32±0,355
Ant phase Forelimb	0,80±0,065	0,40±0,283
Post phase Hindlimb	0,67±0,055	0,62±0,334
Ant phase Hindlimb	0,80±0,061	0,23±0,346

Tabella 13 Ereditabilità misure lineari trotto

Carattere	Media(m)±dev.st.	Ereditabilità
SL Forelimb	1,88±0,156	0,25±0,387
SL hindlimb	1,88±0,158	0,38±0,38
Overtracking	-0,058±0,07	0,85±0,318
Post phase Forelimb	0,84±0,08	0,52±0,450
Ant phase Forelimb	1,039±0,082	0,05±0,347
Post phase Hindlimb	0,86±0,076	0,54±0,386
Ant phase Hindlimb	1,02±0,089	0,76±0,378

INDICI GENETICI MASCHI PASSO

Nome cavallo	anno valutazione	SL forelimb	SL hindlimb	Overtracking	Post phase forelimb	Ant phase forelimb	Post phase hindlimb	Ant phase hindlimb
Achille	2009	0.596088100	0.570425935	0.4970546224	0.3556074851	0.265514288	0.2023282108	0.364791842
Agadir	2008	0.557599945	0.593269719	0.3041882876	0.3934549039	0.163958367	0.2678318806	0.322231894
Alex	2009	0.364253476	0.401180780	0.2804418916	0.2536556807	0.133821897	0.1305241496	0.268605833
Anchise	2008	0.723533463	0.712267191	0.3678873966	0.5128395500	0.210573213	0.3537281419	0.355250434
Ares	2011	0.204357543	0.154444001	0.1370781316	0.0872044106	0.116574265	0.0821160464	0.069270627
Arkas	2011	-0.033770925	-0.048106835	0.0780587139	0.0227893156	-0.056966082	-0.0407770380	-0.009193205
Brando	2008	0.623483592	0.621753679	0.1849937409	0.4451678580	0.178318137	0.3028586136	0.315670425
Campione PC	2011	-0.038456597	-0.013732817	-0.0352846740	0.0437264906	-0.086413955	-0.0127649641	-0.003244488
Cervino2	2011	0.164534428	0.172676492	0.1095620109	0.0790779268	0.084747326	0.0557385683	0.114664469
Cirillo	2011	0.380317355	0.416628275	0.1459440351	0.2586910200	0.121224053	0.1775207119	0.235735963
Darco	2011	-0.067136566	-0.086660666	-0.0844264307	-0.0053828275	-0.062646760	-0.0514070491	-0.037540460
Elio	2011	-0.054365184	-0.055848237	0.0157782643	0.0010628507	-0.068267902	-0.0230646109	-0.032187745
Elton	2008	0.801853130	0.796124833	0.2967749956	0.4769471869	0.324666489	0.3108654073	0.481912640
Falco	2011	0.023750000	0.046807917	0.0576664477	-0.020000000	0.043750000	0.0509161860	-0.004044295
Farouk	2010	-0.079948008	-0.027923249	-0.0537726667	-0.0070969950	-0.074229236	-0.0467016128	0.017196810
Fulgido	2010	-0.060168086	-0.032369196	-0.0331336100	-0.0389939797	-0.022626190	-0.0376255494	0.003634089
Gianco	2008	0.239369098	0.364767191	-0.0310682317	0.1996498238	0.038440849	0.1824781419	0.180667101
Hassan	2011	0.280713354	0.250769535	0.1391829657	0.2059129573	0.076144011	0.1397044958	0.107854818
Jo Brown	2011	-0.140739748	-0.104160666	0.0577708815	-0.0663739198	-0.075317178	-0.0614070491	-0.045040460
Pesto	2010	0.465246279	0.487752424	0.3837672728	0.2454457465	0.219506174	0.1262451948	0.358168540
Pilato	2011	-0.039206991	-0.019723704	0.0219166846	0.0577027809	-0.097164695	-0.0436669668	0.013732751
Pitagora	2008	0.124384865	0.268203487	-0.0003674393	0.1087823148	0.013615771	0.0798093867	0.186384965
Primo Zucchero	2011	0.450853112	0.464259900	0.2661957926	0.2373750872	0.214408520	0.2232213301	0.239189829
Saddam	2011	-0.140465572	-0.152587478	-0.0590094176	-0.0192554065	-0.121919340	-0.0914681355	-0.063377101
Santana	2008	0.073359276	0.118399510	-0.1235991362	0.0994982173	-0.027446336	0.0369459212	0.079863343
Secondo Pepe	2011	-0.020741558	0.036250000	-0.0776112371	0.0209629885	-0.041943546	0.0212500000	0.015000000
Sharon	2008	0.234163255	0.304414323	-0.0188188817	0.1773985266	0.055247302	0.1273569794	0.175312283
Spirit	2011	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000
Tarzan	2009	0.227766830	0.271583135	0.0866949210	0.1110908754	0.140636726	0.1117882059	0.158213209
Ulisse	2010	-0.073063540	-0.014869196	-0.0581336100	-0.0276596375	-0.046670099	-0.0688755494	0.052384089
Varenne	2010	0.421118316	0.432273938	0.1684630789	0.2110611003	0.209696883	0.1534229314	0.275529759
Wagner	2011	0.302914365	0.350695695	0.2614081550	0.1981897262	0.108382364	0.1799462978	0.169136856

INDICI GENETICI MASCHI TROTTO

Nome cavallo	anno valutazione	SL forelimb	SL hindlimb	Overtracking	Post phase forelimb	Ant phase forelimb	Post phase hindlimb	Ant phase hindlimb
Achille	2009	0.596088100	0.570425935	0.4970546224	0.3556074851	0.265514288	0.2023282108	0.364791842
Agadir	2008	0.557599945	0.593269719	0.3041882876	0.3934549039	0.163958367	0.2678318806	0.322231894
Alex	2009	0.364253476	0.401180780	0.2804418916	0.2536556807	0.133821897	0.1305241496	0.268605833
Anchise	2008	0.723533463	0.712267191	0.3678873966	0.5128395500	0.210573213	0.3537281419	0.355250434
Ares	2011	0.204357543	0.154444001	0.1370781316	0.0872044106	0.116574265	0.0821160464	0.069270627
Arkas	2011	-0.033770925	-0.048106835	0.0780587139	0.0227893156	-0.056966082	-0.0407770380	-0.009193205
Brando	2008	0.623483592	0.621753679	0.1849937409	0.4451678580	0.178318137	0.3028586136	0.315670425
Campione PC	2011	-0.038456597	-0.013732817	-0.0352846740	0.0437264906	-0.086413955	-0.0127649641	-0.003244488
Cervino2	2011	0.164534428	0.172676492	0.1095620109	0.0790779268	0.084747326	0.0557385683	0.114664469
Cirillo	2011	0.380317355	0.416628275	0.1459440351	0.2586910200	0.121224053	0.1775207119	0.235735963
Darco	2011	-0.067136566	-0.086660666	-0.0844264307	-0.0053828275	-0.062646760	-0.0514070491	-0.037540460
Elio	2011	-0.054365184	-0.055848237	0.0157782643	0.0010628507	-0.068267902	-0.0230646109	-0.032187745
Elton	2008	0.801853130	0.796124833	0.2967749956	0.4769471869	0.324666489	0.3108654073	0.481912640
Falco	2011	0.023750000	0.046807917	0.0576664477	-0.020000000	0.043750000	0.0509161860	-0.004044295
Farouk	2010	-0.079948008	-0.027923249	-0.0537726667	-0.0070969950	-0.074229236	-0.0467016128	0.017196810
Fulgido	2010	-0.060168086	-0.032369196	-0.0331336100	-0.0389939797	-0.022626190	-0.0376255494	0.003634089
Gianco	2008	0.239369098	0.364767191	-0.0310682317	0.1996498238	0.038440849	0.1824781419	0.180667101
Hassan	2011	0.280713354	0.250769535	0.1391829657	0.2059129573	0.076144011	0.1397044958	0.107854818
Jo Brown	2011	-0.140739748	-0.104160666	0.0577708815	-0.0663739198	-0.075317178	-0.0614070491	-0.045040460
Pesto	2010	0.465246279	0.487752424	0.3837672728	0.2454457465	0.219506174	0.1262451948	0.358168540
Pilato	2011	-0.039206991	-0.019723704	0.0219166846	0.0577027809	-0.097164695	-0.0436669668	0.013732751
Pitagora	2008	0.124384865	0.268203487	-0.0003674393	0.1087823148	0.013615771	0.0798093867	0.186384965
Primo Zucchero	2011	0.450853112	0.464259900	0.2661957926	0.2373750872	0.214408520	0.2232213301	0.239189829
Saddam	2011	-0.140465572	-0.152587478	-0.0590094176	-0.0192554065	-0.121919340	-0.0914681355	-0.063377101
Santana	2008	0.073359276	0.118399510	-0.1235991362	0.0994982173	-0.027446336	0.0369459212	0.079863343
Secondo Pepe	2011	-0.020741558	0.036250000	-0.0776112371	0.0209629885	-0.041943546	0.0212500000	0.015000000
Sharon	2008	0.234163255	0.304414323	-0.0188188817	0.1773985266	0.055247302	0.1273569794	0.175312283
Spirit	2011	0.000000000	0.000000000	0.0000000000	0.0000000000	0.000000000	0.0000000000	0.000000000
Tarzan	2009	0.227766830	0.271583135	0.0866949210	0.1110908754	0.140636726	0.1117882059	0.158213209
Ulisse	2010	-0.073063540	-0.014869196	-0.0581336100	-0.0276596375	-0.046670099	-0.0688755494	0.052384089
Varenne	2010	0.421118316	0.432273938	0.1684630789	0.2110611003	0.209696883	0.1534229314	0.275529759
Wagner	2011	0.302914365	0.350695695	0.2614081550	0.1981897262	0.108382364	0.1799462978	0.169136856

INDICI GENETICI FEMMINE PASSO

Nome cavallo	Anno	SL forelimb	SL hindlimb	Overtracking	Post phase forelimb	Ant phase forelimb	Post phase hindlimb	Ant phase hindlimb
Alfa	2011	0.458404204	0.495654609	0.2053581801	0.2191439622	0.251111522	0.2552110817	0.251111522
Alpina	2011	0.083035463	0.117752973	0.1254609203	0.0644207603	0.018594562	0.1358005604	0.018594562
Apollonia	2011	0.077857321	0.137240669	0.1854648385	0.0922534639	-0.014433198	0.1055615605	-0.014433198
Ashley	2011	0.241071154	0.285050612	0.1151254168	0.1298294789	0.123104524	0.1317824788	0.123104524
Azzurra	2009	0.085332823	0.055953502	0.0662328360	0.0288498928	0.068123722	0.0599908578	0.068123722
Brezza	2010	0.743311671	0.724020707	0.3358098240	0.3669237483	0.399968431	0.3871025064	0.399968431
Carezza	2011	0.519943438	0.522701274	0.2271001048	0.2368898635	0.294884502	0.2207411769	0.294884502
Cassandra	2011	0.411737538	0.450159469	0.1724726406	0.1946995178	0.231111522	0.2213414454	0.231111522
Cleopatra	2011	0.009703321	0.046919639	0.1302412594	0.0327519807	-0.042475396	0.0266338937	-0.042475396
Dani	2010	0.181272043	0.213477321	0.1138825461	0.0980102770	0.094953580	0.1431593184	0.094953580
Fiorella	2011	0.326000397	0.367521742	0.0651498170	0.1700763926	0.167746190	0.1953632208	0.167746190
Flora	2010	0.783758911	0.786354640	0.4119698749	0.3732598063	0.434097733	0.4268869408	0.434097733
Furia	2010	0.670749152	0.696154600	0.1842787870	0.3498625969	0.344505108	0.4051903310	0.344505108
Giada	2010	0.610186671	0.604862829	0.2013114858	0.3294237483	0.304343431	0.3453982206	0.304343431
Jasmine2	2010	0.148012608	0.155595602	0.2207760670	0.1095311699	0.050227272	0.1497694610	0.050227272
Lady	2010	0.680951761	0.704704973	0.3334207986	0.3844704485	0.320093812	0.4299888155	0.320093812
Lilly	2009	0.018931036	0.027608520	0.1012328360	-0.0353643215	0.065931478	0.0230652548	0.065931478
Madison	2010	0.696071738	0.719715021	0.2895900904	0.3436887619	0.376012416	0.4142716277	0.376012416
Maggy	2010	0.252454895	0.278553313	0.2648406822	0.1285490536	0.134787904	0.2205930108	0.134787904
Marron	2011	0.356693757	0.393289601	0.1020836240	0.1889110698	0.183376629	0.1735580173	0.183376629
Melita	2010	0.173529431	0.189282006	0.1206080548	0.1024282381	0.082804662	0.2003008485	0.082804662
Mistral	2009	0.045504896	0.071474815	0.1492596464	0.0365526680	0.020590064	0.0961269788	0.020590064
Ombra	2011	0.356193438	0.367888481	0.1641081801	0.1752231968	0.192801168	0.2044977959	0.192801168
Patrizia	2011	0.000000000	0.000000000	0.0000000000	0.0000000000	0.000000000	0.0000000000	0.000000000
Penelope	2009	0.072156281	0.026760443	0.0467476683	0.0379581072	0.045867472	0.0567771008	0.045867472
Principessa	2010	0.223652903	0.253852193	0.1059089700	0.1043613990	0.130985011	0.1844560360	0.130985011
Romea	2009	0.088109159	0.069703502	0.0495661693	-0.0260906424	0.125815569	0.0662408578	0.125815569
Rosy	2010	0.751901912	0.776672404	0.2237170631	0.3583055088	0.417159036	0.4367741076	0.417159036
Selene	2011	0.212929517	0.213381140	0.0166414467	0.1206365251	0.104095780	0.1090148216	0.104095780
Shila	2010	0.272436055	0.306191069	0.2558459151	0.1842775268	0.099867681	0.2387699970	0.099867681
Stella	2011	0.432000397	0.439060702	0.0865364919	0.2090763926	0.234746190	0.2064742039	0.234746190
Tosca	2011	0.466917664	0.467291951	0.1765364919	0.1907218798	0.288035417	0.2333081378	0.288035417
Trilly	2011	0.298906534	0.331526499	0.1383488866	0.1605288988	0.146884905	0.1651471509	0.146884905
Viola	2010	0.183796268	0.201602321	0.2214577206	0.0961728815	0.099333797	0.1419093184	0.099333797

INDICI GENETICI FEMMINE TROTTO

Nome cavallo	Anno	SL forelimb	SL hindlimb	Overtracking	Post phase forelimb	Ant phase forelimb	Post phase hindlimb	Ant phase hindlimb
Alfa	2011	-0.114080105	0.437163730	-.0651608571	-.0700878646	-0.045175869	-.1071360978	0.021339641
Alpina	2011	-0.078333333	0.532092621	-.0188888889	-.0283333333	-0.061666667	-.0433333333	-0.021666667
Apollonia	2011	-0.179209588	0.472553177	-.0712215495	-.1027052109	-0.088286660	-.1050391972	-0.014141585
Ashley	2011	0.076273444	0.495130616	0.0237280318	0.0177496947	0.058722194	0.0361972355	0.048006307
Azzurra	2009	-0.002699227	0.289959150	-.0079806538	0.0019259772	-0.004738684	-.0553898182	0.014175163
Brezza	2010	0.453883336	0.239097785	0.2170889849	0.2145804386	0.247233528	0.2120317718	0.225064579
Carezza	2011	0.281273444	0.465905601	0.0603946985	0.1160830281	0.168722194	0.0995305689	0.151339641
Cassandra	2011	0.170010865	-0.085697825	-.0220598981	0.0501811522	0.119865415	0.0510520013	0.140044338
Cleopatra	2011	-0.233045272	0.084302175	-.0755163791	-.1074010910	-0.137359598	-.1445817011	-0.070692904
Dani	2010	-0.054374511	0.250968841	0.0392935774	-.0189827058	-0.035369370	0.0040274358	-0.039458460
Fiorella	2011	-0.029345267	0.191213307	-.1094079523	-.0222160340	-0.006849416	-.0274801473	-0.006762708
Flora	2010	0.575441196	-0.034153392	0.1793031481	0.2911214597	0.296234706	0.2508393805	0.281107120
Furia	2010	0.428577619	0.172635508	0.1526847103	0.1904685985	0.249983163	0.2158052808	0.256637522
Giada	2010	0.498245338	-0.002364492	0.1629640352	0.2618358766	0.248295799	0.2706423367	0.224389346
Jasmine2	2010	0.006945249	0.014302175	0.1500000000	0.0161582124	-0.009236748	0.0166666667	-0.041111111
Lady	2010	0.317255300	0.052013324	0.0971657100	0.1526649411	0.176518936	0.1382543871	0.151565175
Lilly	2009	-0.190803580	0.054422831	-.0646677824	-.1165390684	-0.074341705	-.1153910248	-0.098844800
Madison	2010	0.241769306	0.000000000	0.0897429007	0.0841884616	0.169500391	0.1160956036	0.122930319
Maggy	2010	-0.028660524	-0.041171624	0.0700000000	-.0126459871	-0.016031211	-.0022222222	-0.013333333
Marron	2011	0.147940110	-0.214219566	0.0039231331	0.0610830281	0.087055527	0.0178639022	0.154672974
Melita	2010	-0.120507753	-0.131719566	0.0570951703	-.0555404882	-0.064909661	-.0319755288	-0.060480440
Mistral	2009	-0.118303580	0.000000000	-.0996264851	-.0815390684	-0.036841705	-.0666410248	-0.065094800
Ombra	2011	0.016273444	-0.035445748	-.0018275238	0.0460830281	-0.029611139	-.0088027645	-0.010327026
Patrizia	2011	0.000000000	-0.024444444	0.0000000000	0.0000000000	0.000000000	0.0000000000	0.000000000
Penelope	2009	0.000000000	-0.015555556	0.0000000000	0.0000000000	0.000000000	0.0000000000	0.000000000
Principessa	2010	-0.004175367	-0.092534148	-.0024549686	0.0011800660	-0.005363017	0.0236851723	-0.029460355
Rosy	2009	0.485818898	-0.005802444	0.1536084850	0.2047193917	0.292964618	0.2054793032	0.260393290
Selene	2010	0.061273444	-0.011681228	-.0940497460	0.0427496947	0.018722194	0.0211972355	-0.016993693
Shila	2011	-0.013647655	0.000000000	0.0598935725	-.0045437150	-0.009136067	0.0073413084	-0.019010553
Stella	2010	0.082194218	-0.065000000	-.0098026508	0.0143811188	0.052926231	-.0126540747	0.064710392
Tosca	2011	0.051085314	-0.116267405	-.0318994584	-.0091752058	0.060410215	-.0195749417	0.073980070
Trilly	2011	0.000000000	-0.215355534	0.0000000000	0.0000000000	0.000000000	0.0000000000	0.000000000
Viola	2011	0.000000000	0.000000000	0.0000000000	0.0000000000	0.000000000	0.0000000000	0.000000000

CAPITOLO 6

CONCLUSIONI

La selezione del cavallo Bardigiano, che dura da quasi trent'anni, ha prodotto ad oggi risultati incoraggianti, infatti, mantenendo pressoché inalterate le sue caratteristiche peculiari, la razza è stata valorizzata nei pregi e resa altamente omogenea nei parametri morfologici.

Il nostro lavoro ha contribuito a migliorare ed incrementare questo processo, dando una direzione netta in termini di selezione e cercando di colmare la lacuna esistente riguardo i rapporti tra l'analisi oggettiva del movimento in condizioni di campo e lo studio dei parametri genetici coinvolti; inoltre, abbiamo finalmente una descrizione scientifica dei parametri angolari e lineari relativi all'andatura della razza bardigiana.

Il calcolo degli indici genetici ha un valore importantissimo dal punto di vista della selezione, poiché permette agli allevatori di programmare in maniera specifica gli accoppiamenti per migliorare un determinato carattere. L' ereditabilità medio alta dei caratteri da noi presi in considerazione consentirà quindi di avere una precoce risposta in termini di selezione.

In particolare desideriamo sottolineare come l'andatura del passo è infine risultata essere la più adatta e la più utile ai nostri scopi, sia durante le riprese vere e proprie, data la semplicità estrema di esecuzione, sia nella successiva elaborazione dei dati, alla luce dei risultati ottenuti.

Le correlazioni da noi rilevate tra le misurazioni lineari ed i giudizi dati dagli esperti di razza in sede di prova finale del Performance Test, ci hanno indotti a proporre all'Associazione Nazionale della Razza Bardigiana una modifica delle schede utilizzate, in modo tale da renderle il più


possibile aderenti ad una corretta ed esauriente valutazione dell'andatura dei soggetti esaminati.

La predizione dell'attitudine dei cavalli all'attività sportiva è un argomento di grande interesse nel settore equino: i soli parametri biometrici, avendo una bassa ereditabilità e non essendo direttamente correlati con le performance, sono considerati di secondaria importanza (Koenen et al., 1995). Per questo motivo, riteniamo estremamente importante continuare e raffinare questo tipo di studi scientifici, estendendoli anche ad altre razze con caratteristiche simili al cavallo Bardigiano, in modo tale da poter avere finalmente dei termini di paragone adeguati.

Come future prospettive di ricerca, sempre con l'appoggio dell'Associazione Nazionale, si intende proseguire lo studio principalmente sotto due aspetti: ampliando il range dei parametri presi in considerazione alle misure temporali (durata della falcata totale e delle fasi anteriori e posteriori, frequenza della falcata) e stimando, grazie ai software utilizzati dall'A.I.A. di Roma, gli indici genetici "andatura" degli altri cavalli iscritti al Libro Genealogico, secondo i gradi di parentela.

ALLEGATO 1

Scheda per la valutazione d'ingresso

<u>VALUTAZIONE DI INGRESSO</u>		
DATA _____		
NOME SOGGETTO: _____	Matricola L.G. _____	
DATI BIOMETRICI		
Altezza garrese cm _____	Circ. torace cm _____	stinco cm _____ spalla cm _____
Condizioni generali: _____ _____		
Carattere, atteggiamento, espressione: _____ _____		
Sviluppo, diametri: _____ _____		
Stato di nutrizione:	<input type="checkbox"/> B.C.S. ingresso	<input type="checkbox"/> B.C.S. uscita
Arti, articolazioni e appiombi: _____ _____		
Presenza di tare o lesioni all'ingresso: _____ _____		
Ferratura o altro: _____ _____		
Doma ed addestramento: _____ _____		
LA COMMISSIONE _____		

ALLEGATO 2


Scheda di valutazione del Performance Test

CAVALLO			
<i>Lavoro in scuderia (1. 2.)</i>		VALUTAZIONE INTERMEDIA	VALUTAZIONE FINALE
<i>Lavoro a sella (3. 4. 5. 6.)</i>		IL	IL
1. Governo alla mano - Lavoro nel box			
2. Accettazione bardature - Montare a cavallo - Docilità			
3. Impulso - Desiderio di portarsi in avanti - Equilibrio			
4. Ampiezza - Elasticità - Agilità - Regolarità delle andature			
5. Obbedienza alle azioni - Franchezza - Attenzione e fiducia			
6. Qualità di esecuzione della prova			
1. LAVORO IN PIANO	PUNTI		
2. SALTO IN LIBERTA'	PUNTI		
3. PROVA DI ATTACCO	PUNTI		
GIUDIZIO 2:			
GIUDIZIO 3:			
0-49 INSUFFICIENTE / 50-69 SCARSO / 70-74 SUFFICIENTE / 75-79 DISCRETO / 80-84 BUONO / 85-89 MOLTO BUONO / 90-100 OTTIMO			

ALLEGATO 3

Scheda di valutazione lineare e sintetica

Ufficio Centrale Libro Genealogico Cavallo di Razza Bardigiana Scheda di Valutazione Morfologica Lineare



SCHEDA N° Provincia

Nome Soggetto N° L.G. NATA/O IL PROPRIETARIO LOC.

DATI BIOMETRICI Alt. garrese Circ. Torace Circ. Sfinco Spalla

Mantello Testa

Arti: Ant. sin. Ant. des. Post. sin. Post. des.

Altre parti corpo

MANTELLO

FONDO: 0 1 baio ordinario 2 3 baio cilegia 4 5 baio castano 6 7 baio oscuro 8 9 morello molino 10

SEGNALEZIONI: a) rabicanature b) riga mulina c) lavature d) balzane e) altro.....

TESTA

VOLUME: 0 1 pesante e voluminosa 2 3 massiccia 4 5 media dimensioni 6 7 leggera 8 9 gracile conico 10

PROFilo: 0 1 montonino 2 3 4 5 rettilineo 6 7 8 9 camuso 10

ESPRESS.: 0 1 poco espressivo 2 3 4 5 espressivo 6 7 8 9 molto espressivo 10

SEGNALEZIONI: a) orecchio lungo b) orecchio piccolo c) occhio grande d) occhio cerchiato e) altro.....

COLLO

LUNGH.: 0 1 molto corto 2 3 corto 4 5 medio 6 7 lungo 8 9 molto lungo 10

ATTACCO COLLO/TESTA: 0 1 molto massiccio 2 3 massiccio 4 5 medio 6 7 leggero 8 9 molto leggero 10

ATTACCO COLLO/TRONCO: 0 1 molto massiccio 2 3 massiccio 4 5 medio 6 7 leggero 8 9 molto leggero 10

DIREZIONE: 0 1 verticale 2 3 4 5 intermedia 6 7 8 9 orizzontale 10

SEGNALEZIONI: a) collo arquato b) collo rovesciato c) altro.....

SPALLA

LUNGH.: 0 1 molto corta 2 3 corta 4 5 media 6 7 lunga 8 9 molto lunga 10

INCLINAZIONE: 0 1 tendente al verticale 2 3 poco inclinata 4 5 media 6 7 inclinata 8 9 molto inclinata 10

BRACCIO: 0 1 tendente orizzontale 2 3 4 5 intermedio 6 7 8 9 tendente verticale 10

SEGNALEZIONI: a) spalla pesante e massiccia b) spalla atrofica c) spalla non aderente d) altro.....

LINEA DORSO LOMBARE

GARRESE: 0 1 basso e largo 2 3 poco evidente 4 5 medium evidente 6 7 evidente e prol. 8 9 evidente e prolungato 10

LUNGH. LINEA DORSO LOMB.: 0 1 molto corta 2 3 corta 4 5 media 6 7 lunga 8 9 molto lunga 10

DIREZ. LINEA DORSO LOMB.: 0 1 molto instab. e debole 2 3 piuttosto debole 4 5 suff. sostenuta 6 7 sostenuta 8 9 tesa e sostenuta 10

SEGNALEZIONI: a) più basso davanti b) altro.....

GROPPA

LUNGHEZZA: 0 1 molto corta 2 3 corta 4 5 media 6 7 lunga 8 9 molto lunga 10

INCLINAZIONE: 0 1 orizzontale 2 3 poco inclinata 4 5 mediamente inclinata 6 7 obliqua 8 9 avallata 10

LARGHEZZA: 0 1 stretta e scarna 2 3 stretta agli ischi 4 5 quadrata 6 7 ampia e muscolosa 8 9 molto ampia 10

SEGNALEZIONI: a) doppia b) spiovente c) angolosa d) altro.....

ARTI

QUALITA': 0 1 snelli e gracili 2 3 piuttosto leggeri 4 5 mediamente robusti 6 7 robusti 8 9 grossolani 10

APPIOMB. DI FRONTE: 0 1 molto cognolo 2 3 cognolo 4 5 corretto 6 7 mancino 8 9 molto mancino 10

POST. VISTI DA DIETRO: 0 1 cognolismo garr. aperti 2 3 4 5 corretti 6 7 8 9 mancinismo garr. vaccini 10

POST. VISTI DI LATO: 0 1 molto falciati 2 3 falciati 4 5 corretti 6 7 piuttosto diritti 8 9 diritti 10

SEGNALEZ.: a) ginocchio arcato b) ginocchio incavato c) sotto di se ant.te d) fuori di se ant.te e) chiuso ant.te f) aperto ant.te
g) chiuso post.te h) aperto post.te i) pastois cedevoli l) pastois corte m) piede piccolo n) piede largo o) piede incastellato
p) modello arrembato q) traverso..... tare ossee..... tare molli..... altre.....

TORACE E PETTO

VISTO FRONTE (DIAM. TRAV.): 0 1 petto stretto con tor. piatto 2 3 petto sbast. stretto e poco muscoloso 4 5 med. svi. e muscoloso 6 7 petto aperto ben muscol. 8 9 petto molto aperto e tor. rotando 10

VISTO PRONTO (ALTEZZA): 0 1 poco sviluppato 2 3 sviluppato 4 5 suff. sviluppato 6 7 profondo 8 9 molto profondo 10

ANDATURE

IMPULSO: 0 1 corte con poco impulso 2 3 corte e rilevate 4 5 suff. impulso 6 7 ampie con suff. imp. 8 9 ampie con forte imp. 10

SEGNALEZIONI: a) incrocchia b) falcia c) sbiliarda d) dondola sul posteriore e) rade il tappeto f) altre.....

TEMPERAMENTO

0 1 molto docile 2 3 docile 4 5 suff. docile 6 7 caparbio 8 9 ribelle 10

SEGNALEZIONI: al rilevamento dei dati biometrici si avvicina con a) difficoltà b) facilità c) altro.....

TIPO DI ALLEVAMENTO PRATICATO: a) brado b) semi brado mesi al pascolo (.....) c) in box

EVENTUALE GRAVIDANZA: SI NO DOMATO/A SI NO

ANNOTAZIONI:

QUALIFICA e PUNTI ottimo 90 - 100 buono 80 - 84 sufficiente 70 - 74
 molto buono 85 - 89 discreto 75 - 79 insufficiente meno di 70

data/...../..... Firma esperto

PUNTI

tipicità...../10 mantello e pigmentazione...../10 sviluppo...../10 testa...../10

collo e spalla...../10 petto e torace...../10 dorso e lombi...../10 groppa...../10

arti...../10 appiombi e andatura...../10

TOTALE PUNTI...../100

BIBLIOGRAFIA

- Back, W., Barneveld, A., Bruin, G., Schamhardt, H.C., Hartman, W. (1994a) “Kinematic detection of superior gait quality in young trotting warmbloods. *Vet. Quart.* 16 Suppl 2: S91-96.
- Back, W., Barneveld, A., Schamhardt, H. C., Bruin, G. and Hartman, W. (1994b) “Longitudinal development of the kinematics of 4-, 10-, 18- and 26-month-old Dutch Warmblood horses. *Equine Vet.J.* 17 (Suppl.): 3-6.
- Back, W., Hartman, W., Schamhardt, H.C., Bruin, G., Barneveld, A. (1995) “Kinematic response to a 70 day training period in trotting Dutch Warmbloods” *Eq. Vet.J.* 18 (Suppl): 127-131.
- Back W., Clayton H. (2001) “Equine locomotion” Ed. Saunders W.B., United Kingdom.
- Barrey, E., Galloux, P., Vallette, J.P., Auvinet, B., Wolter, R. (1993) “Stride characteristics of overground versus treadmill locomotion in the saddle horse.” *Acta Anatomica* 146: 90-94.
- Barrey E. (1999) “Methods, Applications and Limitations of Gait Analysis in Horses” *The Veterinary Journal* 157, 7-22.
- Buchner, H.H.F., Savelberg, H.H.C.M., Schamhardt, H.C., et al. (1994a) “Habituation of horses to treadmill locomotion” *Eq. Vet. J.* 17 (suppl): 13-15.
- Buchner, H.H.F., Savelberg, H.H.C.M., Schamhardt, H.C., et al. (1994b) “Kinematic of treadmill versus overground locomotion.” *Vet Q* 16 (suppl 2) S 87-90.

- Cano, M. R., Mirò, F., Vivo, J., Galisteo, A. M., (1999). “Comparative biokinematic study of young and adult Andalusian horses at the trot” J. Vet. Med. 46, 91-101.
- Cano, M.R., Vivo, J., Miro', F., Morales, J.L., Galisteo, A.M. (2001) “Kinematic characteristics of Andalusian, Arabian and Anglo-Arabian horses: a comparative study” Research in Veterinary Science 71, 147-153.
- Catalano, A.L., Martuzzi, F. (1994) “Diffusione, variabilità morfologica ed evoluzione della razza cavallina Bardigiana” Annali Fac. Medicina Veterinaria, Università di Parma, Vol XIV.
- Catalano, A. L., Martuzzi, F., Filippini, S., Vaccari Simonini, F. (2005) “Evaluation for riding and driving purposes of Bardigiano Horse stallions and mares.” Book of Abstracts of the 56th Annual Meeting of the European Association for Animal Production (11): 32.
- Catalano, A., L. (2007) “Il cavallo Bardigiano. Origine, selezione, morfologia ed allevamento”. Associazione Nazionale Allevatori Razza Bardigiana.
- Clayton, H. M., (1991). “Advances in Motion Analysis” Vet. Cl. North Am.: Eq. Pract. Vol 7, 2, 365-82.
- Clayton, H.M., (1994a) “Comparison of the stride Kinematics of the collected, working, medium and extended trot in horses” Eq. Vet. J. 26: 230-234.
- Clayton, H.M., (1996) “Instrumentation and techniques in locomotion and lameness” Vet. Clin. Of North Am.: Equine practice Vol 12, 2: 337-349.

- Clayton, H.M., Lanovaz, J.L., Schamhardt, H.C., Wessum, R. van (1999) "Rider effects on ground reaction forces and fetlock kinematics at the trot" *Eq. Vet. J.* 30 (Suppl.): 235-239.
- Corley, J.M., Goodship, A.E., (1994) "Treadmill training induced changes to some kinematic variables measured at the canter in Thoroughbred fillies" *Eq. Vet. J.*, 17 (Suppl.): 20-24.
- Courouncé, A., Geoffroy, O., Barrey, E., Rose, R.J. (1999) "Comparison of exercise tests on different tracks and on an uninclined treadmill in French Trotters" *Eq. Vet. J.*, 30 (Suppl): 528-532.
- Denoix J. M., Chateau H. (2005) "Biomechanics and Etiopathogenesis of Equine Distal Limb Injuries" Proceedings IX^o Congresso di Medicina e Chirurgia Equina di Ginevra.
- Drevemo, S., Dalin, G., Fredricson, I., Hiertén, G., (1980) "Equine locomotion 1: The analysis of linear and temporal stride characteristics of trotting Standardbreds" *Eq. Vet. J.* 12: 60-65.
- Fioretti, M., Catalano, A.L., Rosati, A. Martuzzi, F. (2005) "Bardigiano horse selection: a genetic global index for linear type traits" *Conservation genetics of endangered horse breeds EAAP publication 116*: 147-154.
- Galisteo, A.M., Cano, M.R., Miro, F., Vivo, J., Morales, J.L., Agüera, E. (1996) "Angular joint parameters in the Andalusian Horse at walk, obtained by normal videography" *J. of Eq. Vet. Sci.* Vol 16 Number 2 73-77.
- Galisteo, A.M., Vivo, J., Cano, M.R., Morales, J.R., Miro, F., Agüera, E. (1997) "Differences between breeds (Dutch Warmblood

- vs Andalusian purebred) in forelimb Kinematics” *Journal of Equine Science* 8: 43-47.
- Galisteo, A.M., Cano, M.R., Morales, J.L., Vivo, J., Miro', F. (1998) “The influence of speed and height at the withers on the kinematics of sound horses at the hand-led trot” *Vet. Res. Communications* 22, 415-423.
 - Galisteo, A.M., Morales, J.L., Cano, M.R., Miro, F., Aguera, E., Vivo, J. (2001) “Inter-breed differences in equine forelimb kinematics at walk” *Journal of Veterinary Medicine* 47: 147-152.
 - Hodson, E.F., Clayton, H.M., Lanovaz, J.L. (2000) “The forelimb in walking horse: 1 Kinematics and ground reaction forces” *Equine Veterinary Journal* 32: 287-294.
 - Hodson, E.F., Clayton, H.M., Lanovaz, J.L. (2001) “The hindlimb in walking horse: 1 Kinematics and ground reaction forces” *Equine Veterinary Journal* 33: 38-43.
 - Khumsap, S., Clayton, H.M., Lanovaz, J.L., Bouchey, M. (2002) “Effect of walking velocity on forelimb kinematics and kinetics” *Equine exercise physiology Eq. Vet. J. Suppl* 34 325-329.
 - Koenen, E.P.C., van Veldhuizen, A.E., Brascamp, E.W. (1995) “Genetic parameter of linear scored conformation traits and their relation to dressage and show-jumping performance in the Dutch Warmblood riding horse population” *Livest. Prod. Sci.* 43: 85-94.
 - Leach, D.H., Ormrod, K., Clayton, H. M. (1984) “Standardised terminology for the description and analysis of equine locomotion” *Equine Vet. J.* 16 (6): 522-8.
 - Libro degli Indici della razza Bardigiana (2005).

- Magnusson, L.E., (1995) “Studies on the conformation and related traits of Standardbred trotters in Sweden. An objective method for measuring the equine conformation. Thesis, SLU, Skara.
- Martuzzi, F., Vaccari Simonini, F., Gosi, S., Catalano, A. L. (2007) “Kinematics of gaits in Bardigiano Horse” *J. Anim. Sci.*, Vol. 6 (suppl 1): 653.
- Miro, F., Morales, J.L., Garcia Palma, G., Galisteo, A.M. (1996) “Collection in the passage and piafe of Spanish Purebred horses. A preliminary report.” *Pferdeheilkunde* 12, 693-697.
- Molina, A., Valera, M., Dos Santos, R., Rodero, A. (1999) “Genetic parameters of morphofunctional traits in Andalusian horse” *Livest. Prod. Sci.* 60, 295-303.
- Molina, A., Valera, M., Galisteo, A.M., Vivo, J., Gomez, M.D., Rodero, A., Agüera, E. (2008) “Genetic parameters of biokinematic variables at walk in the Spanish purebred (Andalusian) horse using experimental treadmill records” *Livestock Science* 116 pg 137-145.
- Nicodemus, M.C., Holt, H.M. (2006) “Two-dimensional kinematics of the flat-walking Tennessee Walking Horse yearling” *Equine and Comparative Exercise Physiology* 3 (2); 101-108.
- Nicodemus, M. C., Slater, K. A., (2008). “Forelimb Kinematics of the walk and Paso Llano of the Peruvian Paso.” 6th Inter. Conference on Equine Locomotion, Cabourg, France, 67.
- Pehham, C., Licka, T., Mayr, A., Scheidl, M., Girtler, D. (1998) “Speed dependency of motion pattern consistency” *Journal of Biomechanics* 31 769-772.

- Schamhardt, H.C., Merkens, H.W., Osch, G.J.V.M. (1991) “Ground reaction force analysis of horse ridden at walk and trot. *Equine. Exerc. Physiol.* 3: 120-127.
- Schamhardt, H.C., (1996) “Quantitative analyses of equine locomotion” *Measuring Movement and locomotion: from Invertebrates to Humans*, Springer-Verlag, Heidelberg, pp 189-211.
- Setterbo, J.J., Garcia-Nolen, T., Kim, S., Campbell, I., Johnson, T., Hubberd, M., Stover, S., (2008) “Forelimb kinematics of galloping thoroughbred racehorses measured on dirt, synthetic, and turf track surfaces” 6th International Conference on Equine Locomotion, 16-19 June , Cabourg, France.
- Sha, D.H., Mullineaux, D.R., Clayton, H.M. (2004) “Three-dimensional analysis of patterns of skin displacement over the equine radius”. *Eq. Vet. J.* 36 (8) 665-670.
- Weeren, P.R., van (1989) “Skin displacement in equine kinematic gait analysis” PhD Thesis University of Utrecht, Utrecht the Netherlands p 211.
- Weeren, P.R., van, “History of Locomotor Research” (2001) cap 1 *Equine Locomotion* Ed. Saunders W.B., United Kingdom.

Esprimo un sentito ringraziamento:

- ~ Al coordinatore del Dottorato di Ricerca Prof.ssa Paola Superchi ed al mio docente tutor Prof.ssa Francesca Martuzzi.
- ~ all'Associazione Provinciale Allevatori di Parma, Sezione Cavallo Bardigiano.
- ~ Al Prof. Alberto Sabbioni, Dipartimento di Produzioni Animali, Biotecnologie Veterinarie Qualità e Sicurezza degli Alimenti, Università di Medicina Veterinaria di Parma, per il fondamentale contributo nell'analisi statistica dei dati.
- ~ Al Dott. Mauro Fioretti, Associazione Italiana Allevatori di Roma, per la sua professionalità.
- ~ A tutti i tecnici che hanno collaborato alle riprese, e agli allevatori di cavalli Bardigiani.