



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SASSARI

**SCUOLA DI DOTTORATO IN
SCIENZE VETERINARIE**

INDIRIZZO: Riproduzione, Produzione e Benessere Animale (XXIX CICLO)

**LA RICERCA SCIENTIFICA
IN UNA MANIFESTAZIONE TRADIZIONALE A CAVALLO:
IL CASO-STUDIO DELLA SARTIGLIA DI ORISTANO**

Docente guida

dott. Michele Pazzola

Direttore

prof. Salvatore Naitana

**Tesi di dottorato del
DOTT. GIUSEPPE SEDDA**

ANNO ACCADEMICO 2015 – 2016

INDICE

Abstract		II
1	Introduzione	pag. 1
1.1	Le manifestazioni popolari nelle quali vengono impiegati equidi, al di fuori degli impianti e dei percorsi ufficialmente autorizzati	„ 2
1.2	La Sartiglia di Oristano	„ 5
1.3	La legislazione e la ricerca scientifica relative all'uso degli animali in manifestazioni popolari	„ 25
1.4	Parametri e marcatori ematologici di benessere e stress in medicina veterinaria	„ 28
1.5	La tecnica termografica in medicina veterinaria	„ 33
2	Scopo	„ 36
3	Research papers	
3.1	Responses of hematological parameters, beta-endorphin, cortisol, reactive oxygen metabolites, and biological antioxidant potential in horses participating in a traditional tournament	39
3.2	Validation of reference intervals for the use of infrared thermography as a non-invasive diagnostic tool for the prediction of subclinical lameness in horses of a traditional tournament, the Sartiglia of Oristano, Italy	52
4	Discussione e conclusioni	„ 74
5	Bibliografia	„ 80
	Ringraziamenti	„ 89



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SASSARI
SCUOLA DI DOTTORATO IN
SCIENZE VETERINARIE
XXIX ciclo**

Anno Accademico 2015-2016

Tesi di dottorato del dottor GIUSEPPE SEDDA

La ricerca scientifica in una manifestazione tradizionale a cavallo: il caso-studio della Sartiglia di Oristano

Scientific research in a traditional horse tournament: the case-study of the Sartiglia of Oristano, Italy

Abstract

The Sartiglia is a traditional horse joust held in Oristano, Italy, since the 16th century during Carnival celebrations. This kind of events are often criticized because of possible concerns linked to health and welfare of animals. The aim of this thesis is to present two scientific papers, which can potentially provide useful information about possible critical points and remedial strategies. The first evaluates the physiological response and the health status of horses in response to the different stages of the event. Blood tests evidence that horses are in optimal health, also before the start of the tournament, and changes of blood parameters are quickly recovered to baseline values. The second paper reports an investigation about the validation of reference intervals for thermographic values of limbs' regions. A large distribution of temperatures is recorded on clinically healthy horses. This can represent a problem for the possible prediction of subclinical disease. However, as the use of thermography in the horse is still sporadic the survey may be useful as a benchmark study. In addition, we should

not underestimate the involvement and cooperation of various institutions and the possible adaptation of scientific protocols to the strict and ancient stages of a traditional event. The interpretation of the results can lead to a direct benefit linked to animal welfare and the organization of the Sartiglia.

1. Introduzione

1.1 LE MANIFESTAZIONI POPOLARI NELLE QUALI VENGONO IMPIEGATI EQUIDI, AL DI FUORI DEGLI IMPIANTI E DEI PERCORSI UFFICIALMENTE AUTORIZZATI.

Nel mondo esistono una moltitudine di manifestazioni tradizionali con basi storiche e ludiche incentrate sull'utilizzo di animali.

La *Corrida*, nella sua originale versione Spagnola, esportata successivamente nei territori conquistati del Sudamerica, rappresenta un lampante, ma per alcuni versi anche crudele, esempio di tali manifestazioni. La *Corrida* è stata considerata per anni l'intrattenimento per numerosi turisti e l'oggetto di identificazione, della cultura e fierezza di un popolo (Cohen, 2014; Marvin, 2015). In tempi recenti, è divenuta la dimostrazione di una crescente percezione dei diritti e della condanna delle crudeltà verso gli animali, ma anche uno spunto di dibattiti politici per la conquista dell'indipendenza regionale o della completa aderenza al nuovo spirito dell'Europa unita (Brandes, 2009).

Anche nel panorama nazionale Italiano si può enumerare un lunghissimo elenco di manifestazioni tradizionali che presuppongono l'utilizzo degli animali. Molti di queste aderiscono alla Federazione Italiana dei Giochi Storici (FIGS, 2016). Tali manifestazioni conservano basi sportive e competitive accoppiate alla ricostruzione dell'ambientazione storica con una attiva e imponente partecipazione delle popolazioni impegnate. Le manifestazioni sono spesso organizzate all'interno dei centri storici delle città, delle quali rappresentano un serbatoio culturale e una risorsa turistica (FIGS, 2016). Tra le più celebri si annoverano le corse in cui si utilizzano i cavalli, soprattutto quelle al "Palio", ossia il drappo o stendardo che

rappresenta il premio per il vincitore delle corse al galoppo con la monta a pelo, ovvero senza sella (Tobey, 2011).

Il Palio di Siena è senza dubbio quello più noto sia a livello nazionale che internazionale. Dieci dei 17 rioni cittadini, le Contrade, corrono le due edizioni annuali, il 2 luglio e 16 Agosto. È datato al 1633 il primo palio corso in Piazza del Campo. Ogni anno affollano la sola piazza circa 50 mila persone. Questa manifestazione, come molte altre, ha da anni dedicato numerose iniziative per la tutela dei cavalli impegnati e per il miglioramento delle regole e delle procedure interne (Comune di Siena, 2016).

Il Palio di Asti, si corre nell'omonima città piemontese ogni terza domenica di settembre. Le più antiche testimonianze scritte lo fanno risalire al 1275. Partecipano alla corsa ventuno binomi cavallo-cavaliere in rappresentanza di altrettanti rioni e borghi e il corteo storico è composto da circa un migliaio di figuranti in costume medioevale (FIGS, 2016; Comune di Asti, 2016).

La giostra della Quintana di Foligno è invece l'esempio di un altro tipo di manifestazione a cavallo, con chiare origini nei giochi di abilità militare, che si tiene annualmente nella città umbra due volte all'anno: nel mese di giugno e nel mese di settembre. Sin dal 1613, dieci cavalieri, rappresentanti dei rioni cittadini, compiono un percorso al galoppo a forma di otto, nella cui intersezione è posto il fantoccio ligneo rappresentante un guerriero, ossia la Quintana, che nel pugno sostiene gli anelli che devono essere infilati dalla lancia del cavaliere. È dichiarato vincitore, e anche in questo caso come nelle corse al galoppo sopracitate è premiato con il Palio,

il cavaliere che nel minor tempo e con minor numero di penalità avrà compiuto la sua corsa (FIGS, 2016; Quintana, 2016).

La Sartiglia, che si svolge nella città sarda di Oristano, è una corsa all'anello che unisce la tradizione dei giochi di abilità militare a quella del carnevale.

1.2 LA SARTIGLIA DI ORISTANO

(paragrafo redatto sulla base dei seguenti documenti: Falchi e Zucca, 2002; Alziator, 2007; AA VV, 2010; Uргу, 2011. Fondazione Sartiglia, 2012; Casu e Obino, 2012; AA VV, 2016).

1.2.1 Oristano, la Città della Sartiglia.

La storia della città della Sartiglia, ed in particolare del suo territorio, inizia in età molto antica. Testimonianze della presenza dell'uomo, risalenti al neolitico recente, datate tra il 3400 ed il 2900 a.C., sono state ritrovate nei dossi alluvionali prospicienti il fiume Tirso e alle pendici del Monte Arci, nel territorio municipale della odierna Oristano. Numerose tracce, riferibili al XV secolo a. C., rimandano ad insediamenti umani di età nuragica, ma all'età romana imperiale si riferirebbe l'etimologia del nome della futura città. Infatti, la derivazione del nome Oristano da un toponimo prediale, rimanderebbe ad una *mansio Aristiana*, verosimilmente, una proprietà fondiaria abitata, in seguito villa, riferibile alla gens Aristia, famiglia attestata nel territorio da alcuni documenti epigrafici.

In età bizantina, il ruolo di *Aristiane* diviene sempre più determinante nel cuore del golfo; sviluppo, favorito dalla sua felice posizione, ben raccordata all'asse viario che collega il Nord con il Sud dell'Isola, non lontana dai pescosissimi stagni, strategicamente a ridosso dalla linea di costa e protetta dal fiume Tirso che, con le sue piene, fertilizzava una delle aree più produttive dell'intera pianura del Campidano. Ma è a partire dall'XI secolo che *Aristiane* viene elevata al rango di città ed in particolare di capitale medievale. Infatti, come afferma lo storico

cinquecentesco Giovanni Francesco Fara, il quale afferma di aver tratto la notizia da un “antico manoscritto”, nell’anno 1070, a causa delle continue ed ormai insostenibili scorribande dei pirati musulmani, le massime autorità civili e religiose di Tharros decisero di abbandonare definitivamente l’antica città per trasferirsi con tutta la popolazione in una località più sicura, scegliendo *Aristiane* come nuova residenza. Si tratta di uno dei passaggi storici più importanti dal punto di vista della storia delle istituzioni dell’Europa medievale. La Sardegna, che formalmente si trovava ancora sotto il potere dell’Impero Romano d’Oriente, approfittando della lontananza delle istituzioni e dell’autorità bizantina in seguito alla pericolosa presenza nel Mar Mediterraneo del pericolo arabo, tra il X e l’XI secolo vede affermarsi nell’Isola quattro forme statuali autonome, sovrane e perfette, i giudicati, eredi dei quattro distretti amministrativi in cui si trovava suddivisa la Sardegna bizantina: Calari (l’odierna Cagliari), Turrìs Libissonis (Porto Torres), Civita (Olbia) e Tharros. Erano gli antichi capoluoghi delle *partes* amministrative dell’isola sotto Bisanzio e divenivano, nella nuova realtà istituzionale, quattro capitali di altrettanti stati autonomi ed indipendenti.

Aristanis, capitale giudicale, sul finire del XIII secolo, per volontà del sovrano Mariano II d’Arborea è cinta di mura e fortificata da imponenti torri. Ancora oggi la rete viaria del cuore antico della città, unitamente ai resti delle porte e delle cortine muraria che si sono conservate, ben documentano la forma e le dimensioni dell’antica città murata. Nel corso del XIV secolo, la Oristano dei grandi sovrani Ugone II, Pietro III, Mariano IV ed Eleonora d’Arborea, registra la presenza di importanti maestranze artigiane che hanno trapuntato la città di rilevanti monumenti

religiosi. Nelle strade del *Portus*, il centro fortificato cittadino, si aprivano le botteghe degli artigiani e le rivendite dei mercanti nonché i magazzini e i laboratori di una città ricca di vita mentre, fuori dalle mura, crescevano e si sviluppavano i sobborghi, i *brugus* di contadini, artigiani e *congiolargios*, gli artigiani della creta, destinati a moltiplicare sempre di più le produzioni dei loro prodotti, *su strexiu de terra*, brocche e stoviglie di uso quotidiano, che per la qualità e la bellezza dovrà soddisfare non solo il fabbisogno della città ma di numerosissimi villaggi in tutta l'Isola.

Sul finire del XIV secolo la regina Eleonora accoglie dal padre Mariano IV e dal fratello Ugone III una difficile eredità. Dopo decenni di guerre sanguinose contro l'invasore aragonese e l'imperversare della peste, la giudicessa decide, nel 1388, di stipulare la tregua contro il nemico. È in quel momento, di fronte ad una mutata situazione politica, economica e sociale, che questa donna di legge e di pace delibera di rinnovare la *Carta de Logu*, il codice legislativo dello Stato dell'Arborea già emanato da suo padre Mariano IV. La modernità e ad un tempo la saggezza legislativa della nuova *Carta de Logu* fu tale che, nel 1420, dopo la fine di fatto e di diritto del Regno dell'Arborea con la cessione da parte dell'ultimo erede Guglielmo III di Narbona dei suoi diritti giudicali agli aragonesi, i nuovi dominatori dell'Isola la estesero su tutto il Regno di Sardegna. Sarà il re Carlo Felice, ormai in età sabauda, nel 1827, a sostituire definitivamente la *Carta de Logu* di Eleonora con il suo nuovo Codice di Leggi Civili e Criminali del Regno di Sardegna.

In seguito ai rinvenimenti archivistici noti sino a questo momento, la Oristano Città Regia è la città delle più antiche giostre a cavallo. Provengono infatti dal

ricchissimo Archivio Storico del Comune di Oristano le più antiche testimonianze della giostra oristanese, collocando la Sartiglia nella prima metà del Cinquecento. Dallo stesso archivio giungono inoltre le numerose attestazioni della corsa nel XVII, XVIII e XIX secolo. In tutte queste attestazioni la Sartiglia, attraverso una complessa fenomenologia, è documentata come uno spettacolo disposto dall'autorità civica per il divertimento del pubblico, organizzato per celebrare eventi importanti, in particolare, la nascita o il matrimonio di eredi al trono reale. E come già accennato, così come avveniva in tutte le altre città d'Italia e d'Europa, dove lo spettacolo veniva rappresentato di fronte al palazzo dell'autorità cittadina, anche in Oristano le dimostrazioni di festa, comprese le giostre a cavallo, si svolgevano nella Piazza di Città, ovvero nel piazzale prospiciente il Palazzo di Città. Sin dalla prima metà del XVI secolo, ma con buona probabilità anche da prima, la storia della Sartiglia si intreccia con la storia della Città. Nobili, autorità cittadine e gremi, sono gli attori protagonisti della storia della città, gli stessi che partecipano, a vario titolo, nel ruolo di personaggi principali anche alla corsa equestre. Questo elemento ci induce ad ipotizzare che in origine, anche i cortigiani ed i familiari della nobiltà giudicale, i *donnicellos*, così come in seguito, consiglieri civici ed autorità cittadine e, successivamente, le corporazioni di mestiere, onoravano le importanti ricorrenze religiose e civili, divertendosi ed intrattenendo il popolo con le mascherate, caroselli e giochi equestri, dimostrando, nella quotidianità così come nei momenti di festa, la rilevanza del ruolo e l'importanza della loro funzione nella società di Oristano del tempo.

1.2.2 La Sartiglia di Oristano: origini e storia.

La Sartiglia di Oristano è l'ultima corsa all'anello che ancora oggi si svolge in Sardegna, spettacolo equestre che vanta una continuità storica di gran lunga superiore rispetto alle altre rare giostre che attualmente si corrono in Italia ed in Europa. Le più antiche origini della Sartiglia, verosimilmente, risalgono all'età medievale, epoca in cui si diffusero in tutta Europa i tornei equestri cavallereschi e i giochi di addestramento militare a cavallo. Intorno al X-XI secolo, nell'epoca dei regni e delle monarchie feudali, i cavalieri, espressione diretta della nobiltà, sono i protagonisti non solo degli eventi militari, ma segnano complessivamente l'organizzazione politica, sociale e più in generale, culturale dell'Europa del tempo. Il cavaliere, difensore valoroso e protettore della fede, simbolo di fedeltà ed eroe dell'amor cortese, era il nobile che poteva permettersi un cavallo, provvedere alla necessaria bardatura e dotarsi di un'armatura completa che potesse consentirgli di andar in battaglia al seguito del suo principe. Pur registrando anche in età romana l'esercizio delle armi a cavallo, così come testimoniato dagli *hippica gymnasia*, si tende a contestualizzare intorno al X secolo le forme di addestramento equestre dei cavalieri che, durante i periodi di pace, nel tentativo di cogliere o colpire un bersaglio, si allenavano alla guerra. Queste esercitazioni costituiscono le più antiche origini delle giostre e dei tornei, allenamenti che con il passare dei secoli ed il mutare delle armi e delle strategie belliche, per la loro valenza ludica e spettacolare, divengono dei veri e propri intrattenimenti destinati ad un pubblico di spettatori, destinati a segnare il programma delle celebrazioni di importanti eventi. Il termine "giostra", dal latino *juxtare*, significa avvicinarsi, accostarsi, mentre "torneo", ancora

una volta dal latino, rimanda al verbo *torneare*, ovvero girare intorno. Con il termine giostre si indicano le corse “all’incontro”, ovvero quelle esibizioni nelle quali due cavalieri, avvicinandosi l’un l’altro in corsa, si scontrano nel tentativo di colpirsi e disarcionarsi, altre volte l’incontro-scontro vede protagonista il singolo cavaliere che, impegnato, nella sfida con altri, dà prova di abilità nel tentativo di cogliere o colpire un bersaglio. Nei tornei, diversamente, si registra la partecipazione di gruppi di cavalieri, anche in formazione di squadriglie, che danno vita, con l’ausilio di scenografie, a composizioni coreografiche, mettendo in scena veri e propri spettacoli quali ad esempio la simulazione di battaglie. Tutte queste nobili espressioni dell’arte dell’andare a cavallo, mostrano aspetti di competizione agonistica e di divertimento, sia per i protagonisti sia per il pubblico che vi assiste.

Lo svolgimento di una giostra così come la realizzazione di un torneo, comportava sempre necessariamente, la scelta e l’opportuno approntamento di un campo per l’esibizione, e, laddove necessario, l’allestimento della scenografia. In particolare, per lo svolgimento delle giostre, così come documentano i numerosi trattati del XVII e del XVIII secolo che ereditano regolamenti molto più antichi, era necessario definire le regole per ogni incontro, dal disciplinamento dell’abbigliamento che ogni partecipante doveva rispettare, alla nomina del “maestro di campo”, chiamato Mantenitore. Talvolta le giostre erano organizzate da un nobile che lanciava la sfida ai suoi contendenti, notizia ed appuntamento che venivano diffusi attraverso la lettura di un bando, affidata ad un araldo che a cavallo raggiungeva città e villaggi. Altre volte sovrani e principi cavalieri giostravano per conquistarsi la bellezza e la virtù di una dama. Le giostre divenivano col tempo

sempre più occasioni di divertimento e di espressione delle abilità equestri dei cavalieri che non mancavano di ostentare la propria agiatezza, sfoggiando ricche armature e preziose gualdrappe sui loro cavalli. Nel basso medioevo, nel cuore dell'Europa, le città divenivano il cuore della vita economica, sociale e culturale delle comunità. E' qui che a partire dal Quattrocento, si disputeranno gli spettacoli equestri, nelle piazze principali, di fronte al palazzo dell'autorità cittadina. Tornei, giostre all'anello, al saracino e quintane, da appuntamenti itineranti, dove i nobili sfidavano avversari e competitori, si trasferiscono nelle città, per celebrare con i loro spettacoli i principali momenti di festa delle comunità cittadine. Nei secoli in cui le nascenti monarchie nazionali soppiantavano la vecchia feudalità, nel Vecchio Continente, sempre più spesso si registrano nei programmi dei festeggiamenti, gli spettacoli equestri sia in occasione di ricorrenze di natura religiosa, sia per le celebrazioni civili. Nel corso del XV e del XVI secolo tali manifestazioni assunsero forma di grandi spettacoli popolari, offerti da sovrani, viceré, vescovi e corporazioni di mestiere in occasione di incoronazioni, nascite di eredi al trono o altre particolari festività del calendario liturgico, come la festa del santo patrono della città, coinvolgendo direttamente il ceto nobile e relegando il popolo al rango di spettatore. Nel 1559 l'affermazione di questi eventi segnò una battuta d'arresto. Infatti, la morte seguita all'incidente accorso al re di Francia Enrico II di Valois, che partecipò in prima persona alla giostra all'incontro organizzata per celebrare la pace di Cateau Cambresis, stipulata dallo stesso re francese con Filippo II re di Spagna, scoraggiò per diverso tempo l'organizzazione di questi spettacoli equestri. Alla ripresa, anche per intervento diretto del Papa, lungi dal rappresentare espressioni dell'arte della

guerra, si affermarono solo con l'uso di armi spuntate, rimandando alla sola espressione "cortese", simbolica e rituale, di carattere non cruento, avendo solo una valenza dimostrativa di spettacolo e intrattenimento. In molte corti italiane e nel resto d'Europa si diffuse la teatralizzazione scenica delle feste cavalleresche, dove lo spettacolo non era più "combattuto", ma "rappresentato". Tra le corti italiane in cui si registra il maggior numero di spettacoli equestri vi sono quelle della Roma dei Papi, di Firenze, di Modena e di Napoli.

Le feste barocche, ricche di figuranti e di personaggi a cavallo, segnano i momenti di festa anche delle Città Regie del Regno di Sardegna, all'epoca, sotto la dominazione spagnola. È l'epoca delle grandi rappresentazioni, non ultime quelle sacre, che ancora oggi rivivono nei riti perpetuati dalle confraternite religiose d'abito, nelle giornate della Settimana Santa. Anche la giostra equestre di Oristano è da considerarsi uno spettacolo, una vera e propria teatralizzazione con il suo spazio scenico, il suo canovaccio, i suoi attori protagonisti, le sue comparse e, soprattutto, gli spettatori. Come già accennato, alcune testimonianze indirette, confermerebbero la partecipazione alle giostre ad ai tornei equestri dei giudici arborensi, ma le più antiche attestazioni della Sartiglia, attualmente, la confermano come uno spettacolo equestre organizzato dalle autorità civiche della Oristano Città Regia.

Il termine Sartiglia deriva dal castigliano *Sortija*, in catalano *Sortilla*, la cui etimologia rimanda al latino *sorticula*, ovvero "anello" e la cui origine richiama la *sors-tis*, la fortuna. Si tratta di un esercizio di abilità e fortuna che consiste, correndo al galoppo sul cavallo, nell'infilare con la punta di una lancia o di una spada, un anello che pende da un nastro posto ad una certa altezza. La più antica

attestazione della Sartiglia di Oristano è del 1547: l'autorità civica dispone l'organizzazione della giostra per celebrare le "allegrie" dell'imperatore, ovvero Carlo V, all'epoca sovrano della Corona di Spagna e quindi del Regno di Sardegna. Questo primo documento di Sartiglia ci presenta un contesto storico-politico e culturale molto definito: la notizia è tratta da un Registro di Consiglieria, fascicolo che registrava i provvedimenti e le relative spese adottate dall'autorità locale, i Consiglieri Civici, e rimanda ad una precisa decisione dell'esecutivo cittadino che per celebrare degnamente il sovrano di Spagna, dispone l'organizzazione di uno spettacolo, e così come era in uso nel tempo, uno spettacolo equestre.

Tutti i preziosi documenti custoditi presso l'Archivio Storico cittadino che attestano la corsa nel XVI e XVII secolo presentano un modello di Sartiglia ben definito:

- 1- L'autorità civica, per festeggiare il lieto evento della nascita di un erede al trono o il matrimonio di un principe, dispone l'organizzazione di una Sartiglia;
- 2- dal bilancio cittadino si impegnano le risorse per la realizzazione dell'anello d'argento;
- 3- si commissionano le lance al maestro falegname che talvolta realizza anche le staccionate per delimitare il percorso della corsa;
- 4- a guidare la giostra nel ruolo di *Mantenidor*, è questo il titolo del capo della corsa in tutti i documenti di età spagnola, è un consigliere civico, una delle massime autorità del governo civico;

- 5- si dispone l'acquisto delle stoffe preziose e colorate che dovranno essere utilizzate per la realizzazione del costume del capo della corsa nonché dei decori per la bardatura del suo cavallo;
- 6- si individuano i premi della gara: broccati e stoffe pregiate per i vincitori.
- 7- la giostra, unitamente alle altre dimostrazioni di festa in programma quali mascherate e balli, si svolgono nella Piazza di Città.

Nel corso dei secoli, la Sartiglia, nel suo canovaccio, nei suoi protagonisti e nel suo cerimoniale si modifica, accompagnando e seguendo la storia della Città di Oristano. Ne sono un esempio le attestazioni della corsa nel XVIII secolo. Ancora una volta è l'Archivio Storico Cittadino che ci fornisce le preziose indicazioni circa le novità della storia della Sartiglia. Due preziosissimi documenti, uno del 1701 e una ricca cronaca del 1722 ci presentano nel ruolo di protagonisti delle corse equestri i gremi. Si tratta delle antiche confraternite di mestiere, documentate nelle Città Regie della Sardegna a partire dalla fine del XV secolo, e in Oristano dal XVI, che riunivano in corporazione religiosa soci che svolgevano la stessa professione. Tra il XVII ed il XVIII secolo tali istituzioni, alle quali era demandata l'intera organizzazione del lavoro artigiano, come si definirà meglio più avanti in questo studio, rivestirono un ruolo sempre più importante in città, ruolo riconosciuto anche dalle autorità cittadine. Nei documenti di Sartiglia del XVIII secolo sono proprio i gremi i protagonisti delle giornate di festa, ancora una volta organizzate per celebrare importanti ricorrenze legate alla vita dei principi. Il contenuto della cronaca del 1722 in particolare ha offerto particolare luce sulla storia degli studi sulla giostra oristanese. Riportata in un Registro di Consiglieria, a pochi anni dai Trattati di

Londra e dell’Aja che hanno segnato il passaggio del Regno di Sardegna ai Savoia, Principi di Piemonte, dando vita alla nuova istituzione del Regno Sardo-Piemontese, la relazione riferisce delle numerose giornate di festa organizzate dall’autorità civica per celebrare il matrimonio del principe Carlo Emanuele di Savoia con la principessa Cristina del Palatinato. Su invito esplicito dell’autorità cittadina partecipano alle celebrazioni tutti i sette gremi cittadini, ognuno secondo le proprie espressioni di festa o tradizioni equestri, in particolare i falegnami che corrono con le lance, i figoli che tirano *alcançias* e “...*los labradores corriendo la estrella...*” ovvero i componenti della compagine dei contadini, correndo alla stella. Si tratta della prima attestazione di questo nuovo bersaglio, la stella, che evidentemente ha sostituito l’anello. Tra le numerose novità riferite nel documento, oltre alla notizia relativa a questo antico legame tra il Gremio dei contadini e la dimostrazione equestre della giostra alla stella, vi è quella riferita alla corsa equestre messa in scena dai figoli, i lavoratori della creta; a svolgere il ruolo di *Mantenidor* in questa esibizione equestre è proprio il *Majorale en cabo* del gremio, ovvero la massima autorità della corporazione. Queste preziose descrizioni forniteci dalla relazione hanno offerto una importante chiave di lettura del cerimoniale e delle fasi della Sartiglia dei nostri giorni. Infatti i gremi, così come nel Settecento, sono ancora oggi i protagonisti della manifestazione. Ma se tre secoli fa i soci dei gremi, erano gli attori principali della Sartiglia, le cui autorità ricoprivano il ruolo di *Mantenidor*, e tutti, sui loro cavalli si cimentavano in diverse forme di abilità equestre, oggi continuano ad essere i detentori del cerimoniale della giostra, dimostrando nel corso delle diverse fasi della manifestazione le loro storiche prerogative. Ai gremi principalmente, in secondo

ordine a numerose altre Istituzioni, a partire dall'Amministrazione Comunale, si deve storicamente la salvaguardia e la trasmissione di questo antico cerimoniale cavalleresco che, tra il XVIII ed il XIX secolo, subirà profonde trasformazioni. In molte città d'Italia e d'Europa, per diversi motivi, col passare dei secoli, si è interrotta la tradizione equestre legata alle corse all'anello o al saracino, per poi essere ripresa in età contemporanea, per celebrare la ricorrenza del santo patrono o per festeggiare il carnevale. Ne sono un esempio la corsa all'anello documentata nel 1371 a Narni, in provincia di Terni, che oggi rivive i suoi fasti dopo la ripresa della tradizione nel Novecento, in occasione della festa di San Giovenale, o ancora, tra le più celebri, si ricorda la corsa della Quintana di Ascoli Piceno, che si ripete ogni anno dal 1955, dopo un lungo periodo di sospensione, in quanto attestata già nel 1377, in onore di Sant'Emidio, e anche per quel che riguarda la Quintana di Foligno e la giostra del Saracino di Arezzo. La Sartiglia di Oristano, diversamente, fa registrare un passaggio inverso, ovvero dalla sua organizzazione riservata alla celebrazione di eventi straordinari nel corso del XVI, XVII e XVIII secolo, alla sua istituzionalizzazione, ad appannaggio dei gremi, ogni anno, nelle giornate del Carnevale.

Attualmente, la mancanza di documenti, ci impedisce di conoscere in quale momento storico preciso la Sartiglia, dopo aver distinto le celebrazioni di eventi straordinari, iniziò a segnare le giornate del carnevale. Infatti tutti i rinvenimenti archivistici relativi alle edizioni di Sartiglia dal XVI al XVIII secolo, documentano l'organizzazione della giostra in occasione di eventi straordinari quali nascite e matrimoni di eredi al trono, mentre il primo documento che rimanda alla Sartiglia di

carnevale è relativo al XIX secolo e presenta una situazione del tutto nuova rispetto alle precedenti edizioni della corsa. La visita pastorale dell'Arcivescovo Arborese Monsignor Bua del 1832, custodita presso l'Archivio Storico Diocesano Arborese, ci fornisce l'importante indizio. In occasione della visita vescovile presso la Chiesa de *Santu Giuanni de Froris*, Cappella del Gremio dei Contadini e richiamando la precedente visita pastorale, effettuata dal vescovo predecessore Mons. Sisternes de Oblites del 1807, si registra che il gremio fu già invitato a limitare le spese relative alla Sartiglia del carnevale. Questo dato ci conferma che almeno dal 1807, ma certamente già da prima, la Sartiglia del Gremio dei Contadini si correva nelle giornate del carnevale. Inoltre, è documentata oralmente la volontà di un canonico della cattedrale arborese, tale Giovanni Dessi, che avrebbe donato al Gremio dei Contadini di San Giovanni Battista un fondo rustico i cui proventi avrebbero garantito le spese relative all'organizzazione della giostra. Ancora oggi la tradizione ricorda "*su Cungiau de sa Sartiglia*", il fondo la cui rendita avrebbe garantito le spese della corsa in perpetuo, pena la perdita dei diritti su quel terreno da parte del Gremio dei Contadini. Molto probabilmente il lascito del canonico e l'istituzionalizzazione della Sartiglia nelle giornate del carnevale sono da collegare. Se questo nesso si riuscisse a dimostrare con i documenti, la donazione del prelado, verosimilmente, non solo segnerebbe la calendarizzazione della giostra ogni anno nei giorni del carnevale, rendendola da evento straordinario ad appuntamento annuale, ma probabilmente, spiegherebbe il "battesimo" con il titolo di *Componidori* al capo della giostra, titolo documentato, come detto, da sempre con quello di *Mantenidor*, ed individuando anche un nuovo percorso per la corsa che, come abbiamo osservato,

sino alla edizione del 1722, si svolgeva nella Piazza della Città, mentre attualmente, e forse dalla sua istituzionalizzazione canonica carnascialesca, nella via del Duomo, quasi a caratterizzare l'origine ecclesiastica, di questo nuovo corso della storia della Sartiglia. A conferma di questa ipotesi richiamiamo l'altra tradizione che vuole che i canonici vi assistevano dopo aver recitato nel coro il vespro, e che la corsa non poteva aver inizio se non dopo la fine della recita corale. Per quel che riguarda l'organizzazione della Sartiglia del Martedì, appannaggio del Gremio dei Falegnami di San Giuseppe, storicamente, è documentato che il Gremio sosteneva le spese dell'organizzazione della corsa attraverso i fondi raccolti dalla questua effettuata dai soci e dagli apprendisti del gremio e dalle offerte fatte alla corporazione da famiglie nobili e benestanti della città.

1.2.3 I protagonisti e le fasi della Sartiglia.

I gremi, del tutto simili alle corporazioni di arti e mestieri, sono antiche istituzioni cittadine, che in Sardegna radunavano soci che svolgevano la stessa professione. Documentate fino ai secoli XVI e XVII con il nome di *maestranza*, *uffici* o *confraria*, dalla voce spagnola *confrarias* o *confradias*, solo a partire dal XVIII secolo sono attestate con il nome di *gremio*, che significa letteralmente “mettersi nel grembo”, ovvero sotto la protezione di un santo patrono. Nella Città di Oristano sono documentati storicamente sette gremi e la Sartiglia è attualmente organizzata dal *Gremio dei falegnami* (documentato dal 1693, gli artieri del legno, compresi i maestri di carri, posti sotto la protezione di San Giuseppe) e dal *Gremio dei Contadini* (documentato sin dal XVI secolo, il gremio ha ancora oggi la custodia

della sua cappella presso la Chiesa di *Santu Giuanni de Froris o de foras*, posta nella periferia della città). L'attività di questi due gremi si svolge durante tutto l'anno ed è strettamente connessa all'organizzazione della giostra equestre. Prerogativa esclusiva di queste due autorità dei due gremi, è quella di nominare il proprio *Componidori*, ovvero scegliere il cavaliere che avrà il compito di guidare la Sartiglia dell'ultima domenica e del successivo martedì di carnevale. La cerimonia avviene ogni anno il due di febbraio, nel giorno della festa detta della Candelora. Si tratta di un appuntamento importante dell'anno liturgico, nella giornata che ricorda la presentazione di Gesù al tempio, che coinvolge tutte le associazioni religiose. La consegna della candela segna il passaggio di consegne tra il presidente del gremio ed il suo cavaliere prescelto che, investito ufficialmente dell'incarico, guiderà la Sartiglia in nome e per conto dello stesso presidente.

Il *Componidori*, la mattina della manifestazione, viene vestito sopra un tavolo durante un rituale caratteristico ed emozionante (Figura 1). Dal momento della posa della maschera con sembianze androgine diviene una sorta di divinità, un semidio, e benedice la folla con un mazzo di pervinche e viole mammole, *Sa pippia de maju*. Nella sua veste di semidio non può smontare dal cavallo e toccare la terra con il piede sino alla svestizione che avverrà a manifestazione conclusa.



Figura 1. La vestizione del Componidori negli anni '60 e 2017 (Archivio fotografico Fondazione Sa Sartiglia ONLUS).

Dopo la vestizione, il corteo formato da 120 binomi cavallo-cavaliere, che si schierano in gruppi da tre, sfila per la Città e si reca presso il percorso, nella odierna via del Duomo, che è lungo circa 400 metri e viene ricoperto di sabbia, per l'inizio della corsa alla stella (Figura 2).



Figura 2. Luoghi e percorsi della Sartiglia nella Città di Oristano (modificato da opuscolo informativo, Fondazione Sa Sartiglia, 2014).

Il Compondori e i suoi due aiutanti di campo si cimentano nel tentativo di infilzare la stella sospesa con una spada (Figura 3). Successivamente, lo stesso Compondori, sceglie in maniera indiscutibile i cavalieri che vuole si cimentino dopo di lui. Quanto più elevato è il numero di stelle colte, tanto migliore sarà per tradizione l'augurio per l'anno futuro. Terminata questa fase, il Compondori si cimenta in ulteriore corsa alla stella, questa volta con l'utilizzo di un bastone di legno, *su stoccu* (Figura 4), e chiude la prima parte della manifestazione con un galoppo riverso supino sul dorso del cavallo, *sa remada*. Inizia così la seconda parte della manifestazione con la corsa della pariglie, ossia le esibizioni acrobatiche al galoppo (Figura 4), che si svolgono in un differente percorso, anch'esso ricoperto con sabbia, lungo circa 600 metri nella odierna via Mazzini (Figura 2). Poiché nel passato la possibilità di cimentarsi alla corsa alla stella era riservata alla nobiltà cittadina e si svolgeva dentro le antiche mura della città, i popolani si cimentavano in manifestazioni di abilità cavalleresca, nel borgo, fuori dalle mura. Al termine delle pariglie il corteo si muove verso la sede in cui si svolge la svestizione del Compondori, atto che chiude la manifestazione.

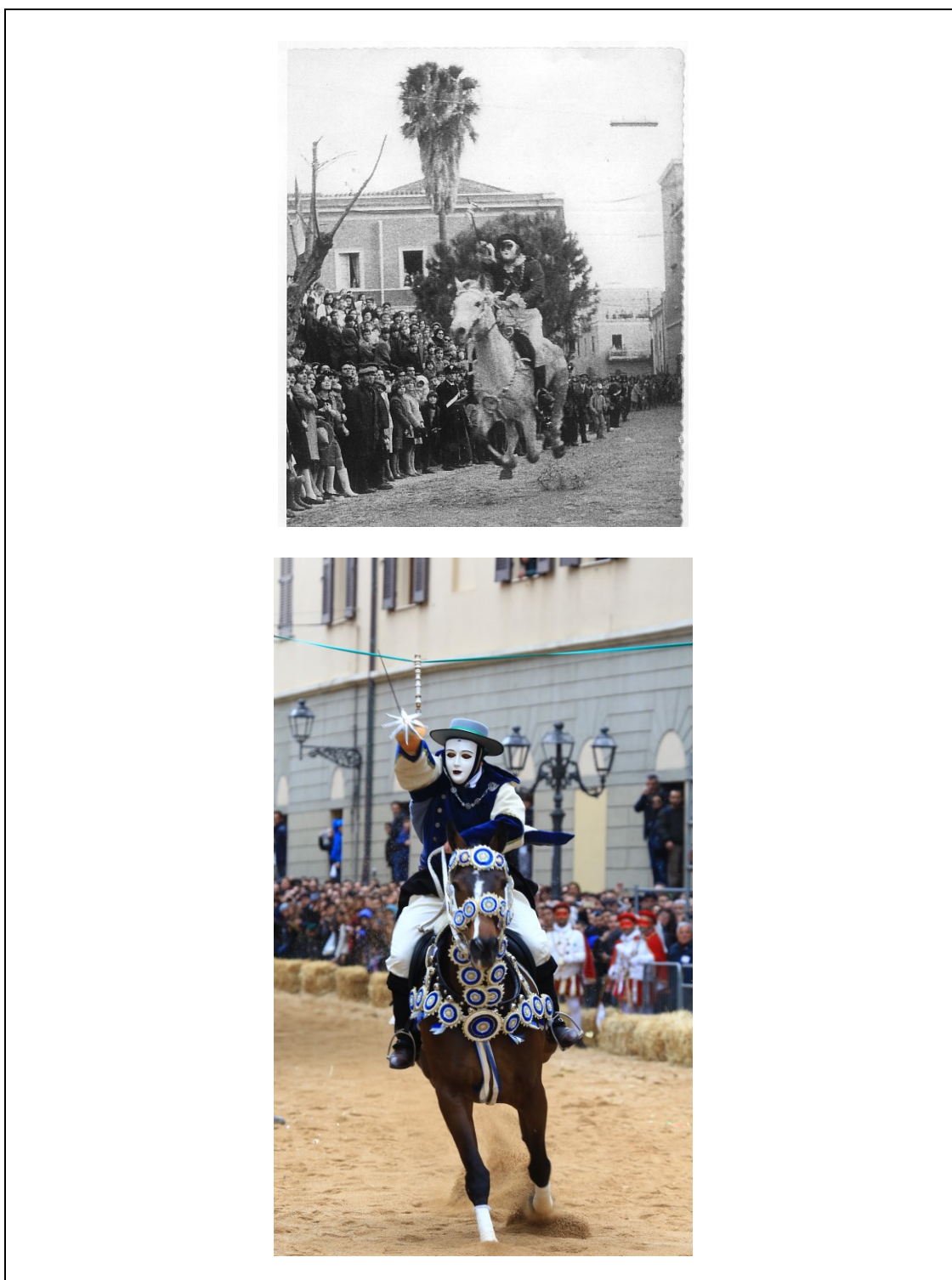


Figura 3. La corsa alla stella negli anni '60 e 2016 (Archivio fotografico Fondazione Sa Sartiglia ONLUS).

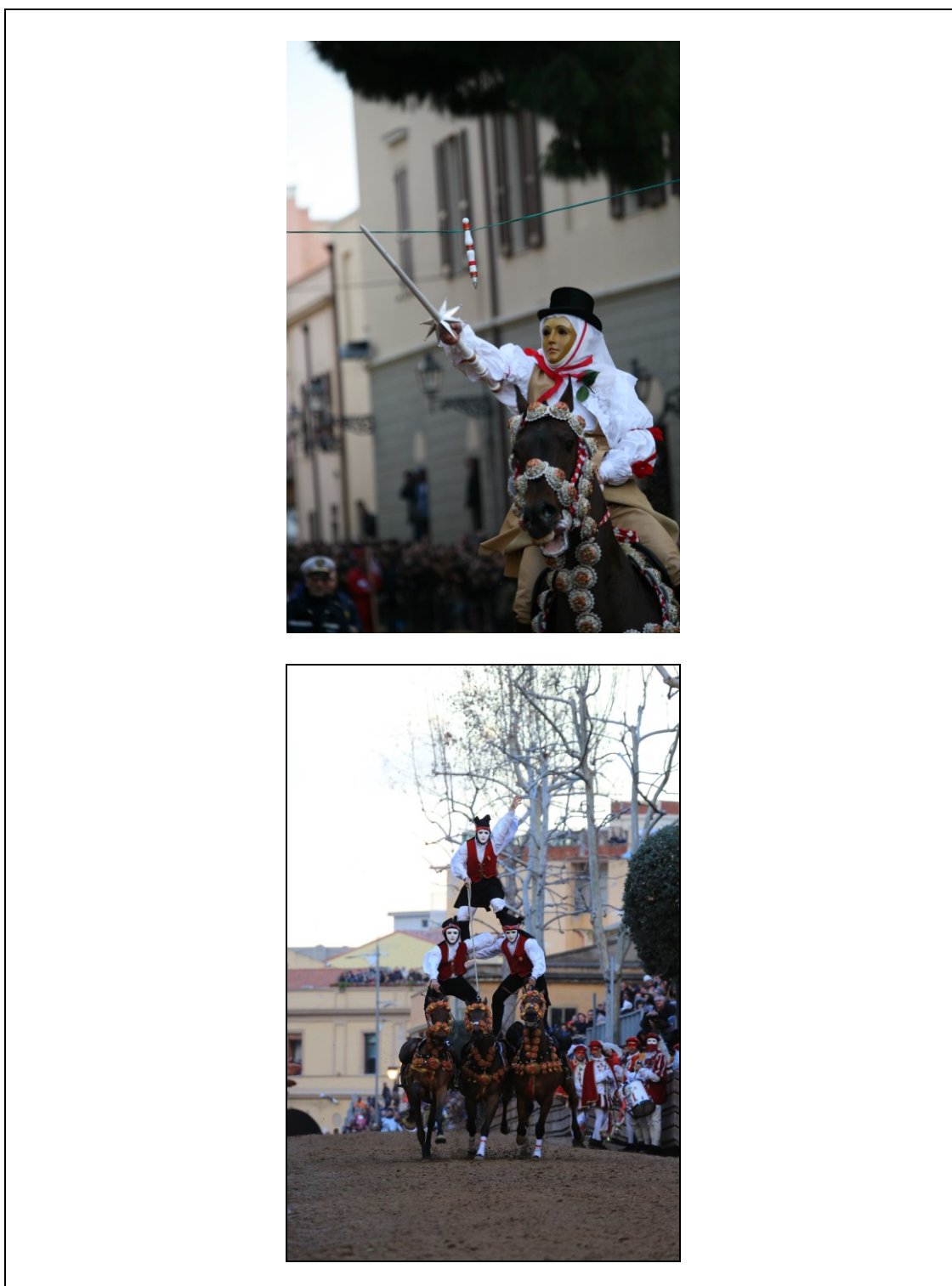


Figura 4. La corsa alla stella con *su stoccu* e la corsa alle pariglie, anni 2000-2010 (Archivio fotografico Fondazione Sa Sartiglia ONLUS).

1.3 LA LEGISLAZIONE E LA RICERCA RELATIVE AGLI ANIMALI IMPIEGATI IN MANIFESTAZIONI POPOLARI.

Le manifestazioni tradizionali che sono basate sull'utilizzo di animali, e in particolare di equidi, sono da tempo oggetto dell'attenzione dell'opinione pubblica e di associazioni animaliste. Le valutazioni sono state spesso amplificate dai mezzi di comunicazione e numerose critiche sono spesso basate sulla supposizione che ci sia il non perfetto rispetto del benessere dell'animale o che avvengano delle forme di maltrattamento.

Sulla base di questa aumentata attenzione il Ministero della Salute Italiano ha elaborato una prima Ordinanza dal titolo "Ordinanza contingibile ed urgente concernente la disciplina di manifestazioni popolari pubbliche o private nelle quali vengono impiegati equidi, al di fuori degli impianti e dei percorsi ufficialmente autorizzati, pubblicata il 21 luglio 2009 (Ministero della Salute, 2009). Tale ordinanza è anche nota come "Ordinanza Martini" dal nome dell'Onorevole Francesca Martini, Sottosegretario di Stato presso il Ministero del lavoro, della salute e delle politiche sociali, la cui attività è stata determinante per l'elaborazione della norma.

L'Ordinanza aveva lo scopo di disciplinare per la prima volta in questo complesso panorama i requisiti di sicurezza e di salute per spettatori, cavalieri e cavalli. Venivano altresì poste le basi per limitare le manifestazioni su circuiti urbani improvvisati e gli incidenti correlati che mettersero a repentaglio la salute e l'integrità fisica degli animali e l'incolumità dei fantini e degli spettatori presenti. L'ordinanza ha giustamente specificato che le manifestazioni dovessero essere

autorizzate in seguito alla presentazione di una relazione tecnica del comitato organizzatore con allegato il parere favorevole della Commissione comunale o provinciale integrata da un veterinario dell'azienda sanitaria locale territorialmente competente.

Tra i punti e gli articoli salienti riguardanti fantini e cavalli si specificava:

- il divieto di utilizzare cavalli di età inferiore ai quattro anni;
- il divieto di partecipazione dei fantini che avessero riportato condanne per maltrattamento o uccisione di animali, spettacoli o manifestazioni vietati, competizioni non autorizzate e scommesse clandestine di cui agli articoli 544-bis, 544-ter, 544-quater, 544-quinquies e 727 del codice penale, nonché risultino positivi ad alcol test a campione prima della gara in base alle norme attualmente vigenti;
- il divieto di trattamento degli equidi con sostanze ad azione dopante.

L'Ordinanza del 2009 ha senza dubbio portato molte novità in questo settore ed è stata la prima norma scritta in materia. La norma, essendo stata elaborata sotto la forma di una Ordinanza Ministeriale, è stata rinnovata nel 2011, nel 2013, nel 2014 e nel 2016 (Ministero della Salute, 2011; 2013; 2014; 2016). Alcune modifiche contenute nelle successive Ordinanze sono state significative, come ad esempio la recente introduzione del divieto di utilizzo di cavalli di razza purosangue inglese nelle manifestazioni che prevedono corse di velocità, ovvero un utilizzo in deroga esclusivamente nei percorsi aventi caratteristiche tecniche analoghe a quelle degli impianti ufficialmente autorizzati dal Ministero per le politiche agricole alimentari e forestali per le corse di galoppo (Ministero della Salute, 2016).

Le numerose proroghe e le integrazioni dell'Ordinanza da parte del Ministero della Salute hanno dato copertura normativa ad un argomento che sarebbe dovuto essere regolato attraverso una norma legislativa ordinaria. Tale norma è stata recentemente rappresentata dal Disegno di legge n° 1324-bis, detto anche DDL Lorenzin dal nome del Ministro della salute, ma l'argomento relativo alle manifestazioni tradizionali a cavallo fuori degli impianti e dei percorsi ufficialmente autorizzati è stato stralciato dall'Assemblea del Senato (Professione Veterinaria, 2016).

Per quanto riguarda lo scenario specifico della Sartiglia, una Commissione Veterinaria permanente è stata istituita nel 2010 con lo scopo di supervisionare la salute dei cavalli partecipanti. Inoltre, la Commissione Veterinaria ha intrapreso un percorso di ricerca attraverso la produzione di report scientifici che hanno investigato l'effetto delle varie fasi della Sartiglia sui parametri ematici (Pira, 2013; Mereu, 2014; Pazzola et al., 2015), e l'epidemiologia delle patologie cardiovascolari (Zola, 2015) e osteo-articolari (Galilea, 2016) nella popolazione dei cavalli utilizzati per la manifestazione.

1.3 PARAMETRI E MARCATORI EMATOLOGICI DI BENESSERE E STRESS IN MEDICINA VETERINARIA.

La scienza medica, e con particolare riferimento all'argomento della presente tesi quella veterinaria, acquisisce dalle prove di laboratorio numerose informazioni utili al raggiungimento di una corretta diagnosi dei problemi clinici, ma anche per il monitoraggio delle prestazioni atletiche e sportive degli animali, ad esempio attraverso il controllo dell'andamento di alcuni parametri metabolici o ormonali. Attualmente esistono sul mercato una moltitudine di metodiche che permettono di esaminare in maniera approfondita numerosi stati patologici e dismetabolici.

L'esame emocromocitometrico e quello biochimico-enzimatico sono tra i più diffusi e possono oggi essere considerati routinari (Voigt, 2000; Willard e Tvedten, 2004; Messick, 2013). In particolare, l'esame emocromocitometrico o *complete blood count (CBC)* fornisce alcuni tra i più utili parametri di composizione del sangue tra cui il valore ematocrito (*packed cell volume, PCV*), ossia la percentuale volumetrica di globuli rossi, il numero di globuli rossi, bianchi e gli indici corpuscolari. Gli esami biochimici-enzimatici si basano invece sulla possibilità di indirizzo o sospetto diagnostico per una data patologia in funzione di una abnorme o anomala quantità di quello specifico marker rilasciato nel torrente ematico (Willard e Tvedten, 2004).

Esami più specifici sono incentrati sul dosaggio delle concentrazioni ormonali e del metabolismo ossidativo.

Qualsiasi stimolo verso un animale può essere considerato un potenziale *stress* per l'animale, nel senso che la traduzione letterale dalla lingua Inglese significa

stimolo, sollecitazione, al di là del significato negativo che viene normalmente individuato nella lingua Italiana. Ogni animale è normalmente in grado di produrre una risposta adeguata al fine di sottrarsi allo stimolo ambientale, lo *stressor*, o in casi estremi arrivare alla sopravvivenza. Questa situazione è particolarmente frequente negli animali domestici e in quelli in produzione zootecnica. In particolare, i cavalli sono soggetti a notevoli situazioni di stimolo da parte dell'uomo come ad esempio la doma, le competizioni sportive o il trasporto. Queste possono provocare una notevole quantità di cambiamenti fisiologici, che possono sfociare, qualora l'organismo non riesca a mettere in atto una adeguata risposta, in cambiamenti patologici (Hoffsis e Murdick, 1970).

La risposta a qualsiasi stressor è molto complessa e può essere evidenziato dal dosaggio dell'ormone cortisolo, sintetizzato nella corteccia delle ghiandole surrenali. Sono molteplici, e alcuni di questi datati alcuni decenni fa, i lavori scientifici che, nel cavallo, hanno investigato l'effetto di differenti stressors come l'esercizio, il trasporto, l'ipoglicemia e l'isolamento, sulla emiconcentrazione del cortisolo (James et al., 1970; Alexander et al., 1988; Baucus et al., 1990). La valutazione del solo cortisolo per una corretta valutazione degli effetti degli stimoli stressanti è poco indicativa e si dovrebbe quindi integrare con la contemporanea registrazione di altri parametri quali i profili emato-chimici e le osservazioni etologiche.

Gli oppioidi endogeni comprendono le endorfine, le encefaline e le dinorfine. Sono causa di innumerevoli effetti in numerosi tessuti ed organi ed hanno in generale quale effetto primario quello di alleviare e di regolare la soglia del dolore. Si è ipotizzato che tale funzione si sia evoluta come sistema di difesa dagli stressors

rilevanti e protratti nel tempo (Hamra et al., 1993). Anche nella specie equina, la produzione e il rilascio nel torrente ematico delle beta-endorfine è significativo in risposta a situazioni avverse e uno studio di Fazio et al. (2008) ha chiarito che la concentrazione ematica è massima un'ora dopo l'inizio dell'evento.

Un recente metodo diagnostico per la misurazione degli stressors è invece basato sul dosaggio dei metaboliti ossidativi, e nasce dalla pubblicazione delle prime ricerche avvenute negli anni '50 (Gerschman et al., 1954). Queste ricerche hanno stimolato l'approfondimento dell'argomento e la successiva pubblicazione di nuovi studi che hanno evidenziato la possibilità di utilizzo di questo metodo per la diagnosi e la terapia di numerosi problemi medici (Rahman et al., 2006). Anche nella specie equina le ricerche sui parametri che misurano lo stato del metabolismo ossidativo dell'animale sono oramai numerose e applicate a molte attività diagnostiche (Kusano et al., 2016).

Il meccanismo d'azione è spiegato dalla seguente teoria. Le specie reattive dell'ossigeno (ROS) sono molecole caratterizzate da elevata reattività formate da atomi con un solo elettrone che viene detto "spaiato". Gli antiossidanti sono il sistema di difesa verso i ROS e operano non per prevenirne la formazione ma per inattivarli e limitarne l'azione, al fine di consentire la riparazione di un potenziale danno ossidativo (Cheeseman e Slater, 1993; Halliwell e Gutteridge, 1999; Iorio, 2007).

Lo stress ossidativo a lungo termine può generare differenti problematiche cliniche poiché è una reazione puramente biochimica, non dà luogo a manifestazioni visibili e una singola cellula può produrre una quantità elevata di radicali liberi che

attaccano le molecole strutturali e funzionali all'interno di una cascata di reazioni collegata all'evento stressante primario. Molte di queste teorie sono state validate soprattutto nell'uomo, in funzione degli agenti stressanti delle moderne abitudini quali alcool, fumo di sigaretta e inquinanti ambientali (Iorio, 2007). Anche negli animali domestici i processi in grado di produrre ROS possono potenzialmente essere implicati nell'insorgere di condizioni patologiche che diminuiscono le prestazioni produttive, la riproduzione e il benessere.

La bilancia delle due componenti ossidante vs. antiossidante è valutata per misurare lo stress ossidativo causato dallo squilibrio tra questi due compartimenti e, in particolare, quando quello ossidante è eccessivo o quello antiossidante insufficiente. Lo stress ossidativo può quindi essere considerato una causa significativa nell'insorgere delle condizioni patologiche provocate da quantità abnormi di radicali liberi sulle cellule dell'organismo.

Il d-ROMs (Reactive Oxygen Metabolites), misura della componente pro-ossidante, e il BAP (Biological Antioxidant Potential), misura di quella anti-ossidante, sono due test utilizzati per la misurazione dei radicali liberi. Sono stati inseriti tra i metodi riconosciuti e utilizzati dal Centro di Referenza Nazionale per la valutazione del benessere animale all'interno del Piano Nazionale Integrato 2011-2014 del Ministero della Salute (PNI MinSal, 2014).

Il cavallo, ma in generale qualsiasi animale sportivo, rappresenta una specie con un potenziale ossidativo particolarmente elevato poiché durante l'esercizio fisico il consumo di ossigeno può aumentare la produzione di ossidanti fino a 40 volte il livello basale. Inoltre, in medicina equina il ruolo degli antiossidanti assunti con la

dieta può essere importante e gli studi sull'argomento sono in aumento. Ad esempio, è stato stabilito che la somministrazione di acidi grassi polinsaturi e vitamine E e C può positivamente influenzare lo stato ossidativo (Bergero et al., 2004).

1.4 LA TECNICA TERMOGRAFICA IN MEDICINA VETERINARIA.

Lo spettro elettromagnetico è composto da lunghezze d'onda variabili dalle più corte frequenze, i raggi gamma, alle più lunghe che sono le onde radio. All'interno di questo spettro, l'occhio umano è in grado di percepire un piccolissimo intervallo conosciuto come luce visibile. La radiazione infrarossa, che può essere assorbita, emessa, riflessa e trasmessa, è prodotta da tutti gli oggetti in funzione della propria temperatura (Eddy et al., 2001).

Le camere termografiche sono apparecchiature in grado di produrre immagini basate sulla quantità di calore generato dagli oggetti (Eddy et al., 2001; Redaelli et al., 2014), e nel caso della medicina veterinaria, dalla superficie corporea degli animali. In particolare, la termografia infrarossa può essere utilizzata per il controllo dei cambiamenti del flusso ematico periferico (Dai et al., 2015).

Il meccanismo tecnico all'interno delle più comuni camere termografiche (Eddy et al., 2001) è un complesso apparato composto da titanato di bario e stronzio (BST), che ha proprietà piroelettriche. È quindi influenzato dalla radiazione infrarossa generata da un oggetto, cioè è sensibile alla temperatura. Il segnale è successivamente trasformato da un software in un'immagine in cui la diversa tonalità dei colori riassume la differenza di temperatura (Figura 5).

Le applicazioni cliniche in medicina veterinaria di questa metodica sono molteplici. Infatti, l'utilizzo della termografia è stato sperimentato per la diagnosi delle lesioni tendinee e legamentose, podali, patologie articolari e ossee, miopatie (Eddy et al., 2001; Soroko et al., 2013, 2014), dolorabilità cervicale e dorsale (Fonseca et al., 2006); nella valutazione del benessere animale (Redaelli et al., 2014);



Figura 5. Utilizzo della camera termografica in medicina equina e particolare della elaborazione della temperatura corporea in immagine con differenti gradi cromatici (fotografie M. Pazzola).

nelle modificazioni del comportamento e in particolare nello studio dei test di paura (Valera et al., 2012; Dai et al., 2015).

Tra i pregi della diagnostica termografica si possono elencare l'alta sensibilità, la non-invasività e l'assenza di radiazioni. Naturalmente è necessario sottolineare anche i limiti della tecnica come il non trascurabile costo delle apparecchiature, la non specificità e l'impossibilità di evidenziare l'eziologia delle patologie (Eddy et al., 2001; Redaelli et al., 2014).

2. Scopo

Gli obiettivi generali della presente tesi di dottorato di ricerca sono incentrati sulla possibilità di effettuare degli studi scientifici in una manifestazione tradizionale a cavallo, la Sartiglia di Oristano. Gli studi, effettuati al fine di approfondire le conoscenze su questo tipo particolare di attività equestre, sono stati programmati e condivisi tra differenti enti e istituzioni operanti sul territorio regionale sardo, la Fondazione Sa Sartiglia ONLUS, l'Associazione Sportivo Dilettantistica Cavalieri Sa Sartiglia, il Dipartimento di Medicina Veterinaria dell'Università degli Studi di Sassari, l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sardegna "G. Pegreffi", le Aziende Sanitarie Locali e Agris Sardegna, agenzia della Regione Sardegna per la ricerca scientifica.

In particolare, sono presentati due articoli scientifici che rispecchiano l'attività di ricerca condotta. Questi hanno investigato due differenti aspetti medico-veterinari.

Il primo analizza i cambiamenti di alcuni parametri cellulari, enzimatici, ormonali e ossidativi al fine di evidenziare l'effetto della manifestazione sul benessere dei cavalli. Le attività di ricerca di questo specifico progetto sono state condotte a partire dall'edizione 2012 della Sartiglia. L'articolo è intitolato "Responses of hematological parameters, beta-endorphin, cortisol, reactive oxygen metabolites, and biological antioxidant potential in horses participating in a traditional tournament" ed è stato pubblicato nel maggio del 2015 dalla rivista statunitense *Journal of Animal Science*, organo di divulgazione scientifica della *American Society of Animal Science*. L'articolo è inserito nella presente tesi dietro licenza gratuita gentilmente rilasciata dalla Copyright Clearance Center's RightsLink

service per conto della rivista (licensee: Department of Veterinary Medicine, University of Sassari; license date: Sep 29, 2016; license number: 3958210277823; title: Journal of Animal Science; type of use: Thesis/Dissertation).

Il secondo riporta la fase iniziale di un progetto che mira all'applicazione della termografia per la predizione delle patologie subcliniche alle strutture ossee, tendinee e legamentose degli arti. Come riportato nello specifico paragrafo introduttivo, in condizioni normali partecipa alla Sartiglia un numero massimo di 120 cavalli. Si ipotizza che il monitoraggio di eventuali patologie dell'apparato locomotore di un numero elevato di cavalli come quello partecipante alla manifestazione possa essere attuabile nelle fasi preliminari attraverso una camera termografica. Le attività di ricerca di questo specifico progetto sono state condotte a partire dall'edizione 2015 della Sartiglia. L'articolo è intitolato "Validation of reference intervals for the use of infrared thermography as a non-invasive diagnostic tool for the prediction of subclinical lameness in horses of a traditional tournament, the Sartiglia of Oristano, Italy", risulta ancora non pubblicato e verrà prossimamente sottoposto al comitato editoriale di una rivista *peer-reviewed*.

3.1 Paper 1.

Responses of hematological parameters, beta-endorphin, cortisol, reactive oxygen metabolites, and biological antioxidant potential in horses participating in a traditional tournament

Licenza per l'utilizzo del Paper 1.

**American Society of Animal Science LICENSE
TERMS AND CONDITIONS**

Mar 23, 2017

This is a License Agreement between Department of Veterinary Medicine, University of Sassari -- Michele Pazzola ("You") and American Society of Animal Science ("American Society of Animal Science") provided by Copyright Clearance Center ("CCC"). The license consists of your order details, the terms and conditions provided by American Society of Animal Science, and the payment terms and conditions.

All payments must be made in full to CCC. For payment instructions, please see information listed at the bottom of this form.

License Number	3958210277823
License date	Sep 29, 2016
Licensed content publisher	American Society of Animal Science
Licensed content title	Journal of animal science
Licensed content date	Dec 31, 1969
Type of Use	Thesis/Dissertation
Requestor type	Author of requested content
Format	Electronic
Portion	chapter/article
Title or numeric reference of the portion(s)	Responses of hematological parameters, beta-endorphin, cortisol, reactive oxygen metabolites, and biological antioxidant potential in horses participating in a traditional tournament M. Pazzola, E. Pira, G. Sedda, G. M. Vacca, R. Cocco, S. Sechi, P. Bonelli, and P. Nicolussi J. Anim. Sci. 2015.93:1573-1580 doi:10.2527/jas2014-8341
Title of the article or chapter the portion is from	N/A
Editor of portion(s)	N/A
Author of portion(s)	N/A
Volume of serial or monograph.	N/A
Issue, if republishing an article from a serial	N/A
Page range of the portion	
Publication date of portion	N/A
Rights for	Main product and any product related to main product
Duration of use	Current edition and up to 5 years

Creation of copies for the disabled	no
With minor editing privileges	no
For distribution to	Other territories and/or countries
Territory/Countries where you intend to distribute new product	Italy
In the following language(s)	Original language of publication
With incidental promotional use	no
The lifetime unit quantity of new product	Up to 499
Made available in the following markets	University
Specified additional information	The Giuseppe Sedda is a PhD applicant at the PhD school in Veterinary Science of the University of Sassari, Italy. He is one of the author of the paper. He would like to report this paper in his PhD thesis which is a sort of a collection of research papers regarding different topics above the same tournament, the sartiglia di Oristano. Michele Pazzola is the thesis supervisor, first author and corresponding author of the paper. The thesis will not be for sale but only available for reviewers in the Italian system of PhD school. After discussion the thesis will be available inline at the central library of the Italian system of PhD school.
The requesting person/organization is:	Michele Pazzola
Order reference number	
Author/Editor	Giuseppe Sedda
The standard identifier of New Work	1
The proposed price	free
Title of New Work	LA RICERCA SCIENTIFICA IN UNA MANIFESTAZIONE TRADIZIONALE A CAVALLO: IL CASO-STUDIO DELLA SARTIGLIA DI ORISTANO
Publisher of New Work	none. It will be the PhD thesis of Giuseppe Sedda
Expected publication date	Feb 2017
Estimated size (pages)	100
Total (may include CCC user fee)	0.00 USD

Responses of hematological parameters, beta-endorphin, cortisol, reactive oxygen metabolites, and biological antioxidant potential in horses participating in a traditional tournament¹

M. Pazzola,^{*2,3} E. Pira,^{*} G. Sedda,[†] G. M. Vacca,^{*} R. Cocco,^{*} S. Sechi,^{*} P. Bonelli,[‡] and P. Nicolussi[‡]

^{*}Department of Veterinary Medicine, University of Sassari, 07100 Sassari, Italy; [†]ASL (Local Health Authority) of Sanluri, 09025 Sanluri, Italy; and [‡]Experimental Zooprophyllactic Institute of Sardinia, 07100 Sassari, Italy

ABSTRACT: Several concerns have been raised over the health of animals used in equestrian games that have their origins in historical or religious events and are currently held in many countries. This study investigated physiological stress response and health status of horses participating in the Sartiglia, a historical horse tournament held in the city of Oristano, Italy, which is principally based on the attempts of masked horsemen at a gallop to run a sword through a hole in a suspended silver star. Blood samples were collected from 21 horses the day before the tournament (D0), during the tournament (D1), and the day after the tournament (D2). Samples were analyzed for complete blood count and biochemical, hormonal, and oxidative stress assays. Data were analyzed using the mixed effect model with sampling session as one of the fixed effects. On the whole, blood parameters evidenced an optimal health status of horses at D0. Significant dehydration and increase of circulating glucose, enzymes, cortisol, and β -endorphin were

registered at D1 ($P < 0.001$) with a complete recovery of physiological values just at D2. The reactive oxygen metabolites (d-ROM), from which the pro-oxidant activity can be evaluated, showed an increase from D0 to D1 and D2. Concentration of biological antioxidant potential, which measured the antioxidant capacity, was characterized by the maximum level registered during the tournament and counteracted the simultaneous increase of d-ROM. It can be hypothesized that the tournament played an important role in causing high levels of oxidant markers not only because of the physical exercise represented by the gallop but also because the emotional stressors. In conclusion, the tournament caused significant changes of most parameters, which rapidly recovered to baseline values within the day after. These data will certainly be useful for a future implementation of tests in equine medicine and for the improvements of knowledge of changes of blood parameters and health of horses in similar tournaments.

Key words: blood parameters, horse, oxidative metabolism, sport event

© 2015 American Society of Animal Science. All rights reserved. J. Anim. Sci. 2015.93:1573–1580
doi:10.2527/jas2014-8341

INTRODUCTION

The current global economics crisis has produced a “growing horse crisis” characterized by continuous reductions of animal management costs (Yoder et al., 2011) and double the number of neglected and unwanted horses (Lenz, 2009; Holcomb et al., 2010). In many countries, equestrian games and tournaments that have their origins in historical and religious events represent an alternative use of horses other than in official trot, gallop, and show jumping competitions.

¹The authors gratefully thank the “Fondazione Sa Sartiglia Onlus” (Sartiglia Foundation) and “A.S.D. Cavalieri Sa Sartiglia” (Sartiglia Horsemen Association). M. Pazzola since 2014 and G. Sedda since 2010 have been voluntary unpaid members of the Veterinary Committee of the Sartiglia Foundation. None of the authors has any financial or personal relationship that could inappropriately influence or bias the content of the paper.

²Present address: Università degli Studi di Sassari, Dipartimento di Medicina Veterinaria, via Vienna 2, 07100 Sassari, Italy.

³Corresponding author: pazzola@uniss.it

Received July 31, 2014.

Accepted January 22, 2015.

The Sartiglia is a historic horse tournament that takes place since the 16th century in the city of Oristano, Sardinia, Italy, during the celebration of the Carnival (Sartiglia Foundation, 2013). The origins of this tournament are in the numerous races of chivalry that took place during the Crusades in Medieval Europe.

Several concerns have been raised over the use of animals in such equestrian tournaments. To date, no study has examined the effects of these events on horses, which have to face different demands in comparison with official sport events as show jumping and race courses. Grouping with other unknown horses, loud and crowded places, and other distinctive features of such events should be taken into consideration as possible stressors that could affect horses. The absence of specific studies on this particular and other historical events justifies the need to evaluate physiology changes and the health status of horses during traditional tournaments.

Some approaches are available in the literature to measure alteration of physiological and endocrine responses in horses after competition (Gordon et al., 2007) or transportation (Baucus et al., 1990; Stull and Rodiek, 2000) and the possible effects on animal health and welfare. Moreover, a large number of scientific papers have recently investigated the effect of oxidant/antioxidant equilibrium on physiological and pathological conditions of horses (Kirschvink et al., 2008; Williams, 2008; Williams et al., 2008).

The objective of this study was to investigate physiological stress response of horses participating in the Sartiglia and the effect of the tournament on the variation of blood parameters used as markers of the animal health status.

MATERIALS AND METHODS

As regards the Sartiglia, the tournament takes place with the observance of international and national laws concerning the health and welfare of horses. Protocols used for the trial were approved by the Veterinary Committee of the Sartiglia Foundation (approval number 025/2012) and all blood samples were collected by experienced veterinarians. Horses were included in this trial with the agreement of the respective riders and owners, who decided to join the study on the voluntary basis.

Tournament, Animals, and Sampling

The study was conducted during the 2012 edition of the Sartiglia. The design of the study and the data and samples collection were planned in accordance with the different phases and the traditional succession of events.



Figure 1. The masked horsemen at a gallop during the attempt to run a sword through a hole in a suspended silver star (courtesy of Sartiglia Foundation archives).

Each year, 120 horsemen participate in the Sartiglia with their horses, in the presence of about 120 thousand spectators (Sartiglia Foundation, 2013). The tournament is performed 2 times per year during the celebration of the Carnival in a sinusoidal racing course of about 400 m, prepared in the city center by strewing the streets with a compacted bedding sand layer. The Sartiglia is principally based on the attempts of masked horsemen at a full gallop to run a sword through a hole in a suspended silver star (Fig. 1). Horses are warmed up before the competition and it takes approximately from 25 to 30 s for a horse to complete the race. Each horseman is allowed to make only 1 attempt for each edition of the Sartiglia. All horses and related horsemen are at rest on the race course while waiting to make their own attempt, and the duration of the whole tournament is about 3 h (from 1400 and 1700 h). The horses participating in the Sartiglia are commonly trained for 3 mo, and the training is based on gradually increasing light exercises (10-min warm up and alternation of walking, trotting, and gal-

loping) performed 1 h/d and 4 d/wk on compacted sandy tracks. All the horses were stabled and the average ration includes ryegrass hay (5 kg·horse⁻¹·d⁻¹ as fed), oats (3 kg·horse⁻¹·d⁻¹ as fed), and a commercial pelleted concentrate feed (6 kg·horse⁻¹·d⁻¹ as fed, equally divided in 2 meals); water was available ad libitum.

Twenty-one horses, 15 Thoroughbred and 6 Anglo-Arabian, 11 mares and 10 geldings, aged 4 to 25 yr, were used for the study. On the basis of the previous tournament experience, 6 horses were debutant (no previous participation), 6 medium experienced (1–2 events), and 9 were experienced (3 or more events).

Three blood samples were collected from each horse from the jugular vein between 1400 and 1700 h, which corresponded to the duration of the whole tournament, using disposable needles and vacuum tubes (Vacutest Kima, Azergrande, Italy). The first blood sample was collected on February 18 (the day before the tournament [D0]); the horses were at rest for about 20 h and stabled in their respective boxes. The second one was taken on February 19 (during the tournament [D1]), at the racing track, a few minutes after the horseman completed his attempt to run through the suspended silver star with a sword. On February 20th, the day after the tournament (D2), the third and last blood sample was collected at the stables from the horses at rest for about 20 h in their respective boxes. Furthermore, behavior of horses was assessed using a behavioral score. Horses were scored on the basis of the response to the approach of an unfamiliar person, using a 2-point scale (1 = calm and 2 = nervous) planned and modified on the basis of the models proposed by Harewood and McGowan (2005), Pritchard et al. (2005), and Duberstein and Gilkeson (2010). Behavioral scoring was performed on D0, D1, and D2 always by the same technician to limit possible bias of data due to subjective criteria. Related to behavioral score, 13 horses were always scored as calm and 8 always as nervous during the 3 sampling stages (D0, D1, and D2).

The sampled population was representative of the general characteristics of horses used during the tournament. Thoroughbred are often chosen by horsemen because of a faster and more regular gallop, which avoids undulating movements and, as a consequence, negative effects during the attempts to run through the holed star with a sword. Anglo-Arabian is one of the most common breed in Sardinia and horses are generally reared for show jumping and gallop competitions.

Blood Parameters Analysis

Blood samples were analyzed for complete blood count, biochemical and hormonal analyses, and oxidative stress assays. Complete blood count was performed on whole blood samples in K₃EDTA tubes with an au-

tomatic cell counter instrument (ADVIA 2129; Siemens Healthcare Diagnostics, Tarrytown, NY); the number of erythrocytes (red blood cells [RBC]; measure in $n \times 10^6$ cells/ μ L), hematocrit (Hct; %), hemoglobin concentration (Hgb; g/dL), mean cell volume (MCV; fL), mean cell hemoglobin content (MCH; pg), mean cell Hgb (MCHC; g/dL), platelets (PLT; $n \times 10^3$ cells/L), white blood cells (WBC; $n \times 10^3$ cells/L), and differential leukocytes count (neutrophils, lymphocytes, monocytes, eosinophils, and basophils; $n \times 10^3$ cells/L) were recorded. Biochemical and hormonal analyses were performed on blood serum separated by centrifugation at $1,600 \times g$ for 7 min at 16°C. Alanine aminotransferase (ALT; measured in units/L), aspartate aminotransferase (AST; units/L), creatine kinase (units/L), γ -glutamyltransferase (units/L), alkaline phosphatase (ALP; units/L), glucose (GLU; g/dL), creatinine (CREA; mg/dL), urea (mg/dL), total proteins (TP; g/dL), and albumin (ALB; g/dL) were measured using an automated clinical chemistry analyzer (Dimension RXL; Siemens Healthcare Diagnostics, Newark, DE); cortisol and β -endorphin concentrations were, respectively, assayed by a competitive (Cortisol ELISA kit; Diametra, Milano, Italy; sensitivity 2.44 ng/mL, intra-assay CV less than 9.0%, and interassay CV less than 9.8%) and a noncompetitive immunoenzymatic colorimetric method (Equine Beta-Endorphin-ELISA kit; EIAab, Wuhan, China; sensitivity 0.78 pg/mL, intra-assay CV less than 8.0%, and interassay CV less than 10%).

Blood plasma obtained from lithium heparin tubes by centrifugation ($1,500 \times g$ for 90 s at 37°C) was used for measurement of oxidant/antioxidant equilibrium by means of reactive oxygen metabolites (d-ROM; measured in Carratelli units [U Carr]) and biological antioxidant potential (BAP) tests (μ mol/L) using the analytical system FRAS 4 Evolve (H&D, Parma, Italy).

Statistical Analysis

Data were analyzed using SAS software (version 9.1; SAS Inst. Inc., Cary, NC) and the mixed effect model, which considered as fixed effects the sampling stages (3 levels: D1 vs. D2 vs. D3), sex (2 levels: mare vs. gelding), breed (2 levels: Thoroughbred vs. Anglo-Arabian), behavior score (2 levels: calm vs. nervous), previous participation in the Sartiglia (past experience, 3 levels: debutant vs. medium experienced vs. experienced), and the interactions sex \times sampling stage, breed \times sampling stage, behavior score \times sampling stage, and past experience \times sampling stage. Random effect of the individual horse was computed with animal nested within sex, sampling stages, breed, behavior score, and past experience. Multiple comparison of least squares means (LSM) was performed by using

Table 1. Values of *P* of blood cell parameters according to the fixed, random (sampling stage), and interaction effects considered in the statistical analysis (*n* = 63)

Parameter ¹	Fixed effects					Interaction of sampling stage ×					
	Sex	Breed	Behavior	Past experience	Animal SD ²	Sampling stage	Sex	Breed	Behavior	Past experience	Residual SD ³
RBC, $n \times 10^6$ cells/ μ L	0.308	0.896	0.412	0.066	0.83	0.001	0.787	0.911	0.484	0.829	1.01
Hct, %	0.330	0.644	0.576	0.208	19.32	0.001	0.849	0.917	0.467	0.867	31.25
Hgb, g/dL	0.732	0.609	0.653	0.553	1.99	0.001	0.645	0.961	0.305	0.885	2.40
MCV, fL	0.791	0.063	0.208	0.073	2.07	0.001	0.925	0.695	0.576	0.506	0.46
MCH, pg	0.109	0.474	0.342	0.057	0.59	0.184	0.441	0.728	0.987	0.477	2.54
MCHC, g/dL	0.139	0.909	0.690	0.186	2.28	0.040	0.446	0.723	0.981	0.572	10.85
PLT, $n \times 10^3$ cells/L	0.312	0.193	0.869	0.114	769	0.837	0.632	0.993	0.699	0.167	262
WBC, $n \times 10^3$ cells/L	0.698	0.148	0.307	0.557	1.28	0.008	0.855	0.186	0.868	0.635	2.11

¹RBC = red blood cells; Hct = hematocrit; Hgb = hemoglobin concentration; MCV = mean cell volume; MCH = mean cell hemoglobin content; MCHC = mean cell Hgb; PLT = platelets; WBC = white blood cells.

²Standard deviation due to the individual animal.

³Standard deviation of the residual.

the Bonferroni method, and the effects were declared significant at $P < 0.05$.

RESULTS

Descriptive statistics of blood cell, biochemical, hormonal, and oxidative parameters is reported in Supplementary Table 1 and 2.

Tables 1 and 2 show results of statistical analysis of blood parameters according to the different effects. As regards blood cells (Table 1), all the parameters, except MCH and PLT, were affected, at $P = 0.001$,

by the sampling stage. The interaction between the sampling stage and the other fixed effects (sex, breed, behavior score, and previous sport experience) never significantly affected blood cell distribution. As expected, Hct (Fig. 2) showed the highest values during the tournament in comparison with the day before (LSM \pm SD, $59.4 \pm 9.4\%$ at D1 vs. $39.2 \pm 5.4\%$ at D0) with a complete recovery of physiological values just 1 d after the tournament, at D2 ($40.0 \pm 5.7\%$). At D1, RBC, Hgb, MCV, and WBC reached the highest and MCHC the lowest values.

Table 2. Values of *P* of blood biochemical, hormonal, and oxidative parameters according to the fixed, random (stage), and interaction effects considered in the statistical analysis (*n* = 63)

Parameter ¹	Fixed effects					Interaction of sampling stage ×					
	Sex	Breed	Behavior	Past experience	Animal SD ²	Sampling stage	Sex	Breed	Behavior	Past experience	Residual SD ³
ALT, units/L	0.342	0.710	0.261	0.394	26	0.001	0.023	0.320	0.351	0.181	13
AST, units/L	0.490	0.140	0.898	0.916	9,021	0.010	0.930	0.116	0.303	0.505	651
CK, units/L	0.987	0.478	0.146	0.469	19,262	0.096	0.989	0.525	0.104	0.294	74,182
GGT, units/L	0.175	0.165	0.121	0.558	6.95	0.255	0.897	0.791	0.401	0.792	3.06
ALP, units/L	0.447	0.179	0.956	0.492	760	0.001	0.223	0.956	0.119	0.253	53
GLU, g/dL	0.206	0.245	0.850	0.377	14	0.001	0.266	0.160	0.357	0.676	303
CREA, mg/dL	0.238	0.627	0.747	0.147	0.04	0.001	0.014	0.372	0.067	0.518	0.01
Urea, mg/dL	0.059	0.581	0.565	0.257	25	0.518	0.663	0.568	0.379	0.326	10
TP, g/dL	0.144	0.484	0.066	0.423	0.15	0.001	0.927	0.368	0.024	0.872	0.08
ALB, g/dL	0.658	0.086	0.241	0.260	0.06	0.001	0.904	0.284	0.088	0.789	0.03
Cortisol, ng/mL	0.226	0.346	0.223	0.184	9,444	0.001	0.144	0.492	0.778	0.792	1,383
β -endorphin, pg/mL	0.608	0.416	0.932	0.844	2,937	0.001	0.043	0.224	0.021	0.735	18,931
d-ROM, U Carr	0.122	0.151	0.522	0.990	1,068	0.008	0.894	0.935	0.729	0.028	419
BAP, μ mol/L	0.325	0.467	0.327	0.346	4,706	0.001	0.899	0.531	0.124	0.317	110,520

¹ALT = alanine aminotransferase; AST = aspartate aminotransferase; CK = creatine kinase; GGT = gamma-glutamyltransferase; ALP = alkaline phosphatase; GLU = glucose; CREA = creatinine; TP = total proteins; ALB = albumin; d-ROM = reactive oxygen metabolites; U Carr = Carratelli units; BAP = biological antioxidant potential.

²Standard deviation due to the individual animal.

³Standard deviation of the residual.

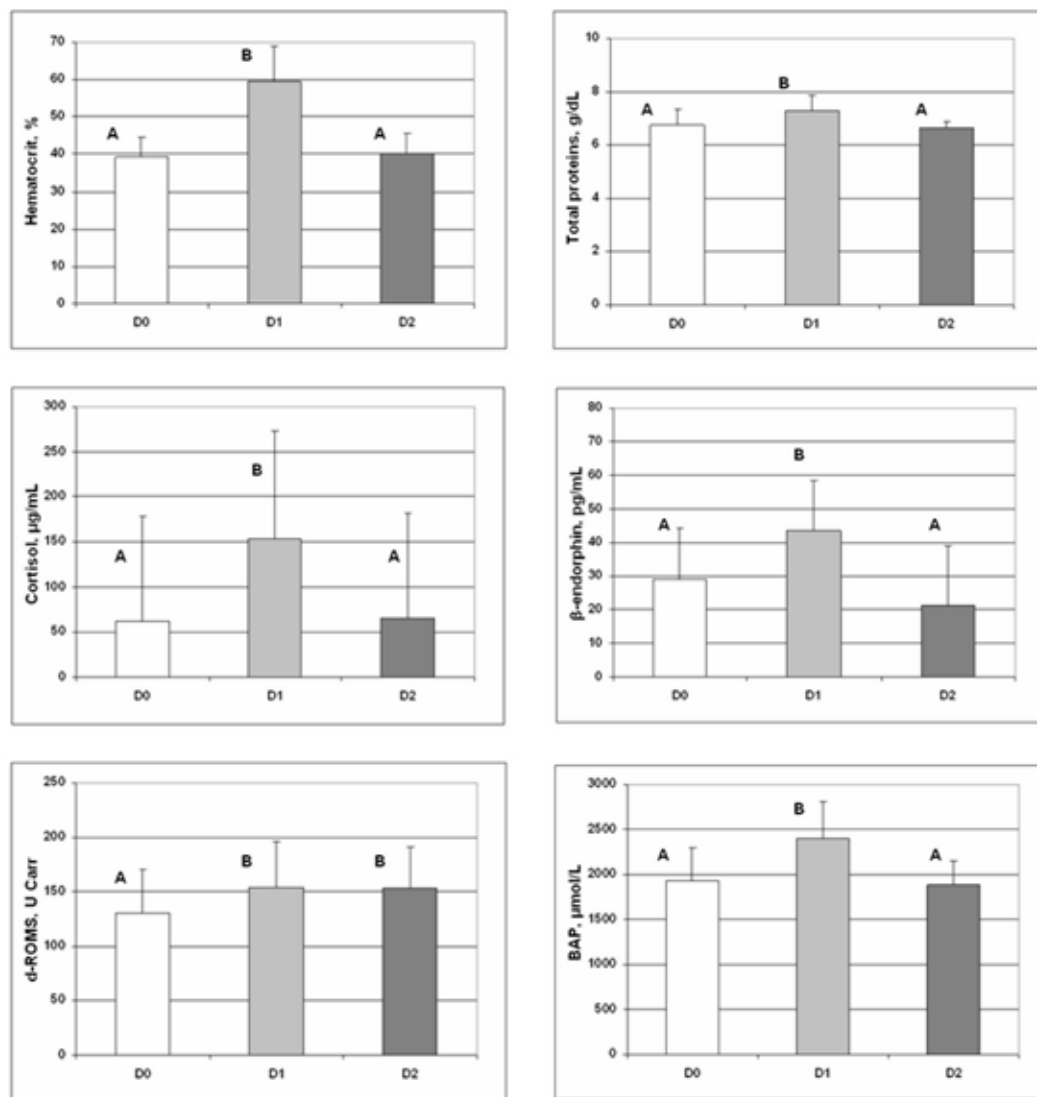


Figure 2. Graphs of hematocrit and total proteins, cortisol and β -endorphin, reactive oxygen metabolites (d-ROM), and biological antioxidant potential (BAP) according to the sampling stage (least squares means and SD). D0 = the day before the tournament ($n = 21$); D1 = during the tournament (a few minutes after the race; $n = 21$); D2 = the day after the tournament ($n = 21$); U Carr = Carratelli units. Bars with different superscript with capital letters in the same graph differ significantly at $P < 0.01$.

As regards biochemical parameters (Table 2), the effect of the sampling stage showed a high significant influence, at $P = 0.001$, on ALT, ALP, GLU, CREA, TP (Fig. 2), and ALB whereas the P -value for AST was 0.01. For all these parameters, the highest values were recorded at D1. The interaction effects between sampling stage and the other fixed effects influenced, at $P < 0.05$, ALT (interaction sampling stage \times sex, with the highest values in geldings at D1), CREA (interaction sampling stage \times sex, with the highest values in mares at D1), and TP (interaction sampling stage \times behavior, with the highest values in calm horses at D1).

Table 2 summarizes also P -values for hormonal and oxidative parameters. Cortisol and β -endorphin were both influenced, at $P = 0.001$, by the effect of the sampling stage, with the highest values at D1, with a respective LSM \pm SD of 153.9 ± 118.7 ng/mL and 43.4 ± 15.1

pg/mL (Fig. 2); concentration of β -endorphin was further influenced by the interaction effects sampling stage \times sex and sampling stage \times behavior ($P < 0.05$) with the lowest values at D2, respectively, in gelding (13.8 ± 26.8 pg/mL) and calm horses (13.4 ± 27.9 pg/mL). Blood level of d-ROM was influenced by the sampling stage, at $P = 0.008$, with an increase of concentration (Fig. 2) from D0 (LSM \pm SD, 130.2 ± 39.4 U Carr) to D1 (154.3 ± 41.2 U Carr) and D2 (153.4 ± 37.6 U Carr); d-ROM were, moreover, influenced by the interaction effect sampling stage \times past experience ($P = 0.028$) with the lowest values at D0 in debutant (120.2 ± 67.6 U Carr) and experienced horses with more than 3 participations in the tournament (118.9 ± 57.1 U Carr). Sampling stage was the sole effect affecting BAP ($P = 0.001$), with the peak registered at D1 ($2,403 \pm 399$ μ mol/L) in comparison to D0 ($1,936 \pm 360$ μ mol/L) and D2 ($1,885 \pm 257$ μ mol/L).

DISCUSSION

Blood parameters recorded at D0, which was the day before the tournament, evidenced the optimal health status of horses participating in the Sartiglia; on the whole, the parameters for almost all the animals were within the reference intervals reported for horses in the literature (Knottenbelt, 2006) and the reference intervals established by the laboratory where samples were analyzed (unpublished data) following the International Federation of Clinical Chemistry guidelines (Solberg, 1983, 1987, 2004).

Dehydration of horses during the tournament was evidenced on the basis of the results regarding Hct, TP, and ALB. This was mainly due to thermoregulation and increased sweating (Lindinger et al., 1995; McCutcheon et al., 1995) but also to spleen contraction and release, in accordance with what previously found in horses used in Chilean rodeo (Tadich et al., 2013) and polo competitions (Zobba et al., 2011). Dehydration of the animals during the tournament confirmed the importance for the horses to have access to water. At the Sartiglia's track, an adequate number of watering points were available. Appropriateness of water management was further confirmed by the concentration of indexes of renal function, CREA, and urea levels, which never exceeded the upper limit of the reference range.

The stressful stimuli of the tournament caused the peak of circulating GLU recorded just after the race, which was derived from ACTH release and gluconeogenesis from noncarbohydrate substrates (McMahon et al., 1988) and was likely suitable to provide the animals a readily usable energy substrate.

Circulating cortisol and β -endorphin levels in the present paper were in agreement with those regarding sport horses participating in show jumping (Ferlazzo et al., 2012); on these bases, it can be hypothesized that during the Sartiglia, horses were receiving similar stimuli from other sport competitions such as show jumping. However, a correct correlation among cortisol, β -endorphin, and exercise intensity should be necessarily evaluated on the basis of other parameters such as blood lactate concentrations (Cravana et al., 2010; Ferlazzo et al., 2012), which was not evaluated in the present study.

Also, for the hormonal parameters considered in this research, the highest concentrations were recorded a few minutes after the race and this is consistent with other researches that measured hormone concentration just after competitive sport events (Cravana et al., 2010; Ferlazzo et al., 2012; Becker-Birck et al., 2013). In the present study, cortisol concentration was mainly influenced by the tournament whereas the scarce influence of other variables such as sex and breed confirmed a previous study regarding the effect of transportation on

blood cortisol concentrations (Fazio et al., 2013). Cortisol regulates many organic functions and its blood concentration increases in response to environmental stimuli (Irvine and Alexander, 1994), but the effects of cortisol peak may be compromised by the excessive duration of the stressful events (Cavallone et al., 2002). In the case of the Sartiglia, the potential stressors were represented by the race, other participating horses, spectators, and sound that had a limited duration and the high cortisol levels recorded during the event returned to the initial levels within the day after.

As regard β -endorphin, the peak recorded during the event was followed by a decrease and this was in accordance with the study by Ferlazzo et al. (2012), who have recorded a peak 30 min after a show jumping competition. In addition, this last phenomenon was significantly more noticeable for geldings and horses scored as calm. Sex differences in trainability and personality have been investigated and mares are generally more aggressive and excitable than geldings (Duberstein and Gilkeson, 2010; Wulf et al., 2013). We can suppose that temperament of horses significantly influenced the secretion of β -endorphin, as it was already shown for cortisol (Fazio et al., 2013). This was probably functional to individually enhance the control of emotional and physical stress individually of horses (Malinowski et al., 2006; Cravana et al., 2010) because endorphins might mitigate and adjust the threshold of pain, and in horses, the release in the blood stream is particularly marked during stress reactions (Golynski et al., 2011).

The d-ROM values, which were used to measure the prooxidant activity, showed an increase during the tournament that persisted until the day after. The concentration of d-ROM values should be taken into account because some authors have indicated that in horses, high levels of free radicals increase the risk of laminitis (Loftus et al., 2007) and respiratory diseases (Crowley et al., 2013; Po et al., 2013; Venugopal et al., 2013). We can hypothesize that the tournament played an important role in causing high levels of oxidant markers, not only because of the physical exercise represented by the gallop but also because the horses had to cope with other emotional stressors linked to the other horses of the group, the large number of spectators, novel sounds, and unusual activities. Indeed, d-ROM values were further influenced by the previous experience, as the horses participating in the Sartiglia for the second or third time showed a higher level of oxidant metabolites since the day before the tournament. This finding was confirmed by the individual experiences of the horsemen usually participating in the Sartiglia, who reported a better performance of debutant horses. Debutant horses were probably not aware

of the experiences they had to cope with during the Sartiglia; on the other hand, horses that had previous experience (1 or 2 events) responded to the traditional preliminary activities (training, saddling, bridling, etc.) with an increased production of oxidative metabolites. Finally, concentrations of d-ROM in horses participating in the Sartiglia for 3 or more times were at the same level of debutant horses. It can be speculated that horses evaluated the experiences linked to the tournament less and less negatively and stressfully with time (Hanggi, 2010; Sankey et al., 2010; von Lewinski et al., 2013). Concentration of BAP provided a measure of the antioxidant capacity of the animal and this was characterized by the maximum level registered during the tournament. This was functional to counteract the simultaneous increase of the oxidative metabolites, as prooxidative imbalance can influence the onset of many diseases and pathological conditions caused by an abnormal amount of free radicals on body cells (Kirschvink et al., 2008). On the whole, horses participating in the Sartiglia showed values of d-ROM and BAP in line with the findings of the literature for horses performing light exercise (Bergero et al., 2004) and trained and nontrained saddle horses (Piccione et al., 2012). However, those last papers have not considered the simultaneous measurement of the antioxidant potential, which has been recorded by Celi et al. (2010) and R. Cocco (unpublished data). In particular, in horses of different breeds, values of d-ROM and BAP were, respectively (mean \pm SD), 358 ± 37 U Carr and $2,533 \pm 66$ $\mu\text{mol/L}$ (Celi et al., 2010) and, in circus horses, 113 ± 25 U Carr and $2,195 \pm 265$ $\mu\text{mol/L}$ (R. Cocco, unpublished data).

In conclusion, the interpretation of the results of the present study showed that horses were in optimal health status before the tournament. The Sartiglia caused significant changes of most of the parameters; however, these rapidly returned to the values recorded the day before the tournament. Nevertheless, d-ROM values were suitable to evidence the persistence of oxidative status after the stressful event represented by the tournament. This also suggested a reasonable recommendation of antioxidant supplementation.

On the basis of a general lack of data regarding the oxidative metabolism in horses, this information will certainly be useful for a future implementation of tests in equine medicine and for the improvement of knowledge of health of horses in similar tournaments. Given that in some countries, horses used in traditional tournaments are often a significant sector for local breeders, these results are generally favorable for the protection and promotion of horse breeding outside the official sport disciplines

LITERATURE CITED

- Baucus, K. L., E. L. Squires, S. L. Ralston, A. O. McKinnon, and T. M. Nett. 1990. Effect of transportation on the estrous cycle and concentrations of hormones in mares. *J. Anim. Sci.* 68:419–426.
- Becker-Birck, M., A. Schmidt, J. Lasarzik, J. Aurich, E. Möstl, and C. Aurich. 2013. Cortisol release and heart rate variability in sport horses participating in equestrian competitions. *J. Vet. Behav.* 8:87–94. doi:10.1016/j.jveb.2012.05.002.
- Bergero, D., N. Miraglia, A. Schiavone, M. Polidori, and L. Prola. 2004. Effect of dietary polyunsaturated fatty acids and vitamin E on serum oxidative status in horses performing very light exercise. *Ital. J. Anim. Sci.* 3:141–145.
- Cavallone, E., M. Di Giancamillo, B. Secchiero, A. Belloli, D. Pravettoni, and E. M. Rimoldi. 2002. Variations of serum cortisol in Argentine horses subjected to ship transport and adaptation stress. *J. Equine Vet. Sci.* 22:541–545. doi:10.1016/S0737-0806(02)70195-0.
- Celi, P., M. Sullivan, and D. Evans. 2010. The stability of the reactive oxygen metabolites (d-ROMs) and biological antioxidant potential (BAP) tests on stored horse blood. *Vet. J.* 183:217–218. doi:10.1016/j.tvjl.2008.09.018.
- Cravana, C., P. Medica, M. Prestopino, E. Fazio, and A. Ferlazzo. 2010. Effects of competitive and noncompetitive showjumping on total and free iodothyronines, b-endorphin, ACTH and cortisol levels of horse. *Equine Vet. J.* 42:179–184. doi:10.1111/j.2042-3306.2010.00264.x.
- Crowley, J., E. Po, P. Celi, and G. Muscatello. 2013. Systemic and respiratory oxidative stress in the pathogenesis and diagnosis of *Rhodococcus equi* pneumonia. *Equine Vet. J.* 45:20–25. doi:10.1111/evj.12166.
- Duberstein, K. J., and J. A. Gilkeson. 2010. Determination of sex differences in personality and trainability of yearling horses utilizing a handler questionnaire. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 128:57–63. doi:10.1016/j.applanim.2010.09.012.
- Fazio, E., P. Medica, C. Cravana, and A. Ferlazzo. 2013. Cortisol response to road transport stress in calm and nervous stallions. *J. Vet. Behav.* 8:231–237. doi:10.1016/j.jveb.2012.10.010.
- Ferlazzo, A., P. Medica, C. Cravana, and E. Fazio. 2012. Circulating b-endorphin, adrenocorticotropin, and cortisol concentrations of horses before and after competitive show jumping with different fence heights. *J. Equine Vet. Sci.* 32:740–746. doi:10.1016/j.jveb.2012.02.021.
- Golynski, M., W. Krumrych, and K. Lutnicki. 2011. The role of beta-endorphin in horses: A review. *Vet. Med.* 56:423–429.
- Gordon, M. E., K. H. McKeever, C. L. Betros, and H. C. Manso Filho. 2007. Exercise-induced alterations in plasma concentrations of ghrelin, adiponectin, leptin, glucose, insulin, and cortisol in horses. *Vet. J.* 173:532–540. doi:10.1016/j.tvjl.2006.01.003.
- Hanggi, E. B. 2010. Short-term memory testing in domestic horses: Experimental design plays a role. *J. Equine Vet. Sci.* 30:617–623. doi:10.1016/j.jveb.2010.10.004.
- Harewood, E. J., and C. M. McGowan. 2005. Behavioral and physiological responses to stabling in naive horses. *J. Equine Vet. Sci.* 25:164–170. doi:10.1016/j.jveb.2005.03.008.
- Holcomb, K. E., C. L. Stull, and P. H. Kass. 2010. Unwanted horses: The role of nonprofit equine rescue and sanctuary organizations. *J. Anim. Sci.* 88:4142–4150. doi:10.2527/jas.2010-3250.
- Irvine, C. H., and S. L. Alexander. 1994. Factors affecting the circadian rhythm in plasma cortisol concentrations in the horse. *Domest. Anim. Endocrinol.* 11:227–238. doi:10.1016/0739-7240(94)90030-2.

- Kirschvink, N., B. de Moffarts, and P. Lekeux. 2008. The oxidant/antioxidant equilibrium in horses. *Vet. J.* 177:178–191. doi:10.1016/j.tvjl.2007.07.033.
- Knottenbelt, D. 2006. Vital signs, normal values In: Saunders equine formulary. W.B. Saunders Co., Philadelphia, PA. p. 7–17.
- Lenz, T. R. 2009. The unwanted horse in the United States: An overview of the issue. *J. Equine Vet. Sci.* 29:253–258. doi:10.1016/j.jevs.2009.04.001.
- Lindinger, M. I., R. J. Geort, G. L. Ecker, and L. J. McCutcheon. 1995. Plasma volume and ions during exercise in cool, dry; hot, dry; and hot, humid conditions. *Equine Vet. J.* 20:133–139.
- Loftus, J. P., J. K. Belknap, K. M. Stankiewicz, and S. J. Black. 2007. Laminar xanthine oxidase, superoxide dismutase and catalase activities in the prodromal stage of black-walnut induced equine laminitis. *Equine Vet. J.* 39:48–53. doi:10.2746/042516406X151320.
- Malinowski, K., E. J. Shock, P. Rochelle, C. F. Kearns, P. D. Guirnalda, and K. H. McKeever. 2006. Plasma β -endorphin, cortisol and immune responses to acute exercise are altered by age and exercise training in horses. *Equine Vet. J.* 38:267–273. doi:10.1111/j.2042-3306.2006.tb05551.x.
- McCutcheon, L. J., R. J. Geor, M. J. Hare, G. L. Ecker, and M. I. Lindingers. 1995. Sweating rate and sweat composition during exercise and recovery in ambient heat and humidity. *Equine Vet. J.* 20:153–157.
- McMahon, M., J. Gerich, and R. Rizza. 1988. Effects of glucocorticoids on carbohydrate metabolism. *Diabetes Metab. Res. Rev.* 4:17–30. doi:10.1002/dmr.5610040105.
- Piccione, G., C. Giannetto, S. Marafioti, C. Faggio, D. Alberghina, and F. Fazio. 2012. Training-induced modifications of circadian rhythmicity of peroxidative parameters in horses. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 96:978–984. doi:10.1111/j.1439-0396.2011.01209.x.
- Pritchard, J. C., A. C. Lindberg, D. C. J. Main, and H. R. Whay. 2005. Assessment of the welfare of working horses, mules and donkeys, using health and behaviour parameters. *Prev. Vet. Med.* 69:265–283. doi:10.1016/j.prevetmed.2005.02.002.
- Po, E., C. Williams, G. Muscatello, and P. Celi. 2013. Assessment of oxidative stress biomarkers in exhaled breath condensate and blood of Thoroughbred foals. *Vet. J.* 196:269–271. doi:10.1016/j.tvjl.2012.08.018.
- Sankey, C., M. Richard-Yris, H. Leroy, S. Henry, and M. Hausberger. 2010. Positive interactions lead to lasting positive memories in horses, *Equus caballus*. *Anim. Behav.* 79:869–875. doi:10.1016/j.anbehav.2009.12.037.
- Sartiglia Foundation. 2013. Official website of the Sartiglia Foundation. www.sartiglia.info/en/sartiglia. (Accessed June 6, 2013.)
- Solberg, H. E. 1983. The theory of reference values. Part 5. Statistical treatment of collected reference values. Determination of reference limits. *J. Clin. Chem. Clin. Biochem.* 21:749–760.
- Solberg, H. E. 1987. International federation of clinical chemistry. Expert panel on theory of reference values: Approved recommendation on the theory of reference values. Part 2. Selection of individuals for the production of reference values. *J. Clin. Chem. Clin. Biochem.* 25:639–644.
- Solberg, H. E. 2004. The IFCC recommendation on estimation of reference intervals. The RefVal program. *Clin. Chem. Lab. Med.* 42:710–714. doi:10.1515/CCLM.2004.121.
- Stull, C. L., and A. V. Rodiek. 2000. Physiological responses of horses to 24 hours of transportation using a commercial van during summer conditions. *J. Anim. Sci.* 78:1458–1466.
- Tadich, T. A., O. Araya, F. Solar, N. Ansoleaga, and C. J. Nicol. 2013. Description of the responses of some blood constituents to rodeo exercise in Chilean Creole horses. *J. Equine Vet. Sci.* 33:174–181. doi:10.1016/j.jevs.2012.06.013.
- Venugopal, C., N. Mariappan, E. Holmes, M. Kearney, and R. Beadle. 2013. Effect of potential therapeutic agents in reducing oxidative stress in pulmonary tissues of recurrent airway obstruction-affected and clinically healthy horses. *Equine Vet. J.* 45:80–84. doi:10.1111/j.2042-3306.2012.00566.x.
- von Lewinski, M., S. Biau, R. Erber, N. Ille, J. Aurich, J. Faure, E. Möstl, and C. Aurich. 2013. Cortisol release, heart rate and heart rate variability in the horse and its rider: Different responses to training and performance. *Vet. J.* 197:229–232. doi:10.1016/j.tvjl.2012.12.025.
- Williams, C. A. 2008. Oxidative stress or oxidant/antioxidant equilibrium in horses? A hot topic. *Vet. J.* 177:157–158. doi:10.1016/j.tvjl.2007.11.005.
- Williams, C. A., M. E. Gordon, C. L. Betros, and K. H. McKeever. 2008. Apoptosis and antioxidant status are influenced by age and exercise training in horses. *J. Anim. Sci.* 86:576–583. doi:10.2527/jas.2007-0585.
- Wulf, M., J. Aurich, A. C. May, and C. Aurich. 2013. Sex differences in the response of yearling horses to handling by unfamiliar humans. *J. Vet. Behav.* 8:238–244. doi:10.1016/j.jvbeh.2012.09.002.
- Yoder, M. J., J. Hamilton, T. Ray, S. Stewart, and W. Walls. 2011. Defining state extension opportunities associated with the unwanted horse. *J. Equine Vet. Sci.* 31:338. doi:10.1016/j.jevs.2011.03.178.
- Zobba, R., M. Ardu, S. Niccolini, F. Cubeddu, C. Dimauro, P. Bonelli, C. Dedola, S. Visco, and M. L. Pinna Parpaglia. 2011. Physical, hematological, and biochemical responses to acute intense exercise in polo horses. *J. Equine Vet. Sci.* 31:542–548. doi:10.1016/j.jevs.2011.03.010.

1 **Supplementary table 1.** Descriptive statistics of blood cell parameters of horses, n= 63

Parameters ¹	mean	SD	min	max	skewness	kurtosis
RBC, n×10 ⁶ cells/μL	8.96	2.24	5.32	14.21	-0.41	0.73
Hct, %	45.69	11.93	26.10	78.20	-0.11	0.86
Hgb, g/dL	15.71	3.28	9.80	24.80	-0.17	0.77
MCV, fL	50.94	2	46.80	56.20	0.08	0.15
MCH, pg	17.78	1.95	13.90	26.80	6.64	1.77
MCHC, g/dL	34.94	3.85	27.10	54.60	10.48	2.45
PLT, n×10 ³ cells/L	129.92	33.52	31	188	0.65	-0.87
WBC, n×10 ³ cells/L	10.42	2.01	6.65	15.28	-0.18	0.53
Neutrophils, n×10 ³ cells/L	6.31	1.90	4.11	11.99	2.13	1.54
Lymphocytes, n×10 ³ cells/L	3.46	1.15	1.60	7.95	3.17	1.32
Monocytes, n×10 ³ cells/L	0.45	0.17	0.20	1.23	6.58	2.06
Eosinophils, n×10 ³ cells/L	0.11	0.09	0.01	0.45	2.99	1.61
Basophils, n×10 ³ cells/L	0.03	0.02	0.01	0.09	3.02	1.73

2 ¹RBC: red blood cell, Hct: hematocrit, Hgb: haemoglobin concentration, MCV: mean cell volume, MCH: mean cell hemoglobin content, MCHC:
3 mean cell hemoglobin concentration, PLT: platelets, WBC: white blood cell.

4

5 **Supplementary table 2.** Descriptive analysis of blood biochemical, hormonal and oxidative parameters of horses, n= 63

Parameters ¹	mean	SD	min	max	skewness	kurtosis
ALT, U/L	22.30	6.61	8	37	-0.16	0.29
AST, U/L	351.65	94.47	206	637	1.31	1.16
CK, U/L	268.13	325.12	76.00	2317	29.25	5.15
GGT, U/L	20.31	3.43	12	29	0.55	0.62
ALP, U/L	145.84	28.96	98	211	-0.60	0.38
GLU, g/dL	103.87	26	8	158	1.95	-0.16
CREA, mg/dL	1.34	0.28	0.90	2.20	0.67	0.95
Urea, mg/dL	27.44	6.64	10	41	-0.40	-0.14
TP, g/dL	6.98	0.59	6.10	8	0.46	0.77
ALB, g/dL	3.92	0.36	3.20	4.91	0.27	0.62
Cortisol, ng/mL	93.21	118.04	5.54	525	7.82	2.76
β -endorphin, pg/mL	32.10	17.99	5.46	69	-0.91	0.17
d-ROMS, U Carr	153.41	40.86	77	271	0.58	0.84
BAP, μ mol/L	2,122	411	1,312	3,278	-0.28	0.19

6 ¹ALT: alanine aminotransferase, AST: aspartate aminotransferase, CK: creatine kinase, GGT: gamma-glutamyltransferase, ALP: alkaline

7 phosphatase, GLU: glucose, CREA: creatinine, TBIL: total bilirubin, TP: total proteins, ALB: albumin, d-ROMs: Reactive Oxygen Metabolites,

8 BAP: Biological Antioxidant Potential.

3.2 Paper 2.
**Validation of reference intervals for the
use of infrared thermography as a non-
invasive diagnostic tool for the
prediction of subclinical lameness in
horses of a traditional tournament, the
Sartiglia of Oristano, Italy**

1 Running head: Thermography of horses in a traditional race

2

3 **Validation of reference intervals for the use of infrared thermography as a non-**
4 **invasive diagnostic tool for the prediction of subclinical lameness in horses of a**
5 **traditional tournament, the Sartiglia of Oristano, Italy**

6

7 **Sedda G.^{*†}, Epifani G.[‡], Manca C.[‡], Columbano N.^{*}, Galilea P.^{*}, Sanna Passino**
8 **E.^{*}, Pazzola M.^{*1}**

9

10 ^{*}Department of Veterinary Medicine, University of Sassari, 07100 Sassari, Italy;

11 [†]ASL (Local Health Authority) of Oristano, 09170 Oristano, Italy;

12 [‡]Dipartimento per la Ricerca nelle Produzioni Animali, Agris Sardegna, 07040
13 Olmedo, Italy

14

15 ¹Corresponding author: pazzola@uniss.it

16

17

18 **ABSTRACT**

19 The *Sartiglia* is a traditional horse tournament held in the City of Oristano, Italy. The
20 organizing committee has recently promoted a scientific activity to investigate the
21 effect of the tournament on animal health. The need to prevent traumatic accidents
22 can be achieved by alternative methods other than radiographic and ultrasonographic
23 ones. In this study, the validation of the reference values of thermographic camera-
24 recorded from the *Sartiglia* horses' population was investigated. Thirty horses,
25 determined to be clinically health and showing no sign of lameness, were examined.
26 Images of dorsal and lateral aspects of the different regions of the four limbs were
27 taken by the use of a thermal camera and temperatures of lateral and medial aspects
28 of each region were achieved. Data were analysed using the mixed effect model of
29 SAS software. Temperature values were characterized by a moderate-high
30 variability, with coefficient of variation from seven to 21. Distributions were
31 characterized by a slight platykurtosis and mainly right-tailed. As regard the
32 statistical analysis, the side effect (left vs. right) was never significant whereas data
33 were mainly affected by the age level and the stable effects. The variance of the
34 phenotypes recorded in the present study was mainly attributable to the individual
35 animal. In conclusion, results evidenced a general concern due to the large interval of
36 distribution and the low repeatability, which can reflect a consequent limit for the
37 detection of subclinical inflammation or injuries of superficial parts by the use of
38 thermal camera. Nevertheless, due to the general scarcity of data regarding thermal
39 records of horses, the present study could be useful as a reference study.

40

41 **Keywords:** horse, thermography, lameness, traditional tournament

42

43 INTRODUCTION

44 The *Sartiglia* is one of the several historic horse tournament held in the
45 Mediterranean Basin. It is organized in the City of Oristano, Italy, since the XVI
46 century during the Carnival celebrations. Its origin has to be found in the medieval
47 equestrian tournaments of Christian crusades armies (Sartiglia Foundation, 2016). It
48 is essentially based on the gallop of horsemen who try to catch a suspended holed
49 star with a sword (Pazzola et al., 2015; Sartiglia Foundation, 2016).

50 Many efforts have been pursued in the last decade to overcome the difficulties linked
51 to a general disbelief about the use of animal in traditional equestrian tournaments.
52 As regard the Italian national scenario, several ordinances have been issued to
53 regulate the use and warrant safety and health of horses during such equestrian
54 events (Italian Ministry of Health, 2009). As regard the specific scenario of the
55 Sartiglia, a permanent veterinary committee has been officially established in 2010 to
56 supervise all health aspects related to the horse population involved in the
57 tournament. The investigation on bone disease reflects the need to prevent traumatic
58 accidents which may occur during the tournament. Every year, the total amount of
59 one hundred and twenty horses, which are allowed to participate in the Sartiglia,
60 undergone a mandatory clinical examination during a two-days session.
61 Radiographic and ultrasonographic methods are often used to achieve or confirm the
62 diagnosis of subclinical or doubtful lameness but, in the presence of a high number

63 of horses to be examined, alternative, faster, predictive and non-invasive tools are
64 desirable. Infrared thermography represents one of those possible tools.

65 Thermal cameras are based on the measurement of the emitted temperature of
66 surfaces and are nowadays a diagnostic technique available for veterinary
67 practitioners. Thermographic images assists the localization of inflammatory spots
68 by the increased heat and are useful when combined with other, more specific,
69 diagnostic techniques such as radiography, nuclear scintigraphy and ultrasound
70 (Eddy et al., 2001). For these reasons, thermography can help the diagnosis of
71 superficial and soft tissue orthopedic lesions in equine medicine, in particular for
72 dorsal metacarpal diseases (Eddy et al., 2001). Thermography is mainly
73 advantageous to reveal the early phase of diseases, just when radiographic findings
74 are often inadequate. On the other hand, thermal cameras has also many weakness
75 because these are still expensive, are not able to reveal specific disease and define
76 aetiologies, and cannot detect subtle or chronic lesions, as degenerative joint diseases
77 (Eddy et al., 2001).

78 Overall, infrared thermography could be a suitable diagnostic tool for the prediction
79 of subclinical lameness in the horses participating in the Sartiglia. The investigation
80 regarding the variations of normal values is crucial to perform later interpretation of
81 clinical cases, and a difference between normal vs. injured segments is evidenced by
82 significant thermal alterations of the surface temperature (Eddy et al., 2001). The aim
83 of this study, as the first stage of a broader project, is the validation of the reference
84 values of thermographic camera-recorded temperatures in the horses participating in
85 the Sartiglia's tournament.

86

87 **MATERIALS AND METHODS**

88 The Sartiglia is organized under the observance of international and national laws
89 with reference to health and welfare of horses. Methods of the present study were
90 approved by the Sartiglia Foundation (approval number 015/2015) and horses
91 sampled with horsemen and owners' voluntary consent. All horses were adult and
92 mares were nonpregnant. No specific authorization from an animal ethics committee
93 was required, because according to the EC Directive 86/609/EEC and Directive
94 2010/63/EU, none of the procedures met the criteria to be defined as an experiment
95 or procedure. Furthermore, the thermographic method was noninvasive but in the
96 case horses displayed fear or distress behavior the test was immediately ended.

97

98 ***Animals and sampling***

99 Data and samples were collected during the 2015 edition of the Sartiglia, in the
100 period from November to February. Thirty horses were examined at rest in six
101 different stables, and in four different sampling days. All horses were determined to
102 be clinically normal by three veterinarians, after examination at a walk and a trot,
103 palpation and investigation of remote and close anamnesis about lameness. Table 1
104 summarizes general characteristics of horses, e.g. breed, sex, coat colour and age.
105 Following the method suggested by Eddy et al. (2001), images were taken at the
106 stables in an indoor stall with flat concrete floor and low light. Sampling procedures
107 were always in the morning (from 9:00 to 11:00 A.M.). Atmospheric temperature
108 was between 9 and 15 °C. Horses were at rest within 12 hours in their own boxes;

109 coat and skin was clean and not groomed within the day before (about 12 hours), and
110 no topical agent was applied (Eddy et al., 2001).

111 Images of dorsal and lateral aspects of the different regions of the four limbs (Soroko
112 et al., 2014, Figure 1) were taken by the use of a thermal camera (FLIR SC 660,
113 FLIR Systems, Milan, Italy; 640 x 480 pixels, sensibility 30 mK at 30 °C) at a
114 distance of one meter from the surface of the investigated region. Images were later
115 downloaded and analysed by the associated FLIR R&D software (FLIR Systems,
116 Milan, Italy), and the set measurement tools, to achieve minimum, maximum and
117 average temperature of lateral and medial aspects of each region (Figure 2).

118

119 *Statistical analysis*

120 Data of each single aspect and region were analysed using SAS software (version
121 9.1, SAS Institute Inc., Cary, NC) and the mixed effect model which considered as
122 fixed effects: side, coat colour, age, sex, breed and stable. Because of rank deficiency
123 in contingency tables, interaction effects between the fixed effects were not
124 considered. Random effect of the individual horse was computed with animal nested
125 within side, coat colour, age, sex, breed and stable. The two levels of the side effect
126 were right and left. Table 1 summarizes the other fixed effects and levels. Multiple
127 comparison of least square means (**LSM**) was performed by using the Bonferroni
128 method, and the effects were declared significant at $P < 0.05$.

129

130 **RESULTS AND DISCUSSION**

131 No horse displayed fear or distress behavior during sampling procedures.

132 Table 2 and 3 summarize the descriptive statistics of temperature recorded from fore
133 and rear limbs, respectively. Values reported in these tables evidence that distribution
134 of data was characterized by a moderate-high variability. Coefficient of variation
135 (CV) is the ratio between the standard deviation and the mean, and it is used in many
136 fields of life science to compare the variability among data sets of vastly different
137 mean values (Aerts et al., 2015; Teoh et al., 2017). Gangestad and Thornhill (1999)
138 report that values of CV from 20 to 25 are indicative of a high level of differences
139 among individuals and are generally linked to leptokurtosis of data distribution.
140 Distribution of thermographic data of the present study showed values of CV from
141 10 to 21 for forelimbs, and from seven to 18 for rear limbs. Many of these were
142 characterized by a slight platykurtosis. Indeed, majority of values of kurtosis were
143 negative ranging from -0.07 to -1.47 for the front and from -0.01 to -0.50 for the rear
144 limbs. In addition to platykurtosis, distribution of data were mainly right-tailed,
145 above all the ones of the forelimbs (Figure 3A), with skewness ranging from 0.12 to
146 1.02. Some other, as in the case of the average temperature of the lateral aspect of
147 fore pastern (Figure 3B) showed a two-peaked distribution. Potential issues linked to
148 the moderate-high CV of our dataset are the reduction of repeatability, which
149 measures the reliability with which it can be measured, and the low levels of
150 correlations among traits and the sequential ability to predict traits (Whitlock, 1998).
151 Soroko et al. (2014), even if a very large interval of variation estimated by the
152 minimum and maximum temperatures reported in that study, find a very low CV
153 ranging from 2.3 to 6.4 and a correlated good repeatability. The large differences in
154 CV between the present study and that by Soroko et al. (2014) could be attributable

155 to the different number of sampled animals, the age and the utilization of
156 ultrasonographic and radiographic examinations to validate the actual absence of
157 injuries in the study by Soroko et al. (2014). Moreover, it is worth to report that in
158 the study by Soroko et al. (2014) temperatures were adjusted to a neutral value of
159 ambient temperature whereas in the present study the thermal camera automatically
160 set the adjustment before the beginning of each sampling session.

161 As regard the statistical analysis, the inclusion of the side effect allowed to compare
162 contralateral regions of fore and rear limbs. Right regions were statistically not
163 different from left ones because the side effect was never significant for all the
164 regions considered in the present study with *P*-values ranging from 0.268 to 1.000
165 (data not shown in tables). The absence of differences allowed to pool together data
166 of the right and left sides of each region of fore and rear limbs in a unique group.
167 This improved the total amount of registrations for each region and grade of
168 temperature (minimum, average and maximum) processed by the mixed model
169 procedure. In contrast, Soroko et al. (2014) find significant differences between right
170 and left sides. Those authors also speculated that, even if the actual cause is still
171 unclear, differences between right and left limbs might related to equine
172 biomechanics and the clockwise racetrack.

173 Table 4 and 5 report the *P*-values and significance, respectively for the regions of the
174 fore and rear limb, according to the fixed effects of coat, age, sex breed and stable.
175 On the whole, data were affected by the age level and the stable. This was mainly
176 marked for the distal regions, from ankle to coronet, of the forelimbs. As regard the
177 age effect, temperatures recorded from horses ranging from nine to 12 years were

178 always higher than those aged six-eight and 13-17. As regard the stable effect,
179 temperatures recorded at Stable IV were always higher than at stables I-III, V and
180 VI, and this reflected the actual limitations of Stable IV in building and facilities.
181 The other effects showed a significant *P*-value only for a very limited amount of
182 regions and grades. Among the sampled breeds, the Anglo-Arabians showed higher
183 temperatures than Thoroughbreds and Sardinian local horses for lateral aspects of
184 rear pastern and coronet. The coat and sex effect were significant only in one case.
185 For maximum temperatures of hock's lateral aspect, with sorrel horses showing a
186 LSM temperature, 31.67 °C, higher than bay, 28.43, and gray, 28.64; and for
187 minimum temperatures of the lateral aspect of fore ankle, with geldings showing a
188 LSM temperature, 16.65 °C, higher than mares, 15.06 (data not shown in tables).
189 The variance of the distribution of the phenotypes recorded in the present study was
190 mainly attributable to the individual animal. Indeed, the standard deviation due to the
191 random effect of individual animal, animal SD, was for almost all the region, aspects
192 and grade higher than the standard deviation of the residual, i.e. due to the fixed
193 effects considered in the model (Table 4 and 5). On the contrary, some of the
194 investigated regions showed a very low animal SD. In particular, it was at 0 for knee,
195 rear cannon, rear ankle and rear pastern. This occurrence could be explained by the
196 high discrepancy recorded for a singular horse between values of the right and left
197 side of the same region, even if the absence of significance originated from the
198 mixed model. Our findings are in accordance with Soroko et al. (2013), who assume
199 that the low sensitivity of the thermographic method derives from temperature
200 differences from symmetrical areas. In addition, this also supported the concern

201 about the low repeatability of the measurements achieved by the thermal camera,
202 evidenced by the high-moderate values of the CV.

203 Results from our study evidenced a general concern due to the large interval of
204 distribution, which can reflect a consequent limit for the detection of subclinical
205 inflammation or injuries of superficial parts by the use of thermal camera. Indeed, the
206 achievement of a consistent prediction should be based on significant differences
207 between temperatures in equivalent regions and aspects of healthy and unhealthy
208 horses and a reliable cut-off limit. As an example, Soroko et al. (2013) report that a
209 threshold difference value of 1.25 °C of the temperature is indicative of subclinical
210 inflammation with a specificity at 0.95.

211

212 **CONCLUSIONS**

213 In conclusion, the present study could surely support the efforts to investigate and
214 improve health of horse participating in the Sartiglia. As regard distribution of data
215 achieved by the thermal camera, these were characterized by a large variation,
216 mainly due to the effect of the individual animal. This is indicative of a low
217 repeatability of measurements and could represent a significant limit to predict
218 subclinical lameness by thermography. Nevertheless, data regarding thermal records
219 of horses are still rare and the present study could be useful to compare and share
220 results among different objectives, studies and protocols.

221

222 **CONFLICT OF INTEREST STATEMENT**

223 G. Sedda (from 2010 to 2014), E. Sanna Passino (since 2014) and M. Pazzola (since
224 2014) have been voluntary unsalaried members of the Veterinary Committee of the
225 Sartiglia Foundation. None of the authors has any financial or personal relationships
226 that could inappropriately influence or bias the content of the paper.

227

228 **ACKNOWLEDGEMENTS**

229 Authors gratefully thanks “*Fondazione Sa Sartiglia Onlus*” (Sartiglia Foundation)
230 and “*A.S.D. Cavalieri Sa Sartiglia*” (Sartiglia Horsemen Association).

231

232 **REFERENCES**

233 Aerts S., Haesbroeck G., Ruwet C. 2015. Multivariate coefficients of variation:
234 comparison and influence functions. *Journal of Multivariate Analysis* 142, 183–
235 198.

236 Eddy A.L., Van Hoogmoed L.M. and J.R. Snyder. 2001. The role of thermography in
237 the management of equine lameness. *The Veterinary Journal* 162, 172-181.

238 Gangestad S.W., Thornhill R. 1999. Individual differences in developmental
239 precision and fluctuating asymmetry: a model and its implications. *Journal of*
240 *Evolutionary Biology* 12, 402–416.

241 Italian Ministry of Health. 2009. Ministerial Ordinance of July 21 2009 on the
242 discipline of popular tournaments and races in which horses are used outside of
243 the facilities and trails officially authorized. *Italian Official Journal of Laws,*
244 *General Series* 207, September 7 2009 (Ordinanza Ministeriale del 21 luglio
245 2009. «Disciplina di manifestazioni popolari pubbliche o private nelle quali

246 vengono impiegati equidi, al di fuori degli impianti e dei percorsi
247 ufficialmente autorizzati». Gazzetta Ufficiale, Serie Generale n. 211 del 7
248 settembre 2013)

249 Pazzola M., Pira E., Sedda G., Vacca G. M., Cocco R., Sechi S., Bonelli P., and P.
250 Nicolussi. 2015. Responses of hematological parameters, beta-endorphin,
251 cortisol, reactive oxygen metabolites, and biological antioxidant potential in
252 horses participating in a traditional tournament. *Journal of Animal Science* 93,
253 1573–1580.

254 Sartiglia Foundation. 2016. Official website of the Sartiglia Foundation.
255 <http://www.sartiglia.info>. (Accessed 16 June 2016).

256 Soroko M., Dudek K., Howell K., Jodkowska E., Henklewski R. 2014.
257 Thermographic evaluation of racehorse performance. *Journal of Equine*
258 *Veterinary Science* 34, 1076-1083.

259 Soroko M., Henklewski R., Filipowski H., Jodkowska E. 2013. The effectiveness of
260 thermographic analysis in equine orthopedics. *Journal of Equine Veterinary*
261 *Science* 33, 760-762.

262 Teoh W. L., Khoo M. B. C., Castagliola P., Yeong W. C., Teh S. Y. 2017. Run-sum
263 control charts for monitoring the coefficient of variation. *European Journal of*
264 *Operational Research* 257, 144–158.

265 Whitlock M. 1998. The repeatability of fluctuating asymmetry: a revision and
266 extension. *Proceedings of the Royal Society of London B* 265, 1429–1431.

267

268 **Table 1.** Horses general characteristics, effect, levels and total numbers of horses
 269 considered in the statistical analysis of thermography data.

Effect	levels	n
Coat colour	bay	19
	sorrel	3
	grey	8
Age (years)	from 6 to 8	10
	from 9 to 12	12
	from 13 to 17	8
Sex	mare	13
	gelding	17
Breed	Thoroughbred	7
	Anglo-Arabian	14
	other (local Sardinian population)	9
Stable	I	9
	II	5
	III	3
	IV	3
	V	4
	VI	6

270

271 **Table 2.** Descriptive statistics of temperature (°C) recorded for the different regions
 272 and aspects of horses' forelimbs, n= 60.

Region	aspect	grade ¹	mean	SD ²	CV ³	min	max	skewness	kurtosis
Knee	lateral	min	18.27	2.39	13.10	12.7	23.5	0.12	-0.22
		avg	21.41	2.41	11.28	17.2	26.7	0.25	-0.85
		max	26.18	2.79	10.66	20.5	31.3	-0.28	-0.84
	dorsal	min	17.87	2.31	12.93	13.7	23.5	0.64	-0.20
		avg	20.17	2.75	13.64	16.3	25.7	0.43	-0.91
		max	22.65	3.13	13.81	17.7	28.8	0.29	-1.17
Cannon	lateral	min	16.85	2.62	15.58	13.6	23.2	1.02	0.22
		avg	19.44	2.98	15.35	15.3	25.8	0.59	-0.77
		max	23.13	3.68	15.92	18.0	30.4	0.28	-1.21
	dorsal	min	16.98	2.86	16.87	13.7	23.2	0.96	-0.27
		avg	18.70	3.27	17.47	14.9	25.8	0.61	-0.84
		max	20.78	4.08	19.64	15.4	29.5	0.34	-1.19
Ankle	lateral	min	17.14	2.44	14.24	13.2	23.2	0.59	-0.35
		avg	19.69	3.10	15.75	14.7	25.8	0.34	-0.93
		max	22.79	3.97	17.40	15.9	30.6	0.15	-1.07
	dorsal	min	17.00	2.61	15.37	13.0	24.1	0.97	0.48
		avg	18.99	3.18	16.74	14.6	25.6	0.57	-0.72
		max	21.01	4.01	19.09	15.5	30.9	0.46	-0.75
Pastern	lateral	min	17.20	2.56	14.86	12.7	23.2	0.62	-0.45
		avg	19.40	3.25	16.76	14.5	25.9	0.32	-1.13
		max	21.56	4.07	18.88	15.4	28.5	0.19	-1.46
	dorsal	min	16.57	2.63	15.90	11.9	22.9	0.62	-0.32
		avg	18.90	3.06	16.21	14.2	25.7	0.37	-0.94
		max	20.68	3.87	18.73	15.1	28.1	0.22	-1.27
Coronet	lateral	min	17.47	2.71	15.54	11.6	24.2	0.39	-0.11
		avg	19.47	3.52	18.06	14.5	25.5	0.26	-1.37
		max	21.14	4.48	21.18	15.1	30.6	0.38	-1.27
	dorsal	min	17.08	2.66	15.59	11.8	23.8	0.64	-0.07
		avg	18.93	3.18	16.80	14.3	25.8	0.40	-1.01
		max	20.54	4.17	20.29	15.2	30.9	0.44	-0.96

273 ¹minimum, average and maximum; ²SD: standard deviation; ³CV: coefficient of
 274 variation.

275

276 **Table 3.** Descriptive statistics of temperature (°C) recorded for the different regions
 277 and aspects of horses' rearlimbs, n= 60.

Region	aspect	grade ¹	mean	SD ²	CV ³	min	max	skewness	kurtosis
Hock	lateral	min	19.83	2.47	12.48	14.2	23.6	-0.50	-0.59
		avg	23.85	2.18	9.16	20.0	27.9	-0.29	-1.03
		max	28.53	2.01	7.04	24.6	34.6	0.32	1.28
	dorsal	min	20.06	2.67	13.31	15.2	24.5	-0.08	-1.39
		avg	23.41	2.37	10.14	19.5	27.5	-0.01	-1.41
		max	26.70	2.43	9.10	21.4	30.7	-0.39	-0.75
Cannon	lateral	min	18.81	2.67	14.22	13.4	24.1	-0.20	-0.32
		avg	21.99	3.10	14.10	16.8	28.3	-0.01	-0.70
		max	26.26	2.77	10.55	20.7	30.9	-0.34	-0.79
	dorsal	min	19.21	3.13	16.28	14.1	25.7	0.47	-0.76
		avg	21.34	3.49	16.33	15.0	27.8	0.12	-1.17
		max	24.08	4.00	16.61	18.1	31.1	-0.04	-1.22
Ankle	lateral	min	18.49	2.61	14.09	14.3	25.1	0.36	-0.63
		avg	21.21	3.20	15.11	15.3	28.1	-0.09	-1.06
		max	24.41	3.87	15.87	16.9	31.6	-0.20	-1.15
	dorsal	min	18.71	3.03	16.21	12.3	24.7	0.06	-0.99
		avg	20.94	3.37	16.11	15.2	26.9	0.08	-1.30
		max	23.09	3.97	17.19	16.3	29.8	-0.07	-1.18
Pastern	lateral	min	18.68	3.02	16.16	11.2	25.1	0.04	-0.57
		avg	20.88	3.57	17.08	13.1	26.3	-0.30	-1.07
		max	23.65	4.10	17.34	16.3	29.9	-0.42	-1.15
	dorsal	min	19.28	2.90	15.05	13.1	24.1	-0.27	-0.89
		avg	21.51	3.25	15.11	15.6	26.3	-0.33	-1.23
		max	23.45	3.83	16.31	16.3	31.0	-0.36	-0.96
Coronet	lateral	min	18.96	2.95	15.58	12.8	24.0	-0.12	-0.93
		avg	21.47	3.55	16.52	15.3	26.6	-0.24	-1.33
		max	23.53	4.38	18.62	15.9	29.8	-0.32	-1.41
	dorsal	min	19.47	2.79	14.34	15.2	23.7	-0.03	-1.30
		avg	21.69	3.46	15.96	15.9	26.8	-0.31	-1.28
		max	23.67	4.45	18.82	16.6	30.9	-0.23	-1.32

278 ¹minimum, average and maximum; ²SD: standard deviation; ³CV: coefficient of
 279 variation.

280

281 **Table 4.** *P*-values of and significance of temperature recorded for the different
 282 regions and aspects of horses' forelimbs according to the fixed effects considered in
 283 the statistical analysis, n= 60.

Region	aspect	grade ¹	effects					SD	
			coat	age	sex	breed	stable	animal ²	residual ³
Knee	lateral	min	0.500	0.064	0.924	0.533	0.096	5.36	0.01
		avg	0.739	0.103	0.982	0.287	0.157	4.93	0.85
		max	0.892	0.459	0.839	0.213	0.222	0	8.13
	dorsal	min	0.675	0.067	0.509	0.199	0.077	0	4.84
		avg	0.519	0.158	0.536	0.308	0.043*	6.24	0.88
		max	0.463	0.371	0.877	0.281	0.059	0	9.48
Cannon	lateral	min	0.848	0.013*	0.373	0.144	0.092	6.12	0.01
		avg	0.974	0.087	0.197	0.207	0.068	7.32	0.89
		max	0.909	0.132	0.272	0.471	0.056	11.57	0.93
	dorsal	min	0.533	0.069	0.783	0.271	0.245	6.76	0.88
		avg	0.361	0.057	0.758	0.435	0.101	8.55	0.90
		max	0.213	0.047*	0.789	0.810	0.080	12.76	0.93
Ankle	lateral	min	0.329	0.007**	0.038*	0.223	0.006**	3.65	0.82
		avg	0.420	0.012*	0.083	0.441	0.006**	6.66	0.88
		max	0.644	0.100	0.388	0.764	0.011*	12.00	0.93
	dorsal	min	0.460	0.003**	0.400	0.313	0.012*	4.48	0.84
		avg	0.417	0.012*	0.209	0.372	0.013*	7.50	0.89
		max	0.451	0.013*	0.406	0.622	0.007**	12.97	0.01
Pastern	lateral	min	0.131	0.005**	0.151	0.603	0.016*	0.01	5.43
		avg	0.265	0.005**	0.192	0.406	0.009**	7.86	0.90
		max	0.260	0.019*	0.215	0.502	0.005**	12.77	0.93
	dorsal	min	0.393	0.033*	0.063	0.362	0.076	4.82	0.85
		avg	0.328	0.017*	0.264	0.622	0.007**	6.74	0.88
		max	0.389	0.035*	0.305	0.744	0.005**	11.26	0.92
Coronet	lateral	min	0.169	0.157	0.132	0.418	0.050*	5.21	0.86
		avg	0.230	0.202	0.197	0.470	0.012*	9.35	0.91
		max	0.273	0.270	0.191	0.281	0.004**	0.01	15.78
	dorsal	min	0.397	0.048*	0.483	0.745	0.034*	5.19	0.86
		avg	0.207	0.041*	0.715	0.582	0.004**	6.65	0.88
		max	0.152	0.058	0.975	0.584	0.001***	12.03	0.01

284 ¹minimum, average and maximum; ²standard deviation due to the individual animal;

285 ³standard deviation of the residual.

286 *: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$; ***: $P < 0.001$.

287

288

289 **Table 5.** *P*-values and significance of temperature recorded for the different regions
 290 and aspects of horses' rearlimbs according to the fixed effects considered in the
 291 statistical analysis, n= 60.

Region	aspect	grade ¹	effects					SD	
			coat	age	sex	breed	stable	animal ²	residual ³
Hock	lateral	min	0.402	0.259	0.882	0.957	0.482	4.64	0.85
		avg	0.416	0.156	0.961	0.671	0.808	3.83	0.82
		max	0.027*	0.385	0.245	0.072	0.078	2.68	0.01
	dorsal	min	0.411	0.171	0.092	0.791	0.472	6.86	0.89
		avg	0.259	0.249	0.129	0.618	0.777	6.05	0.01
		max	0.068	0.092	0.152	0.710	0.613	4.87	0.01
Cannon	lateral	min	0.721	0.104	0.647	0.807	0.598	0.01	5.93
		avg	0.961	0.178	0.567	0.723	0.906	0.01	10.44
		max	0.885	0.037*	0.129	0.089	0.657	4.83	0.85
	dorsal	min	0.986	0.575	0.854	0.541	0.408	9.28	0.91
		avg	0.988	0.608	0.994	0.572	0.300	11.83	0.93
		max	0.965	0.578	0.627	0.782	0.555	0	19.49
Ankle	lateral	min	0.840	0.156	0.626	0.716	0.405	0	7.07
		avg	0.884	0.262	0.826	0.545	0.413	10.38	0.92
		max	0.759	0.143	0.736	0.515	0.401	15.97	0.01
	dorsal	min	0.835	0.148	0.625	0.327	0.303	8.29	0.90
		avg	0.888	0.275	0.946	0.401	0.241	0	11.78
		max	0.782	0.294	0.721	0.181	0.762	15.59	0.01
Pastern	lateral	min	0.245	0.727	0.526	0.099	0.097	8.40	0.01
		avg	0.588	0.346	0.377	0.037*	0.080	10.65	0.92
		max	0.802	0.353	0.795	0.145	0.122	16.18	0.01
	dorsal	min	0.439	0.374	0.383	0.209	0.488	7.94	0.90
		avg	0.621	0.531	0.758	0.326	0.551	0	12.09
		max	0.629	0.492	0.925	0.226	0.469	15.78	0.94
Coronet	lateral	min	0.274	0.155	0.542	0.012*	0.042*	5.27	0.86
		avg	0.469	0.124	0.429	0.025*	0.046*	9.88	0.01
		max	0.533	0.200	0.637	0.042*	0.064	15.34	0.94
	dorsal	min	0.691	0.173	0.373	0.727	0.295	7.50	0.01
		avg	0.813	0.068	0.209	0.648	0.281	10.47	0.92
		max	0.844	0.058	0.214	0.652	0.321	18.30	0.95

292 ¹minimum, average and maximum; ²standard deviation due to the individual animal;

293 ³standard deviation of the residual.

294 *: *P*<0.05.

295

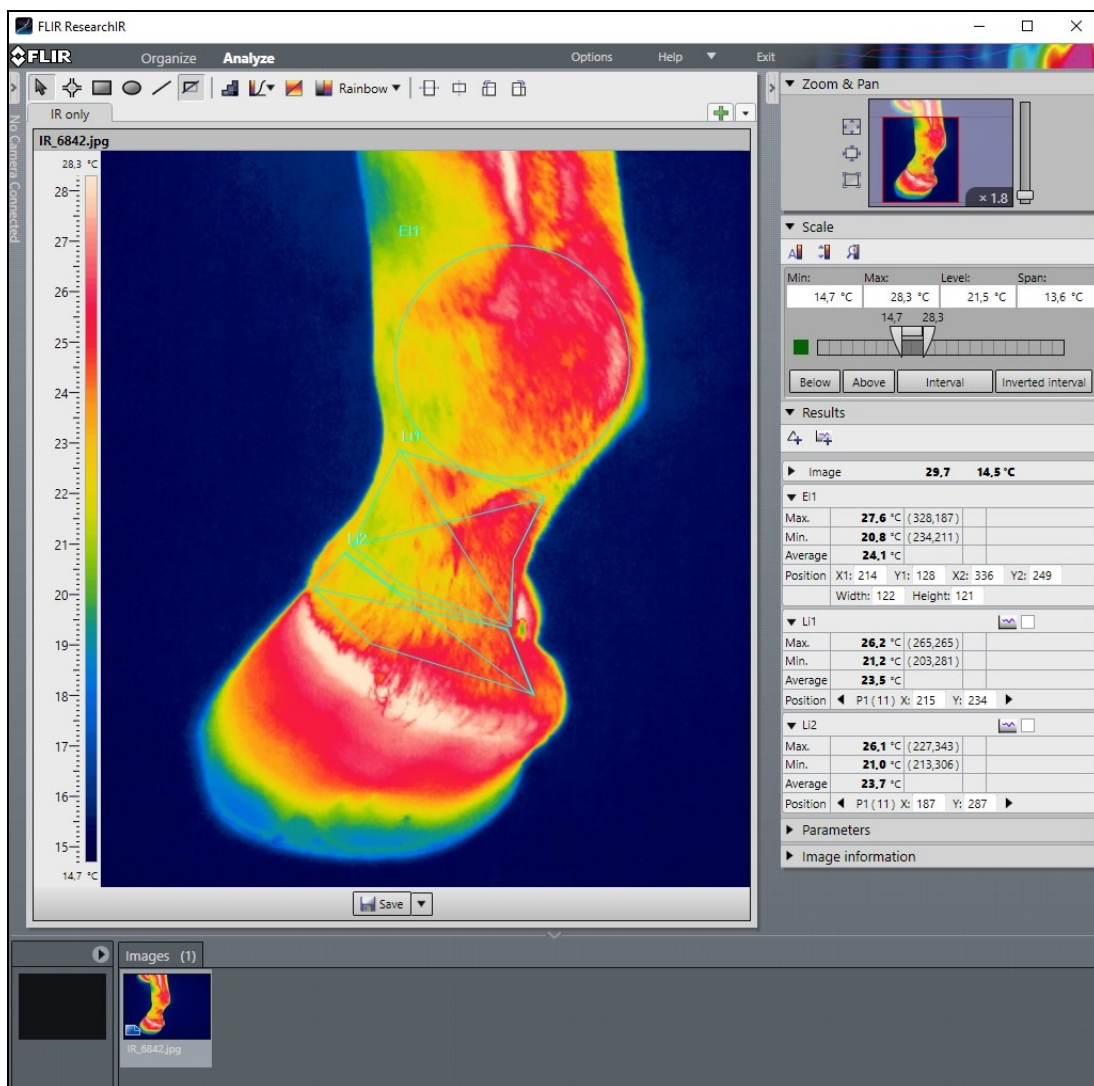
296 **Figure 1**



297

298

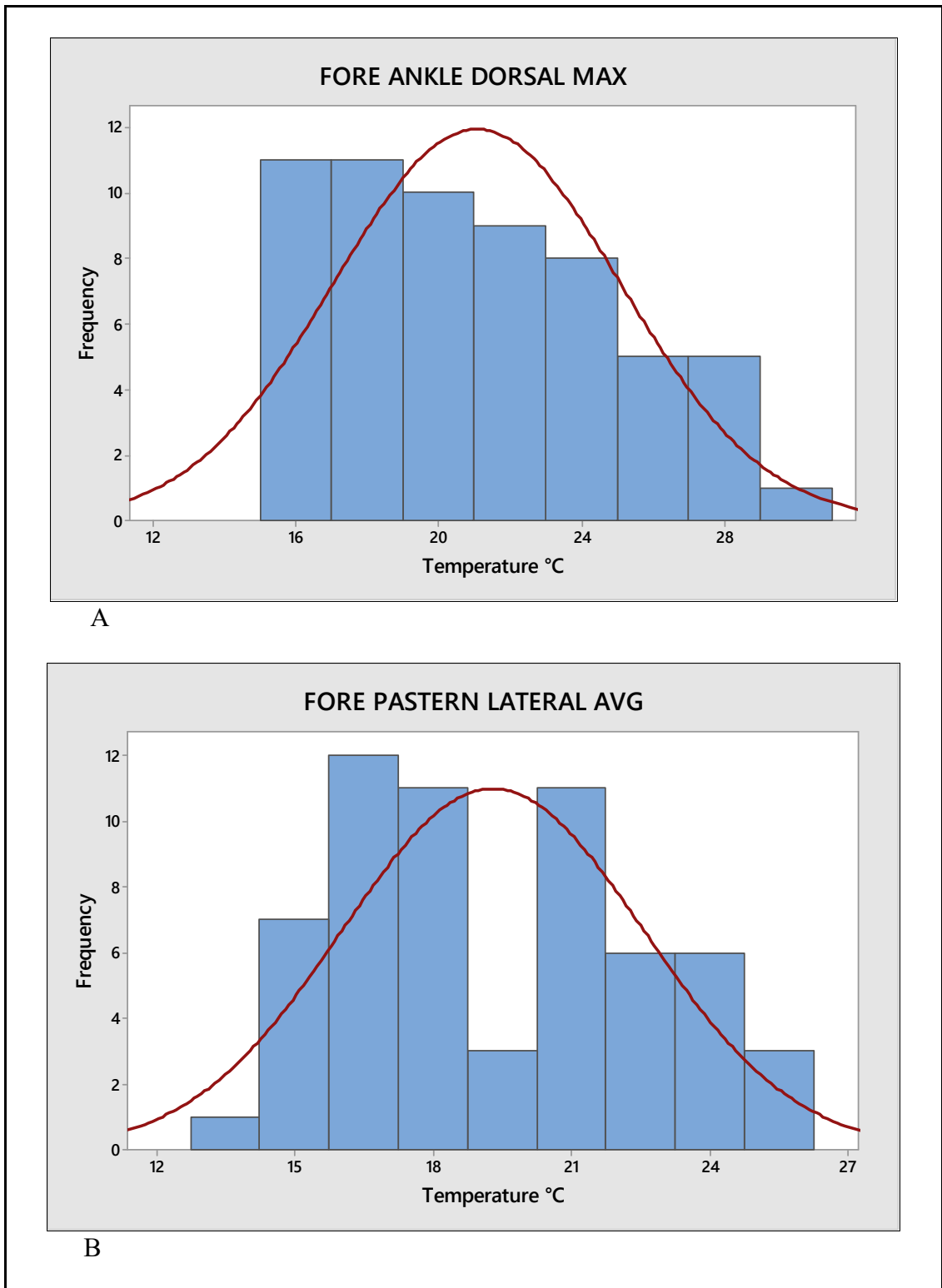
299 **Figure 2**



300

301

302 **Figure 3**



303

304 **Figure legends**

305 Figure 1. Borders and regions analysed in the present study (proximal-distal
306 direction). Forelimb: knee, cannon, ankle, pastern and coronet; rear limb: hock,
307 cannon, ankle, pastern and coronet.

308

309 Figure 2. Achievement of minimum, maximum and average temperature of lateral
310 aspect of fore and left ankle, pastern and coronet by the FLIR R&D software (FLIR
311 Systems, Milan, Italy) and the set measurement tools.

312

313 Figure 3. Histograms with normal curve of maximum temperature recorded for
314 dorsal aspect of fore ankle (A) and average temperature recorded for lateral aspect of
315 fore pastern (B).

4. Discussione e conclusioni

La Regione Autonoma della Sardegna ha una base economica rappresentata in maniera significativa dal comparto agricolo. In Sardegna, regione con una popolazione umana pari a 1.675.000 (2,7% della popolazione totale in Italia, dati ISTAT 2010), il profondo legame con l'agricoltura e l'allevamento è rimarcato soprattutto dall'elevato numero di ovini allevati. Un ulteriore settore rappresentativo del comparto agricolo isolano è quello dell'allevamento equino. Infatti, sono allevati in Sardegna circa 16.200 equini in 3694 aziende, che rappresentano il 7,4% dei capi totali e il 8,1% delle aziende italiane (ISTAT, 2010).

Nonostante queste premesse, il settore sta attraversando, sia livello nazionale che regionale, un profondo rimaneggiamento, che deriva principalmente dalla drastica diminuzione delle corse e dei concorsi ippici dotati di montepremi. L'ASSI (Agenzia per lo sviluppo del settore ippico, istituita con Legge 11/2011 in sostituzione dell'UNIRE, L'Unione per l'Incremento delle Razze Equine, sostituita a sua volta da una Direzione generale all'interno del Dipartimento delle politiche competitive della qualità agroalimentare, ippiche e della pesca con diretta dipendenza dal Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali), promuove l'incremento delle razze equine, delle corse, delle manifestazioni e dei programmi di allevamento. Dai dati consultabili presso l'ASSI emerge che, a livello nazionale nel solo quadriennio 2008-2012, il numero di cavalli registrati nei due libri genealogici del cavallo da sella e del cavallo da galoppo (Purosangue inglese) è passato da 5411 a 2712 capi, con una diminuzione del 50% (elaborazione dati da ASSI, 2012).

Se analizziamo il fenomeno a livello regionale sardo, è significativo che le giornate di corse al galoppo nei due ippodromi di Chilivani e Sassari siano passate da

30 nel 2010 a 20 nel 2012, con una diminuzione di montepremi, nello stesso periodo, da 1355 a 545 mila € (RAS, 2012).

In questo scenario, ai fini della tutela e della valorizzazione dell'allevamento equino della Regione Sardegna possono assumere un ruolo di primo piano alcuni settori alternativi alle corse e ai concorsi di tipo sportivo. Ad esempio, lo stesso Programma di Sviluppo Rurale 2007-2013 della Regione Sardegna (PSR RAS, 2007) prevedeva il potenziamento dell'allevamento equino attraverso la conservazione delle razze autoctone e del turismo equestre.

Una ulteriore opportunità è rappresentata dalle numerose manifestazioni tradizionali e storiche, nelle quali si utilizzano i cavalli. Queste manifestazioni sono numerose e equamente distribuite sul territorio isolano e, poiché sono spesso la struttura di base di importanti eventi turistici che attirano numerosi persone, si configurano come prestigiose vetrine dell'allevamento isolano.

“*Sa Sartiglia*” è una di queste e si tiene a Oristano ogni anno durante la domenica e il martedì di Carnevale, con una presenza stimata di circa 120 mila spettatori (Fondazione Sa Sartiglia, 2012). Come detto nel capitolo introduttivo, lo svolgimento di questa manifestazione, dal punto di vista dei requisiti di sicurezza e salute per i fantini e per gli equidi, è normata dalle Ordinanze del Ministero della Salute (2011; 2013; 2014; 2016) “concernenti la disciplina di manifestazioni popolari pubbliche o private nelle quali vengono impiegati equidi, al di fuori degli impianti e dei percorsi ufficialmente autorizzati”.

Nonostante l'allevamento del cavallo rappresenti un prestigioso settore dell'allevamento regionale sardo, sono rare le ricerche scientifiche riguardanti

l'utilizzo del cavallo nelle manifestazioni tradizionali, che possano inoltre fornire, anche in funzione delle regole dettate dall'Ordinanze Ministeriali, informazioni utili per individuare i possibili punti critici e le strategie correttive.

Gli obiettivi dichiarati dalla presente tesi erano quelli di valutare la risposta fisiologica e l'eventuale stato di stress dei cavalli in risposta alle varie fasi della manifestazione e lo studio preliminare di un protocollo investigativo per la predizione delle patologie osteo-articolari attraverso l'uso della tecnica termografica.

L'interpretazione dei risultati dei test ematologici ha documentato che i cavalli che partecipano alla Sartiglia sono in condizioni ottimali di salute, già prima dell'inizio del torneo. La manifestazione causa dei significativi cambiamenti in molti parametri ematici misurati, ma questi si riassistono rapidamente sui valori registrati il giorno prima dell'inizio del torneo. Questo dimostra una ottimale risposta degli animali alle varie fasi della manifestazione, intesa come evento-stressor. La misurazione dei valori dei d-ROM e del BAP hanno evidenziato la generale persistenza di uno stato ossidativo degli animali e sulla base di una scarsa disponibilità di dati riguardanti il metabolismo ossidativo nei cavalli, queste informazioni saranno certamente utili per un futuro utilizzo e confronto di questi test in medicina equina.

I risultati presentati nel paper relativo allo studio termografico hanno evidenziato una problema legato agli elevati intervalli di distribuzione delle temperature registrate su cavalli clinicamente sani. Questo può comportare un limite di utilizzo della tecnica per il successivo rilievo di patologie subcliniche ed è indicativo di una bassa ripetibilità delle misure. Tuttavia, i dati relativi all'uso della

termografia nel cavallo sono ancora sporadici e l'indagine potrebbe essere utile come studio di riferimento. È oltretutto prevista una futura prosecuzione dell'indagine, con un eventuale analisi della tecnica termografica su lesioni clinicamente evidenziabili.

Oltre ai risultati specifici derivanti dai due articoli scientifici, non dobbiamo sottovalutare il fatto che le ricerche condotte hanno dato origine al coinvolgimento di varie istituzioni che operano nel territorio regionale. Questo aspetto è senza dubbio positivo e dimostra che la collaborazione tra i soggetti che si occupano della assistenza sanitaria e della ricerca scientifica, quali Università, Istituto Zooprofilattico, ASL e Agenzie regionali per la ricerca scientifica, possono essere un punto di riferimento e consulenza per i soggetti che organizzano e partecipano alle manifestazioni in cui si utilizzino animali, in questo caso la Fondazione Sa Sartiglia ONLUS e l'ASD Cavalieri Sa Sartiglia.

Le ricerche hanno inoltre dimostrato che è possibile l'adattamento dei protocolli scientifici, soprattutto quelli relativi alla raccolta dei campioni, alle severe e tradizionali fasi di una manifestazione, che come detto conta più di 500 anni di storia. In questa fase è stata senza dubbio decisiva la disponibilità dei cavalieri e dei proprietari dei cavalli. Soprattutto i cavalieri hanno intuito l'opportunità di avere delle risposte, definitive e derivanti da un'indagine scientifica, all'originario e principale interrogativo che poneva il dubbio sulla reale risposta dei cavalli all'impatto con la manifestazione. Inoltre, i risultati, analizzati tramite test statistici, hanno consentito un confronto tra le diverse classi (maschi vs femmine vs castrati; esordienti vs veterani; differenze tra razze). Le informazioni ottenute potranno essere un esempio per effettuare simili esperienze in altre manifestazioni simili, sportive o

tradizionali. Saranno utili per individuare i possibili punti critici e studiare strategie di intervento indirizzate alla eliminazione o riduzione di questi.

Poiché il settore equino in Sardegna rappresenta una rilevante realtà nel contesto nazionale e internazionale, i risultati saranno in generale favorevoli alla tutela del cavallo e alla valorizzazione del settore e, in particolare, della Sartiglia e di tutte le altre manifestazioni tradizionali regionali.

I principali destinatari dei risultati ottenuti dallo svolgimento delle ricerche sono gli allevatori di cavalli, le associazioni e gli addetti impegnati nello svolgimento e nell'organizzazione della Sartiglia e di tutte le altre manifestazioni tradizionali regionali. L'interpretazione dei risultati può comportare un vantaggio diretto sulle tecniche di allevamento e preparazione degli animali. Inoltre, gli stessi ricercatori e i tecnici del settore beneficeranno di nuove basi scientifiche utili per il miglioramento delle conoscenze relative agli animali.

5. Bibliografia

- Alexander S.L., Irvine C.H.G., Livessey J.H., Donald R.A. 1988. Effect of isolation stress on concentrations of arginine vasopressin, α -melanocyte-stimulating hormone and ACTH in the pituitary venous effluent of the normal horse. *Journal of Endocrinology* 116, 325-334.
- Alziator F. 2007. *La Sartiglia*. Zonza editori, Cagliari.
- ASSI, 2012. Sito ufficiale dell'ex Agenzia per lo sviluppo del settore ippico, Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali, Dipartimento delle politiche competitive della qualità agroalimentare, ippiche e della pesca Direzione generale per la promozione della qualità agroalimentare e dell'ippica. Online <http://www.unire.gov.it/index.php/ita>. Ultimo accesso 30 settembre 2012.
- AA VV, 2010. *Il Gremio dei Contadini di San Giovanni Battista di Oristano. La sua storia e le sue carte*. Associazione Culturale Aristiane, Oristano.
- AA VV, 2016. *La Sartiglia*. PTO Oristano. Camelia Edizioni, Fondazione Sa Sartiglia ONLUS, Oristano.
- Baucus K.L., Squires E.L., Ralston S.L, McKinnon A.O., Nett T.M. 1990. Effect of transportation on the estrous cycle and concentrations of hormones in mares. *Journal of Animal Science* 68, 419-426.
- Bergero D., Miraglia N., Schiavone A., Polidori M., Prola L. 2004. Effect of dietary polyunsaturated fatty acids and Vitamin E on serum oxidative status in horses performing very light exercise. *Italian Journal of Animal Science* 3, 141-145.
- Brandes S., 2009. Torophiles and torophobes: the politics of bulls and bullfights in contemporary Spain. *Anthropological Quarterly* 82, 779-794.

- Casu M., Obino F. 2012. Il Gremio dei contadini di San Giovanni Battista di Oristano. La Sartiglia. Associazione Culturale Aristiane, Oristano.
- Cheeseman K.H., Slater T.F. 1993. An introduction to free radical biochemistry. *British Medical Bulletin* 49, 481–493.
- Cohen E., 2014. Bullfighting and tourism. *Tourism Analysis* 19, 545-556.
- Comune di Asti, 2016. Sito Ufficiale del Palio di Asti. Online <http://www.comune.asti.it>. Ultimo accesso 3 ottobre 2016.
- Dai F., Cogi N. H., Heinzl E. U. L., Dalla Costa E., Canali E., Minero M. 2015. Validation of a fear test in sport horses using infrared thermography. *Journal of Veterinary Behavior* 10, 128-136.
- Eddy A.L., Van Hoogmoed L.M. and J.R. Snyder. 2001. The role of thermography in the management of equine lameness. *The Veterinary Journal* 162, 172-181.
- Falchi M., Zucca R., 2002. Storia della Sartiglia di Oristano. Editrice S'Alvure, Oristano.
- Fazio E., Medica P., Aronica V., Grasso L., Ferlazzo A. 2008. Circulating β -endorphin, adrenocorticotrophic hormone and cortisol levels of stallion before and after short road transport: stress effect of different distances. *Acta Veterinaria Scandinavica* 50, 6.
- FIGS, 2016. Sito ufficiale della Federazione Italiana Giochi Storici. Online <http://www.feditgiochistorici.it>. Ultimo accesso 3 ottobre 2016.
- Fondazione Sa Sartiglia, 2012. Sito ufficiale della Fondazione Sa Sartiglia ONLUS. Online <http://www.sartiglia.info>. Ultimo accesso 30 settembre 2012.

- Fonseca B.P.A., Alves A.L.G., Nicoletti J.L.M., Thomassian A., Hussni C.A., Mikail S. 2006. Thermography and ultrasonography in back pain diagnosis of equine athletes. *Journal of Equine Veterinary Science* 26, 507-516.
- Galilea Aranda P.A. 2016. Radiographic and ultrasonographic examinations of the horse's stifle, in presence of flattening of the lateral trochlear ridge and effusion of articular compartments: the effect of the X-ray tube positioning in the detection of flattening in the lateromedial view variations and effect of agonistic effort in highlighting subtle ultrasonographic findings. PhD thesis, University of Sassari, <http://eprints.uniss.it/> (Accessed 16 June 2016).
- Gerschman R., Gilbert D.L., Nye S.W., Dwyer P., Fenn W.O. 1954. Oxygen poisoning and x-irradiation: a mechanism in common. *Science* 119, 623-626.
- Halliwell B., Gutteridge J.M.C. 1999. *Free radicals in biology and medicine*, third ed. Oxford University Press, New York.
- Hamra J.G., Kamerling S.G., Wolfsheimer K.J., Bagwell C.A. 1993. Diurnal variation in plasma ir-beta-endorphin levels and experimental pain thresholds in the horse. *Life Science* 53, 121-129.
- Hoffsis G.F., Murdick P.W. 1970. The plasma concentrations of corticosteroids in normal and diseased horses. *Journal of American Veterinary Medical Association*. 157, 1590-1593.
- Iorio E.L. 2007. La misurazione dello stress ossidativo. Osservatorio Internazionale dello Stress Ossidativo, suppl. Bollettino 4.1.
- ISTAT, 2010. Sito ufficiale dell'Istituto Nazionale di Statistica. Online <http://www.istat.it>. Ultimo accesso 30 settembre 2012.

- James V.H.T., Horner M.W., Moss M.S., Rippon A.E. 1970. Adrenocortical function in the horse. *Journal of Endocrinology* 48, 319-325.
- Kusano K., Yamazaki M., Kiuchi M., Kaneko K., Koyama K. 2016. Reference range of blood biomarkers for oxidative stress in Thoroughbred racehorses (2–5 years old). *Journal of Equine Science* 27, 125–129.
- Marvin G., 2015, The art of fierceness: the performance of the Spanish fighting bull. In: *Performing animality: animals in performance practices*, Orozco et al. Eds, Pages 39-56.
- Mereu M. 2014. Variation of blood cortisol, beta-endorphins and oxidative metabolites in horses participating in the Sartiglia of Oristano. Graduation thesis in Veterinary medicine, University of Sassari, Italy, November 2014, in Italian (Variazioni dei livelli ematici di cortisolo, beta-endorfine e dei metaboliti ossidativi nei cavalli della Sartiglia di Oristano. Tesi di laurea in Medicina Veterinaria. Università degli Studi di Sassari. Novembre 2014).
- Messick J.B., 2013. *Ematologia*. Antonio Delfino Editore, Roma.
- Ministero della Salute, 2009. Ordinanza Ministeriale del 21 Luglio 2009. Ordinanza contingibile ed urgente concernente la disciplina di manifestazioni popolari pubbliche o private nelle quali vengono impiegati equidi, al di fuori degli impianti e dei percorsi ufficialmente autorizzati. *Gazzetta Ufficiale*, Serie Generale n. 207 del 7 settembre 2009.
- Ministero della Salute, 2011. Ordinanza Ministeriale del 21 Luglio 2011. Ordinanza contingibile ed urgente che sostituisce l'ordinanza 21 luglio 2009 concernente la disciplina di manifestazioni popolari pubbliche o private nelle quali vengono

impiegati equidi, al di fuori degli impianti e dei percorsi ufficialmente autorizzati.

Gazzetta Ufficiale, Serie Generale n. 210 del 9 settembre 2011.

Ministero della Salute, 2013. Ordinanza Ministeriale del 4 Settembre 2013. Proroga e modifica dell'ordinanza 21 luglio 2011, recante "Ordinanza contingibile ed urgente che sostituisce l'ordinanza ministeriale 21 luglio 2009 concernente la disciplina di manifestazioni popolari pubbliche o private nelle quali vengono impiegati equidi, al di fuori degli impianti e dei percorsi ufficialmente autorizzati. Gazzetta Ufficiale, Serie Generale n. 211 del 9 settembre 2013.

Ministero della Salute, 2014. Ordinanza Ministeriale del 7 agosto 2014. Proroga e modifica dell'ordinanza 4 settembre 2013, recante Proroga e modifica dell'ordinanza 21 luglio 2011, recante Ordinanza contingibile e urgente che sostituisce l'ordinanza ministeriale 21 luglio 2009, concernente la disciplina di manifestazioni popolari pubbliche o private nelle quali vengono impiegati equidi, al di fuori degli impianti e dei percorsi ufficialmente autorizzati. Gazzetta Ufficiale, Serie Generale n. 208 del 8 settembre 2014.

Ministero della Salute, 2016. Ordinanza Ministeriale del 03 agosto 2016. Proroga e modifica dell'ordinanza contingibile e urgente 21 luglio 2011 e successive modificazioni, in materia di disciplina delle manifestazioni popolari pubbliche o private nelle quali vengono impiegati equidi al di fuori degli impianti e dei percorsi ufficialmente autorizzati. Gazzetta Ufficiale, Serie Generale n. 209 del 07 settembre 2016.

Pazzola M., Pira E., Sedda G., Vacca G. M., Cocco R., Sechi S., Bonelli P., and P. Nicolussi. 2015. Responses of hematological parameters, beta-endorphin,

- cortisol, reactive oxygen metabolites, and biological antioxidant potential in horses participating in a traditional tournament. *Journal of Animal Science* 93, 1573–1580.
- Pira E. 2013. Evaluation of animal welfare during the Sartiglia of Oristano. Specialization thesis in Animal health, farming and productions, University of Sassari, Italy, June 2014, in Italian (Valutazione del benessere dei cavalli durante la Sartiglia di Oristano. Tesi di Specializzazione in Sanità Animale, Allevamento e Produzioni Zootecniche. Università degli Studi di Sassari. Giugno 2013).
- PNI MinSal 2014. Piano Nazionale Integrato 2011-2014 del Ministero della Salute, Online
<http://www.salute.gov.it/pianoNazionaleIntegrato/paginaInternaMenuPianoNazionaleIntegrato.jsp?id=2071&lingua=italiano&menu=capitolo2>, ultimo accesso 07 ottobre 2014.
- Professione Veterinaria, 2016. Purosangue inglesi: divieto con deroga, in *La Professione Veterinaria* (SCIVAC, Cremona) numero 29, pag. 21.
- PSR RAS, 2007. Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato dell'agricoltura e riforma agro-pastorale, Programma Di Sviluppo Rurale 2007-2013, Reg. (CE) N. 1698/2005, Decisione C(2007)5949 del 28.XI.2007, Rev. 2. Online
<http://www.regione.sardegna.it>. Ultimo accesso 30 settembre 2012.
- Quintana, 2016. Sito ufficiale della Quintana di Foligno. Online
<http://www.quintana.it>. Ultimo accesso 3 ottobre 2016.
- Rahman I., Biswas S.K., Kirkham P.A. 2006. Regulation of inflammation and redox signaling by dietary polyphenols. *Biochemical Pharmacology* 72, 1439–1452.

- RAS, 2012. Rassegna stampa della Regione Autonoma della Sardegna, Online <http://www.regione.sardegna.it/j/v/492?s=185384&v=2&c=1489&t=1>, da La Nuova Sardegna del 11 gennaio 2012, pagina 44. Ultimo accesso 30 settembre 2012.
- Redaelli V., Bergero D., Zucca E., Ferrucci F., Nanni Costa L., Crosta L., Luzi F. 2014. Use of thermography techniques in equines: principles and applications. *Journal of Equine Veterinary Science* 34, 345–350.
- Soroko M., Dudek K., Howell K., Jodkowska E., Henklewski R. 2014. Thermographic evaluation of racehorse performance. *Journal of Equine Veterinary Science* 34, 1076-1083.
- Soroko M., Henklewski R., Filipowski H., Jodkowska E. 2013. The effectiveness of thermographic analysis in equine orthopedics. *Journal of Equine Veterinary Science* 33, 760-762.
- Tobey E., 2011. The Palio banner and the visual culture of horse racing in Renaissance Italy. *International Journal of the History of Sport* 28, 1269-1282.
- Urgu I., 2011. La Sartiglia nei documenti dell'Archivio Storico del Comune di Oristano, serie Sorticularia-1, Ed. Grafica del Parteolla.
- Valera M., Bartolomé E., Sánchez M. J., Molina A., Cook N., Schaefer A. 2012. Changes in eye temperature and stress assessment in horses during show jumping competitions. *Journal of Equine Veterinary Science* 32, 827-830.
- Voigt G.L., 2000. Tecniche e concetti di ematologia. Edizioni SCIVAC, Cremona, Italy.

Willard M.D., Tvedten H. 2004. Diagnostica di laboratorio nei piccolo animali, 4° edizione. Elsevier Italia, Milano.

Zola F., 2015. Volume investigation of heart left ventricle by M-Mode echocardiographic examination in Sardinian Anglo-Arabian horses with different training exercises, graduation thesis in Veterinary medicine, University of Sassari, Italy, November 2015, in Italian (L'ecocardiografia M-Mode nello studio delle dimensioni del ventricolo sinistro del cavallo Anglo-Arabo allevato in Sardegna sottoposto a diverse condizioni di allenamento. Tesi di laurea in Medicina Veterinaria. Università degli Studi di Sassari, novembre 2015).

Ringraziamenti

Ringrazio sinceramente:

tutti i co-autori degli articoli presentati;

la Fondazione Sa Sartiglia ONLUS;

l'Associazione Sportivo Dilettantistica Cavalieri Sa Sartiglia;

il Dipartimento di Medicina Veterinaria dell'Università degli Studi di Sassari;

l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sardegna "G. Pegreff";

le Aziende Sanitarie Locali;

Agris Sardegna, agenzia della Regione Sardegna per la ricerca scientifica;

i professori Giovanni Bittante e Alessio Cecchinato e il dottor Claudio Cipolat-Gotet

del Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente

dell'Università di Padova per il supporto nell'analisi statistica;

il dottor Francesco Obino;

la dottoressa Nadia Usai;

il professor Maurizio Casu;

i valutatori della presente tesi.