



RADA NAUKOWA DYSCYPLINY ZOOTECHNIKA I RYBACTWO

ROZPRAWA DOKTORSKA

**w formie zbioru opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów
naukowych w dyscyplinie zootechnika i rybactwo**

mgr inż. Marcjanna Ratz

METODY POPRAWY JAKOŚCI ŻYCIA KONI GERIATRYCZNYCH

Methods for improving the quality of geriatric horses' life

DZIEDZINA: nauki rolnicze
DYSCYPLINA: zootechnika i rybactwo

PROMOTOR

PROF. DR HAB. IWONA JANCZAREK
KATEDRA HODOWLI I UŻYTKOWANIA KONI
UNIwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Bydgoszcz, 2021

Podziękowania

Serdeczne podziękowania w szczególności kieruję do Pani Promotor Profesor Iwony Janczarek z Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, dzięki której miałam możliwość zrealizowania niniejszej rozprawy doktorskiej. Dziękuję za wsparcie, życzliwość i poświęcony mi czas, a także za wszystkie wskazówki merytoryczne i techniczne, których wartość jest dla mnie nieoceniona.

Pragnę także podziękować wszystkim pracownikom Katedry Hodowli i Użytkowania Koni oraz Katedry i Kliniki Chorób Wewnętrznych Zwierząt w Lublinie za okazaną mi pomoc, a także dr hab. inż. Annie Sławińskiej i dr hab. inż. Mariuszowi Boguckiemu z Politechniki Bydgoskiej za wsparcie.

SPIS TREŚCI

1. Wstęp i cel rozprawy	7
2. Wykaz artykułów naukowych stanowiących cykl publikacji rozprawy doktorskiej	9
3. Uzasadnienie spójności tematycznej cyklu publikacji rozprawy	10
4. Publikacja o charakterze przeglądowym	11
5. Publikacje o charakterze eksperymentalnym	13
5.1. Hipoteza badawcza i cel badawczy	13
5.2. Materiał i metody	13
5.2.1. Konie	13
5.2.2. Procedury doświadczalne	13
5.2.3. Metody badawcze	14
5.2.4. Analiza statystyczna	15
6. Najważniejsze wyniki	17
6.1. Terapia poprzez stosowanie muzyki relaksacyjnej	17
6.2. Terapia poprzez stosowanie derek ocieplających	21
7. Dyskusja	24
7.1. Terapia poprzez stosowanie muzyki relaksacyjnej	24
7.2. Terapia poprzez stosowanie derek ocieplających	25
8. Podsumowanie	28
9. Literatura	29
10. Streszczenie	36
11. Abstract	38
12. Załączniki	40
12.1. Kopie artykułów naukowych stanowiących cykl publikacji rozprawy doktorskiej	40
12.2. Oświadczenie Autora rozprawy doktorskiej	57
12.3. Oświadczenia Współautorów artykułów naukowych	59

1. WSTĘP I CEL ROZPRAWY

Nieodłącznym elementem istnienia organizmów żywych jest proces starzenia się, rozumiany jako rozłożona w czasie suma zmian metabolicznych i funkcjonalnych organizmu [van Beek i in., 2016; Bertone, 2006]. Towarzysząca starzeniu się stopniowa degradacja narządów wraz z obniżeniem zdolności regeneracyjnej komórek powoduje spadek odporności, a dalej wzrost częstości występowania chorób autoimmunologicznych, różnorakie dysfunkcje układów narządowych, ruchu i postawy oraz pogłębiające się problemy poznawcze, emocjonalne i społeczne [Butler i Hinz, 1977]. Intensywność przebiegu starzenia się jest interakcją gatunkowo-osobniczą [Richeson 2003; Butler i Hinz, 1977]. Dodatkowym aspektem jest wpływ zmieniającego się cywilizacyjnie środowiska. Długi okres geriatryczny wiąże się z pojawianiem się wielu dolegliwości i przewlekłych schorzeń, które pogarszają jakość życia, co wskazuje na konieczność opracowania ścisłych procedur w zakresie odpowiedniego doboru całego systemu działań wspierających funkcjonowanie organizmu w ostatniej fazie życia [Jia i in., 2004].

Przyczyny starzenia się organizmu są ciągle badane przez gerontologów, ale ich dokładne rozpoznanie, a następnie metody skutecznego hamowania nadal nie są odkryte [Timiras, 2007]. Przełomowe w tym zakresie okazało się m.in. opisanie jednostki chorobowej o nazwie progeria (zespół Hutchinsona - Gilforda) powodującej przyspieszone starzenie się organizmu, a następnie określenie wpływu organicznego związku chemicznego o nazwie resweratrol na kinazę treoninowo-serynową celem wzrostu metabolizmu komórek [Yang i in., 2010]. Badania na myszach dowiodły występowanie pozytywnego wpływu tej substancji na wydłużanie życia [Baur i in., 2006]. Jednakże, stosowanie go u ludzi w hamowaniu procesu starzenia ciągle wymaga doboru zwierzęcych modeli badawczych, które będzie można uznać za optymalne [Edrey i in., 2011]. Naukowcy coraz odważniej wskazują w tym przypadku na konie [Wang i in., 2016].

Koń domowy żyje przeciętnie 25-35 lat. [Ireland i in., 2011; Timiras, 2007; Paradis, 2002]. Jeszcze do niedawna osobnika w wieku 15 lat uznawano za starego [Richeson 2003; Butler i Hinz, 1977]. Obecnie, wiek ten uległ przesunięciu do dolnego przedziału 20 lat [Baur i in., 2006]. Jednakże, bez względu na przyjętą w tym przypadku granicę wiekową, okres geriatryi zajmuje około 30% całego życia. Ten długi cykl ostatniej fazy życia podlega szczegółowej analizie ze względu na dwa aspekty [Argo, 2016]. Pierwszym z nich jest coraz bardziej powszechnie panujące przekonanie o koniu jako zwierzęciu towarzyszącym człowiekowi. Dożywotnie utrzymywanie koni wiąże się zatem z ciągłym wspomaganie ich organizmu w walce z dolegliwościami wynikającymi z procesu starzenia się [Wiśniewska i in., 2019; Ireland i in., 2011], które nierzadko uniemożliwiają funkcjonowanie i użytkowanie tego typu zwierząt [Argo, 2016]. Niekorzystne zmiany w organizmie obejmują najczęściej dysfunkcje aparatu ruchu, choroby układu oddechowego i trawiennego, spadek masy mięśniowej, pogorszenie wzroku i słuchu lub choroby hormonalne [Bonagura, 2019; Beard, 2015; Bertone, 2006].

Drugi aspekt wskazujący na potrzebę utrzymania koni geriatrycznych do końca życia biologicznego to rozmyślanie nad możliwością wykorzystania ich w badaniach nad procesem starzenia się człowieka [Wang i in., 2016]. Podkreśla się, że podstawową analogię do organizmu człowieka stanowi długotrwały przebieg procesu starzenia się, budowa ciała oraz naturalne spektrum występujących chorób, które są mocno zbliżone do ludzkich [Richter i in., 2015; Parenti i in., 2013; McGowan, 2011; Alini i in., 2008; Timiras, 2007]. Zaznacza się jednak ciągle, że podtrzymanie koni starych przy życiu o dobrej jakości możliwe jest przede

wszystkim dzięki ciągłemu opracowaniu nowoczesnych metod terapeutycznych, a nie tylko na drodze podawania środków farmakologicznych.

Zasygnalizowane kwestie spowodowały, że nadrzędnym celem rozprawy doktorskiej zatytułowanej „Metody poprawy jakości życia koni geriatrycznych” było opracowanie nowatorskich, ale zarazem możliwych do powszechnego stosowania metod służących poprawie jakości życia koni geriatrycznych, a dodatkowo określenie miejsca wspomnianych zwierząt we współczesnym świecie.

2. WYKAZ ARTYKUŁÓW NAUKOWYCH STANOWIĄCYCH CYKL PUBLIKACJI ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

1. **(W-1) Wiśniewska M.**, Janczarek I., Piwczyński D., The Aging Phenomenon of Horses With References to Human-Horse Relations, *Journal of Equine Veterinary Science* 73 (2019), 37-42, DOI: 10.1016/j.jevs.2018.11.005, punktacja MNiSW₂₀₁₈ = 25 pkt., *Impact Factor* ₂₀₁₈ = 0,927
2. **(W-2) Wiśniewska M.**, Janczarek I., Wilk I., Wnuk-Pawlak E., Use of music therapy in aiding the relaxation of geriatric horses, *Journal of Equine Veterinary Science* 78 (2019), 89-93, DOI: 10.1016/j.jevs.2018.12.011, punktacja MNiSW₂₀₁₉ = 70 pkt., *Impact Factor* ₂₀₁₉ = 1,100
3. **(W-3) Janczarek I., Wiśniewska M., Wnuk-Pawlak E., Wilk I.**, Effects of horse blankets on the physiological and motion parameters of geriatric horses, *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research* 38 (2020), 32-37, DOI: 10.1016/j.jveb.2020.03.008, punktacja MNiSW₂₀₂₀ = 100 pkt., *Impact Factor* ₂₀₂₀ = 1,938

Podsumowanie wskaźników bibliometrycznych prac wchodzących w skład cyklu publikacji:

Sumaryczna liczba punktów MNiSW: 25 pkt. (według punktacji obowiązującej do 31.12.2018) i 170pkt. (według punktacji ustanowionej dnia 20.07.2018 obowiązującej od 01.01.2019).

Sumaryczny Impact Factor =3,965

3. UZASADNIENIE SPÓJNOŚCI TEMATYCZNEJ CYKLU PUBLIKACJI ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Rozprawa doktorska, obejmująca zagadnienia dotyczące szeroko rozumianych potrzeb i problemów związanych z funkcjonowaniem koni geriatrycznych, opiera się na cyklu trzech publikacji: dwóch eksperymentalnych oraz jednej przeglądowej. W dwóch pracach eksperymentalnych (W2, W3), które stanowią podstawę rozprawy, testowaniu poddano dwie, wybrane z wielu możliwych do powszechnego zastosowania metod, służących hipotetycznej poprawie jakości życia koni geriatrycznych. Metody te znajdują się w grupie metod psychofizjoterapeutycznych, które według wielu autorów zostały wskazane jako alternatywa dla stosowania, często kosztownych, przeciwbólowych i przeciwzapalnych środków farmakologicznych [Kędzierski i in., 2017; Stachurska i in., 2015; Masini, 2010]. Ponieważ dodatkowo, podczas leczenia farmakologicznego, mogą występować skutki uboczne o różnym stopniu nasilenia, często uniemożliwiające funkcjonowanie koni geriatrycznych, wiedza o praktycznym zastosowaniu wybranych zabiegów psychofizjoterapeutycznych, słuszności ich stosowania, a także uzyskane rezultaty, pozwalają na optymalizację dobrostanu koni geriatrycznych bez konieczności nadmiernej medykalizacji.

Natomiast publikację o charakterze przeglądowym (W-1) uznano za konieczną do zaprezentowania celem dogłębnego wyjaśnienia słuszności utrzymywania i dbałości o konie geriatryczne, ponieważ definiuje ona wszelkie pojęcia związane z geriatrią, w tym geriatrią koni, znaczenie koni starych jako osobników towarzyszących człowiekowi, jak również opisuje funkcję tych zwierząt jako modelowych w rozpoznawaniu i zapobieganiu skutkom procesu starzenia się człowieka.

4. PUBLIKACJA O CHARAKTERZE PRZEGLĄDOWYM

Celem pracy było przedstawienie piśmiennictwa w zakresie rozwoju nauk geriatrycznych w aspekcie relacji człowiek – koń.

Wskazano głównie na szerokie spektrum użytkowania koni geriatrycznych. Podkreślono, że aktywna polityka fundacji na rzecz ochrony zwierząt przeciwko ich cierpieniu spowodowała, że społeczeństwo zaczęło postrzegać zwierzęta nie tylko przedmiotowo, ale przede wszystkim jako istotę pełną emocji i wrażliwości [Nussey i in., 2013; Bertone, 2006]. Zwierzęta stały się przyjaciółmi, kompanami podczas wspólnych aktywności, a także, dzięki ich nieskomplikowanej naturze, ludzkimi terapeutami na płaszczyźnie psychicznej i fizycznej [Jia i in., 2004]. W związku z tymi faktami, opracowano dla nich specjalistyczne żywienie, metody treningowe zwierząt - sportowców, a także leczenie i rehabilitację osobników chorych czy też starych [Jimenez i in., 2018; Duarte i Speakman, 2014]. W konsekwencji, pytania dotyczące słuszności utrzymywania starych zwierząt przy życiu przestały być tylko retoryczne. W przypadku koni, motywacją do takiego działania może być nie tylko sentyment, ale też cenne doświadczenie użytkowe zdobyte przez zwierzę w okresie całego jego życia [van Weeren, 2016; Thompson i in., 2014]. Może być to również coraz bardziej powszechne postrzeganie tego gatunku jako zwierzęcia towarzyszącego człowiekowi. Wykazano bowiem, że ludzie spędzający wolny czas wśród koni są bardziej szczęśliwi i spokojni, niż osoby wybierające inny rodzaj relaksu [Randall, 2004; Borisov, 1999]. Odnotowano również, że jazda konna obniża poziom stresu ludzi oraz pomaga im w walce z depresją [Randall, 2004; Borisov, 1999]. Wielkim sukcesem okazały się też programy wykorzystujące stare konie w leczeniu osób cierpiących na PTSD, czyli zespół stresu pourazowego, czy w hipoterapii dzieci autystycznych [Randall, 2004; Borisov, 1999].

Zaznaczono następnie rolę koni jako zwierząt modelowych w rozwoju geriatryki człowieka, gdyż atletyka ciała koni, przebieg procesu starzenia się oraz spektrum naturalnych chorób (m.in. cukrzyca, choroba spichrzeniowa polisacharydów (PSSM), zjawisko neurodegeneracji, artretyzm, choroby nerek i sarkopenia) wskazuje na podobieństwa do tych występujących u ludzi [Halfon i in., 2014; Ireland i in., 2012; Taylor, 2003]. Generalnie, między końmi i ludźmi występuje duże podobieństwo fizjologiczne i genomowe, umożliwiające wzajemne przenikanie zdobytej wiedzy z zakresu funkcjonowania ich organizmu [Edrey i in., 2016; Durate i Speakman, 2014; Southwood i in., 2010]. Niestety, wysokie koszty utrzymania koni i ich olbrzymia siła, która może być zabójcza dla ludzi prowadzących badania, jak również trudności z zachowaniem dobrostanu tych zwierząt nie pozwalają w tym momencie na ich szersze wykorzystanie w prowadzeniu badań [Jimenez i in., 2018; Durate i Speakman, 2014].

Ważny, z punktu widzenia prowadzonych w ramach dysertacji badań, okazał się fakt, że we wstępnej części obydwu prac zdefiniowano w sposób wielopłaszczyznowy pojęcie i cele geriatryki jako nauki zajmującej się fizjologicznymi i patologicznymi aspektami starzenia się organizmu wraz z towarzyszącymi temu procesowi problemami klinicznymi ludzi, a w ostatnim okresie również i zwierząt [Yang i in., 2010; Brosnahan i Paradis, 2003; Paradis, 2002]. Fundamentem rozwoju geriatryki są coraz szerzej prowadzone badania naukowe, dające podstawy opracowania ścisłych procedur w zakresie odpowiedniego doboru całego systemu działań wspierających funkcjonowanie organizmu w ostatniej fazie życia [Sarbasov i in., 2005]. Kwestie te znalazły bezpośrednie przełożenie na potrzebę prowadzenia badań nt. metod łagodzących skutki starości koni.

Wskazano następnie przedziały wiekowe charakteryzujące osobniki stare (15-20 lat) i geriatryczne (powyżej 20 lat), które najczęściej cierpią na wręcz dysfunkcyjne dolegliwości wynikające z procesu starzenia się organizmu [Wiśniewska i in., 2019; Argo, 2016; Ireland i in., 2011]. Ponadto podkreślono, że w przypadku koni jako przedstawicieli zwierząt długowiecznych, faza geriatryczna może obejmować nawet ponad 10 lat, co w zestawieniu ze względami sentymentalnymi i ekonomicznymi, nakłania do poszukiwania alternatywnych

form utrzymania takich osobników w jak najlepszej kondycji [Wiśniewska i in., 2019; Ireland i in., 2011].

W podsumowaniu przeglądu piśmiennictwa stwierdzono, że profilaktyka schorzeń koni geriatrycznych powinna obejmować regularne badania morfologiczne i biochemiczne krwi, systematyczne kontrole stomatologiczne oraz odpowiednie żywienie i suplementację dostosowaną do kondycji, stanu uzębienia, aktywności fizycznej i schorzeń towarzyszących. Ponadto, fizjo- i psychoterapia, która przeprowadzana jest najczęściej podobnie do stosowanej u ludzi, staje się wiodącym narzędziem w niwelowaniu skutków starzenia się omawianego gatunku zwierząt [Duarte i Speakman, 2014]. Jej nadrzędnym celem jest przede wszystkim zredukowanie bólu i poprawa ogólnego nastroju. Wskazując zatem ponownie na szeroko pojmowane wykorzystanie zwierząt, a w szczególności koni w życiu człowieka, podkreślono konieczność poświęcenia im szczególnej uwagi, zwłaszcza że sentyment do nich może być w pełni wykorzystany do prowadzenia nieinwazyjnych obserwacji modelowych nad procesem starzenia się. Być może już w niedalekiej przyszłości znaczenie koni w życiu ludzi będzie poszerzone o ich duży wpływ na wydłużanie życia człowieka lub przynajmniej niwelowanie skutków starzenia się. Wydaje się zatem, że korzyści uzyskane z utrzymywania koni geriatrycznych w pełni uzasadniają konieczność podjęcia działań w celu utrzymania tych osobników jak najdłuższej w dobrej kondycji zarówno psychicznej jak i fizycznej.

5. PUBLIKACJE O CHARAKTERZE EKSPERYMENTALNYM

5.1. HIPOTEZA BADAWCZA I CEL BADAWCZY

W rozprawie doktorskiej postawiono główną hipotezę, że **jakość życia koni geriatrycznych (*Equus caballus*) można poprawić stosując zmodyfikowane metody relaksacyjne przeznaczone dla ludzi.**

Postawiono także dwie szczegółowe hipotezy:

(W-2) Długotrwałe obniżenie pobudliwości emocjonalnej koni jest możliwe dzięki stosowaniu odpowiedniej dla tego gatunku zwierząt muzyki relaksacyjnej;

(W-3) Wykorzystanie dźwięków ocieplających powoduje znaczącą poprawę komfortu cieplnego jak również powoduje obniżenie pobudliwości emocjonalnej koni.

W związku z postawionymi hipotezami, celem ogólnym niniejszej rozprawy doktorskiej była **ocena wpływu stosowania wskazanych metod na poprawę samopoczucia koni geriatrycznych.**

Celami szczegółowymi były:

(W-2) Analiza wpływu muzyki relaksacyjnej typu *New Age* na parametry wskazujące na aktywność autonomicznego układu nerwowego jako wyznacznika zmian pobudliwości emocjonalnej koni;

(W-3) Analiza wpływu stosowania różnego rodzaju dźwięków na aktywność części współczulnej autonomicznego układu nerwowego obrazującego poziom relaksacji organizmu, a dalej na temperaturę wewnętrzną i powierzchnię ciała koni oraz na długość ich kroku stępa i kłusa określaną w różnych układach eksperymentalnych.

5.2. MATERIAŁ I METODY

5.2.1. KONIE

W pracach o charakterze eksperymentalnym (W-2, W-3) przebadano łącznie 44 gorącokrwiste konie różnych ras, które po diagnostyce, w czasie podstawowego przeglądu weterynaryjnego (oddech, wzrok, stan uzębienia, motoryka ruchu, stan kopyt oraz sierści, umięśnienie), zostały uznane przez lekarza weterynarii za geriatryczne, tj. w wieku co najmniej 20 lat z dolegliwościami charakterystycznymi dla procesu starzenia się organizmu. W pierwszej z prac (W-2) badaną populację stanowiło 20 koni gorącokrwistych, zaś w drugiej (W-3) były to 24 osobniki. Zarówno w pierwszej (W-2) jak i w drugiej (W-3) badanej populacji konie wykazywały jedynie przewlekłe dolegliwości ze strony układu kostnego, a ich ogólną kondycję określono jako bardzo dobrą. Konie z obu populacji (W-2, W-3) utrzymywane były w chowie stajennym, w standardowych boksach o wymiarach 3x3m, z zachowaniem prawidłowych zasad żywienia, pielęgnacji i wypuszczania na padoki.

5.2.2. PROCEDURY DOŚWIADCZALNE

5.2.2.1. Terapia poprzez stosowanie muzyki relaksacyjnej

W przypadku pierwszej z prac (W-2), przed doświadczeniem, podzielono grupę 20 koni na eksperymentalną i kontrolną, po 10 osobników w każdej z grup. W trakcie doświadczenia, koniom z grupy eksperymentalnej odtwarzano muzykę relaksacyjną typu *New Age*

kompozycji *Janett Marlow* – liderki w opracowywaniu utworów specjalnie dostosowanych do biologii koniowatych. Codzienny cykl muzykoterapii trwał przez 28 dni w godzinach od 19.00 do 22.00. Wykorzystano do tego celu specjalny system nagłośnienia o nazwie *MyPetSpeaker* dostosowujący częstotliwość dźwięków i ich tonację do specyfiki słuchu koniowatych. Konie z grupy kontrolnej przebywały w trakcie muzykoterapii w drugiej stajni, co eliminowało odtwarzane dźwięki.

5.2.2.2. Terapia poprzez stosowanie derek ocieplających

W przypadku drugiej z prac (W-3), przed doświadczeniem przeprowadzonym w okresie zimowym przez 30 kolejnych dni, 24 konie podzielono losowo na cztery równe grupy po sześć koni w każdej. W czasie trwania doświadczenia koniom założono na stałe derki. Na pierwszą grupę badawczą założono derki z materiału typu pikowana bawełna dwuwarstwowa (derka lekka). Na drugą grupę założono derki z wypełnieniem 150g wykonane z pikowanego dwuwarstwowego materiału bawełnianego (derka pośrednia). Natomiast na trzecią grupę założono derki z wypełnieniem 300 g, wykonane również z pikowanego dwuwarstwowego materiału bawełnianego (derka gruba). Czwartą grupę potraktowano jako kontrolną, utrzymywaną bez derek. W trakcie każdego dnia konie przebywały przez okres 60 minut na padoku przystajennym. Resztę doby spędzały we własnych boksach. Po 29 dniach od rozpoczęcia doświadczenia o 12.00 koniom zdjęto derki na 15 minut w celu pomiaru długości kroków. Następnie, dzień później, w 30 dniu doświadczenia, o 12.00 koniom zdjęto derki kończąc w ten sposób doświadczenie.

5.2.3. Metody badawcze

5.2.3.1. Terapia poprzez stosowanie muzyki relaksacyjnej

Pomiary zmienności rytmu serca (HRV) wykonano za pomocą mierników firmy *Polar ELECTRO OY* - typ *RS800CX* w spoczynku, a następnie czterokrotnie w całym cyklu muzykoterapii z powtórzeniem na początku i końcu dziennej sesji [Essner i in., 2013]. Uzyskane dane transportowano następnie do pamięci komputera za pomocą urządzenia peryferyjnego typu *IrDA USB 2.0 Adapter*, a w kolejnym kroku analizowano w programie *Polar ProTrainer 5.0* i *Kubios HRV software version 2.0* [Tarvainen i in., 2014]. Skontrolowano rodzaj pochodzenia rytmu serca w celu odfiltrowania pobudzenia pochodzącego z innych ośrodków bodźcotwórczych niż węzeł zatokowy, jak również skorygowano artefakty zapisu EKG. Wybór konkretnego przedziału czasowego był możliwy dzięki analizie osi czasu na wykresach prezentowanych automatycznie przez program *Polar ProTrainer 5.0*.

Analizie poddano następujące parametry: HR – częstość rytmu serca mierzona liczbą uderzeń w przeciągu jednej minuty (bpm), trzy parametry aktywności autonomicznego układu nerwowego : LF – moc widma w zakresie niskich częstotliwości w przedziale 0,04-0,15 Hz odzwierciedlające aktywność współczulnej części autonomicznego układu nerwowego (AUN) i wskazujące na korelację z działalnością baroreceptorów tętniczych i frekwencją fal Meyera 0,1 Hz (ms^2); HF – moc widma w zakresie wysokich częstotliwości w przedziale 0.15-0.40 Hz, wskazujące na działanie układu przywspółczulnego, które jest często skorelowane ze zmiennością oddechową (ms^2); LF/HF – stosunek mocy widma w zakresie niskich częstotliwości do mocy widma w zakresie wysokich częstotliwości: wskazujące na czynnościową równowagę współczulno-przywspółczulną (%) [Tarvainen i in., 2014; von Borell i in., 2007].

5.2.3.2. Terapia poprzez stosowanie derek ocieplających

W eksperymencie drugim (W-3), podobnie jak w pierwszym (W-2), pomiary zmienności rytmu serca (HRV) wykonano za pomocą mierników firmy *Polar ELECTRO OY - typ RS800CX*, a uzyskane dane transportowano do pamięci komputera za pomocą urządzenia peryferyjnego typu *IrDA USB 2.0 Adapter*. Następnie, uzyskane wyniki, analizowano w programie *Polar ProTrainer 5.0* i *Kubios HRV software version 2.0* [Tarvainen i in., 2014]. W tym doświadczeniu (W-3) analizie poddano trzy parametry aktywności współczulnej części autonomicznego układu nerwowego (AUN): LF, HF i LF/HF [Tarvainen i in., 2014; von Borell i in., 2007].

Natomiast pomiary temperatury, wewnętrznej i powierzchniowej, które wykonano w tym doświadczeniu, przeprowadzono trzykrotnie: dzień przed rozpoczęciem eksperymentu, bezpośrednio po zdjęciu derek w 30. dniu doświadczenia oraz po 60 minutach od zdjęcia derek. Temperaturę wewnętrzną mierzono doodbytniczo za pomocą termometru weterynaryjnego *Veterinär – Thermometer SC 12*. Temperaturę powierzchniową mierzono natomiast przy użyciu kamery termowizyjnej *Thermal Imagers Ti9 FLUKE* (niechłodzona matryca mikrobolometryczna pracująca w płaszczyźnie ogniskowej, rozdzielczość 120/160 pixeli, zakres widma podczerwieni od 7,5 μm do 14 μm) umieszczonej w odległości 250 cm od ciała konia. Zdjęcia termograficzne zostały wykonane zgodnie z obowiązującą procedurą: koń stał nieruchomo w zaciemnionym, zamkniętym pomieszczeniu o stałej temperaturze. Procedura ta pozwala na uniknięcie wpływu warunków atmosferycznych na wyniki badania [van Hoogmoed and Snyder, 2002; Turner, 2001]. W kolejnym kroku dane z kamery zostały zgrane do pamięci komputera, a następnie analizowane w programie *SmartView 4.1*. Analizie poddano średnią temperaturę powierzchniową lewej połowy ciała konia.

W pracy W-3 wykonano także pomiary pięciu kolejnych kroków stępa i klusa koni. Pomiary te przeprowadzono dzień przed założeniem derek (pomiar początkowy) oraz 5 min. po zdjęciu derek w przedostatnim dniu doświadczenia (pomiar końcowy). Wykorzystano metodę fotogrametrii [Janczarek i in., 2013]. Na wstępie przeprowadzono serię wysokorozdzielczych cyfrowych fotografii za pomocą aparatu fotograficznego *Canon EOS500*. Fotografie zostały wykonane w rzucie poziomym z lewego boku konia. Seria zdjęć zamykała się w przedziale czasowym: od pełnego podparcia kończyny lewej przedniej do kolejnego pełnego podparcia tej samej kończyny konia poruszającego się po równym jednolitym podłożu, na którym znajdowało się oznaczenie do skalowania obrazu z dokładnością do 1 cm. Powstałe obrazy w formie rastowej zostały poddane skalowaniu, a następnie analizie fotogrametrycznej przy zastosowaniu programu do obróbki zdjęć *Paint.NET 4.0.21* – filtracja obrazu w celu wyrównania poziomu tła, poprawy kontrastu, eliminacji zakłóceń [<https://www.getpaint.net>, 2019]. Następnie wykorzystano program do pomiarów fotogrametrycznych na obrazach rastowych *Quantum GIS (QGIS Open Source Geospatial Foundation Project)* umożliwiający wykonanie pomiarów długości na wcześniej wyskalowanym podkładzie rastowym [<https://qgis.osgeo.org>, 2019]. Za długość kroku przyjęto odległość od środkowego punktu krawędzi przedniej ściany kopyta kończyny lewej przedniej do tego samego punktu tej samej kończyny w kolejnym kroku. Uzyskane wyniki z pomiarów pięciu kroków stępa i pięciu kroków klusa uśredniono.

5.2.4. Analiza statystyczna

Wykorzystano aplikację *SAS Enterprise Guide 9.4*. (SAS Institute, Cary, NC, USA). W przypadku obydwu prac zgromadzone dane poddano testowaniu w kierunku normalności rozkładu z zastosowaniem testu chi kwadrat (W-2) i testu Shapiro-Wilka (W-3). Za każdym razem stwierdzono zgodność danych z rozkładem normalnym. Ze względu na podobny model badawczy, w obydwu pracach zastosowano analizy statystyczne oparte o modele

wieloczynnikowej analizie wariancji (*Repeated Measures Analysis of Variance*) dla danych z powtarzanymi pomiarami (dane zależne – wielokrotne pomiary na tej samej grupie koni) oraz wielokrotne testy *T – Tukey’a*, przy przyjętym poziomie istotności $\alpha = 0.05$ [Tarvainen, 2014]. Zastosowane modele analizy wariancji objęły efekty główne badanych czynników: grupa koni, kolejny pomiar w dziennej sesji, płeć koni i ich interakcje w pracy oznaczonej symbolem W2 oraz grupa badawcza, kolejny pomiar i ich interakcje w pracy oznaczonej symbolem W3 [SAS Institute Inc, 2003].

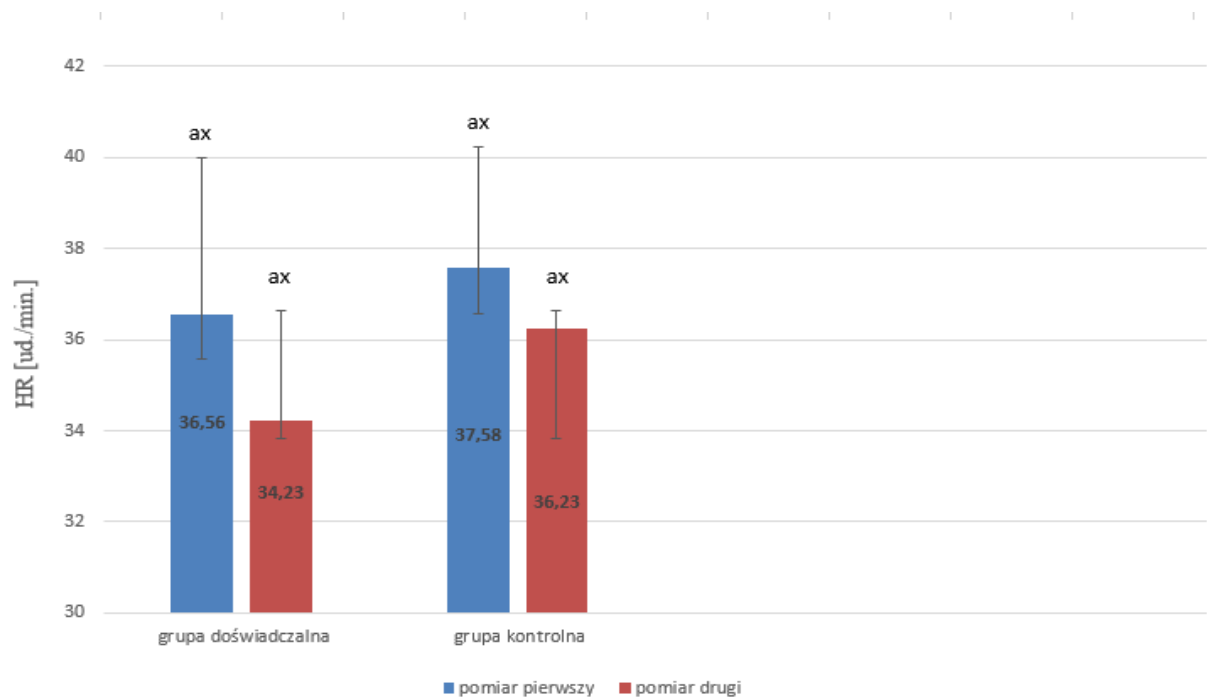
6. NAJWAŻNIEJSZE WYNIKI

6.1. TERAPIA POPRZEZ STOSOWANIE MUZYKI RELAKSACYJNEJ

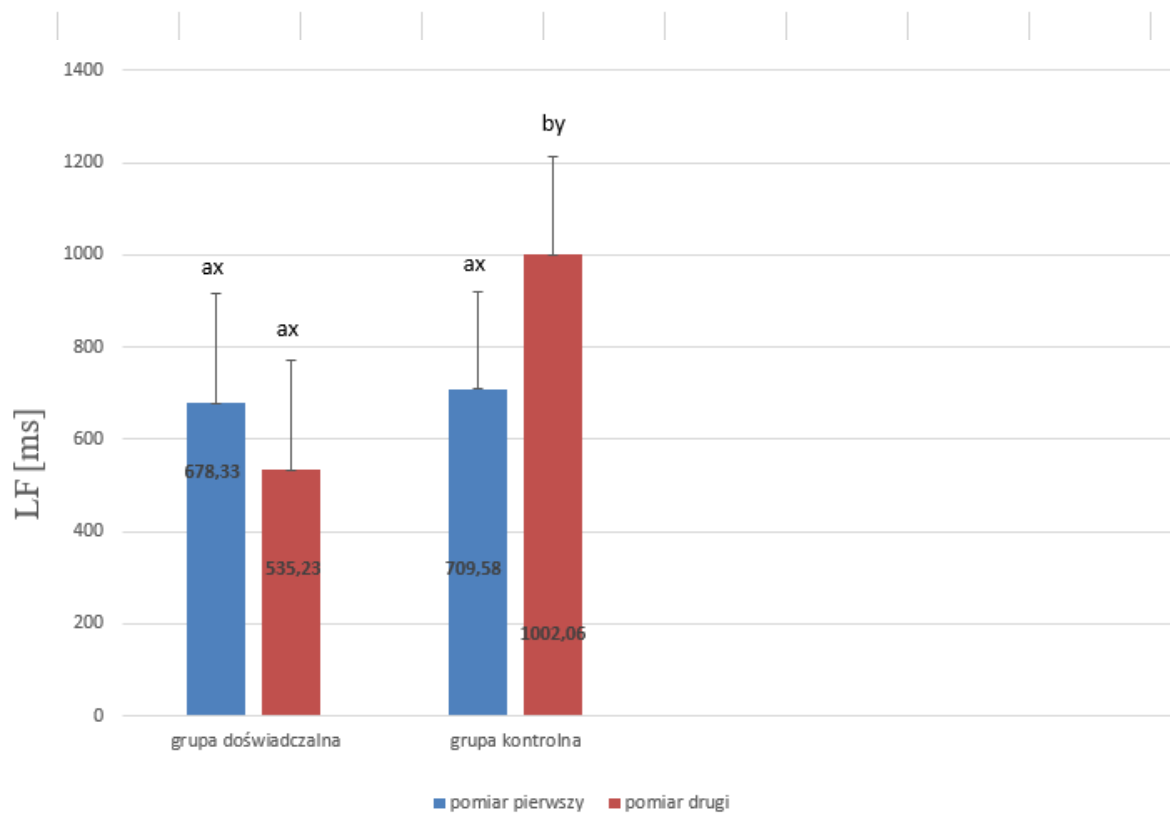
Wyniki w pracy oznaczonej symbolem W-2 zaprezentowano w czterech tabelach dotyczących odpowiednio parametrów: HR, LF, HF i LF/HF grupy doświadczalnej i kontrolnej w spoczynku, czyli dzień przed rozpoczęciem muzykoterapii, podczas czterech pomiarów powtarzanych co siedem dni, w każdym z nich dwukrotnie: na początku i na końcu dziennej sesji 28-dniowej muzykoterapii oraz w spoczynku w kolejnym dniu po zakończeniu doświadczenia. Różnice między średnimi były poszukiwane podczas porównania różnych pomiarów w tej samej grupie koni oraz podczas porównania tych samych pomiarów, ale w różnych grupach koni. W piątej tabeli zawarto natomiast wspomniane parametry z uwzględnieniem płci koni w grupie doświadczalnej i kontrolnej. Różnice między średnimi były tu poszukiwane podczas porównania koni tej samej płci w różnych grupach oraz koni różnej płci w tej samej grupie.

Na potrzeby niniejszego autoreferatu, na rycinach 1-4 porównano poziom analizowanych parametrów w grupie doświadczalnej i kontrolnej przed i po rozpoczęciu muzykoterapii. Wyniki wskazały na zbliżony poziom HR i HF w obydwu grupach przed i po zakończeniu muzykoterapii oraz niższy poziom LF i LF/HF w grupie doświadczalnej w stosunku do grupy kontrolnej. Na podstawie pozostałych wyników stwierdzono natomiast istotny i sukcesywny spadek HR i LF/HF w grupie doświadczalnej po 14 dniach muzykoterapii. Parametr HR był najczęściej niższy po zakończeniu odtwarzania muzyki niż na początku sesji. Odwrotna sytuacja wystąpiła natomiast w przypadku LF/HF.

Analogiczna sytuacja w zakresie LF/HF pojawiła się wcześniej, gdyż po pierwszym tygodniu terapii. Parametr LF w grupie doświadczalnej obniżył się natomiast istotnie w środkowej części cyklu muzykoterapii w stosunku do części początkowej i ostatniej. Nie różnił się podczas pomiarów w trakcie sesji lub obniżał się na jej końcu. W grupie kontrolnej utrzymywał się natomiast na zbliżonym poziomie w kolejno powtarzanych badaniach. Pod koniec cyklu był istotnie wyższy niż w grupie doświadczalnej. HF w grupie doświadczalnej najczęściej wzrastało istotnie po rozpoczęciu odtwarzania muzyki, co następowało głównie po trzech tygodniach muzykoterapii. Niższe wartości parametru w grupie kontrolnej w stosunku do grupy doświadczalnej wystąpiły natomiast już po pierwszym tygodniu terapii.

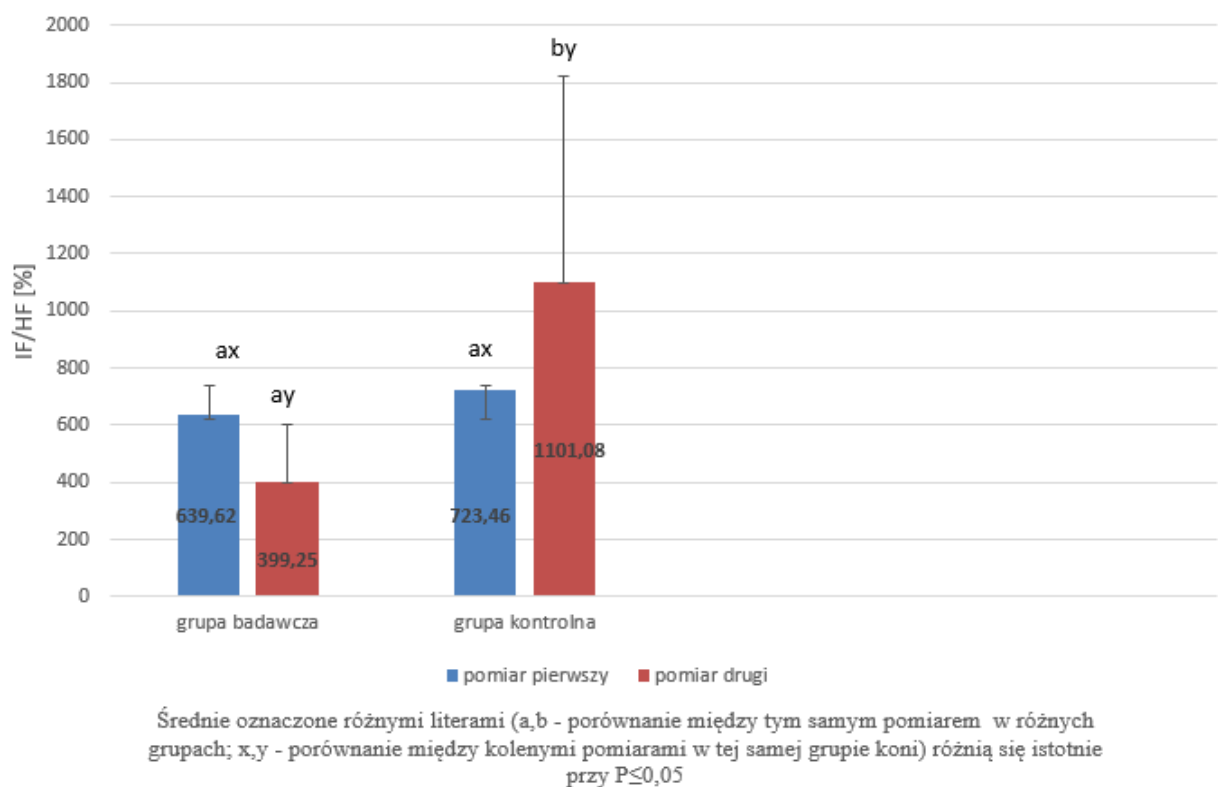
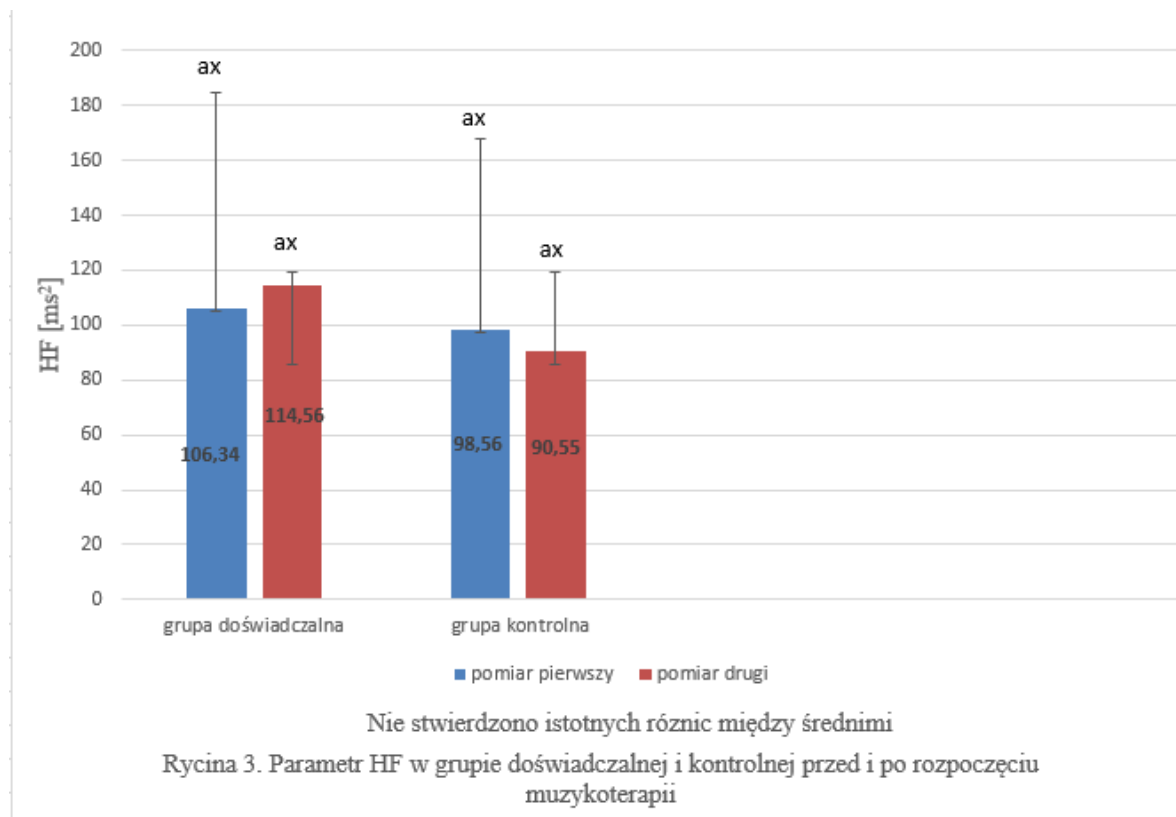


Nie stwierdzono istotnych różnic między średnimi.
Rycina 1. Parametr HR w grupie doświadczalnej i kontrolnej przed i po zakończeniu muzykoterapii



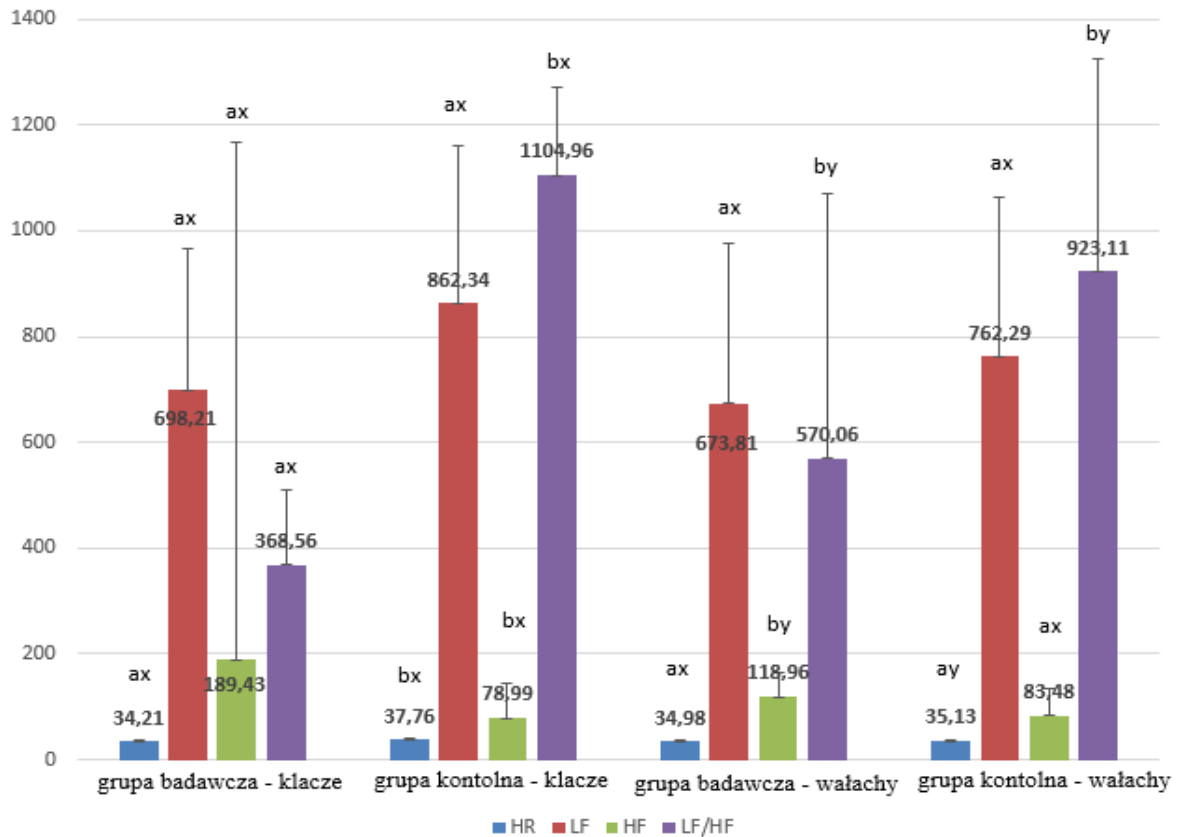
Średnie oznaczone różnymi literami (a, b - porównanie między tym samym pomiarem w różnych grupach koni; x, y - porównanie między kolejnymi pomiarami w tej samej grupie koni) różnią się istotnie przy $P \leq 0.05$.

Rycina 2. Parametr LF w grupie doświadczalnej i kontrolnej przed i po zakończeniu muzykoterapii



Na rycinie 5 porównano łączny poziom badanych parametrów koni różnej płci z grupy doświadczalnej i kontrolnej. Istotne różnice pojawiły się między HR, HF i LF/HF klaczy z grupy doświadczalnej i kontrolnej. W grupie doświadczalnej HR i LF/HF klaczy było istotnie niższe, zaś HF istotnie wyższe niż w grupie kontrolnej. W przypadku wałachów jedynie LF/HF było niższe w grupie doświadczalnej w stosunku do grupy kontrolnej. Ponadto

stwierdzono, że parametr HF klaczy w grupie doświadczalnej był istotnie wyższy niż u ogierów. Odwrotna sytuacja wystąpiła w przypadku LF/HF. W grupie kontrolnej istotnych różnic związanych z płcią nie odnotowano.



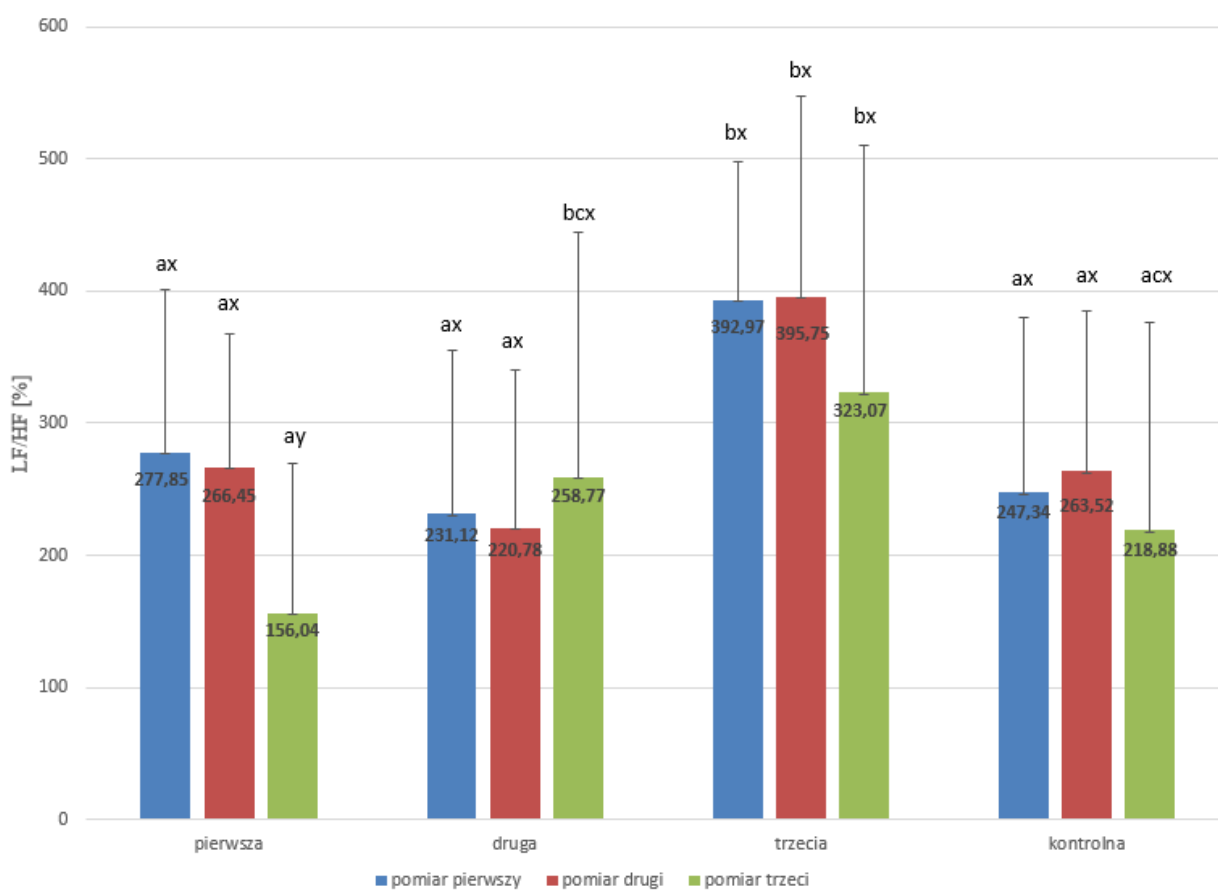
Średnie oznaczone różnymi literami (a,b - porównanie między tym samym pomiarem w różnych grupach; x,y - porównanie między kolenymi pomiarami w tej samej grupie koni) różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$

Rycina. 5 Parametry rytmu serca koni różnej płci w grupie

6.2. TERAPIA POPRZEZ STOSOWANIE DEREK OCIEPLAJĄCYCH

Wyniki w publikacji W-3 zaprezentowano w trzech tabelach dotyczących trzech grup parametrów: zmienności rytmu serca koni, temperatury wewnętrznej i powierzchniowej ciała oraz długości kroku w stępie i kłusie. Wystąpienie istotnych różnic między średnimi wykazano w każdym przypadku z uwzględnieniem interakcji czynnika czterech grup badawczych (kontrolnej i trzech eksperymentalnych, w przypadku których testowano odpowiednio wpływ derki lekkiej, pośredniej i grubej) i czynnika kolejnego powtórzenia pomiaru, czyli spoczynkowego i bezpośrednio po zdjęciu derek (w przypadku wszystkich grup parametrów), a także godzinę po zdjęciu derek (w przypadku parametrów zmienności rytmu serca oraz temperatury wewnętrznej i powierzchniowej ciała).

Na podstawie przeprowadzonych badań odnotowano też, że parametry rytmu serca zmieniały swoje wartości w sposób analogiczny. Podwyższały istotnie swoją wartość po zastosowaniu derek, a zwłaszcza derki grubej (ryc. 6). Wzrost ten utrzymywał się jednak po 60 minutach tylko w przypadku wcześniejszego stosowania derki pośredniej i grubej.

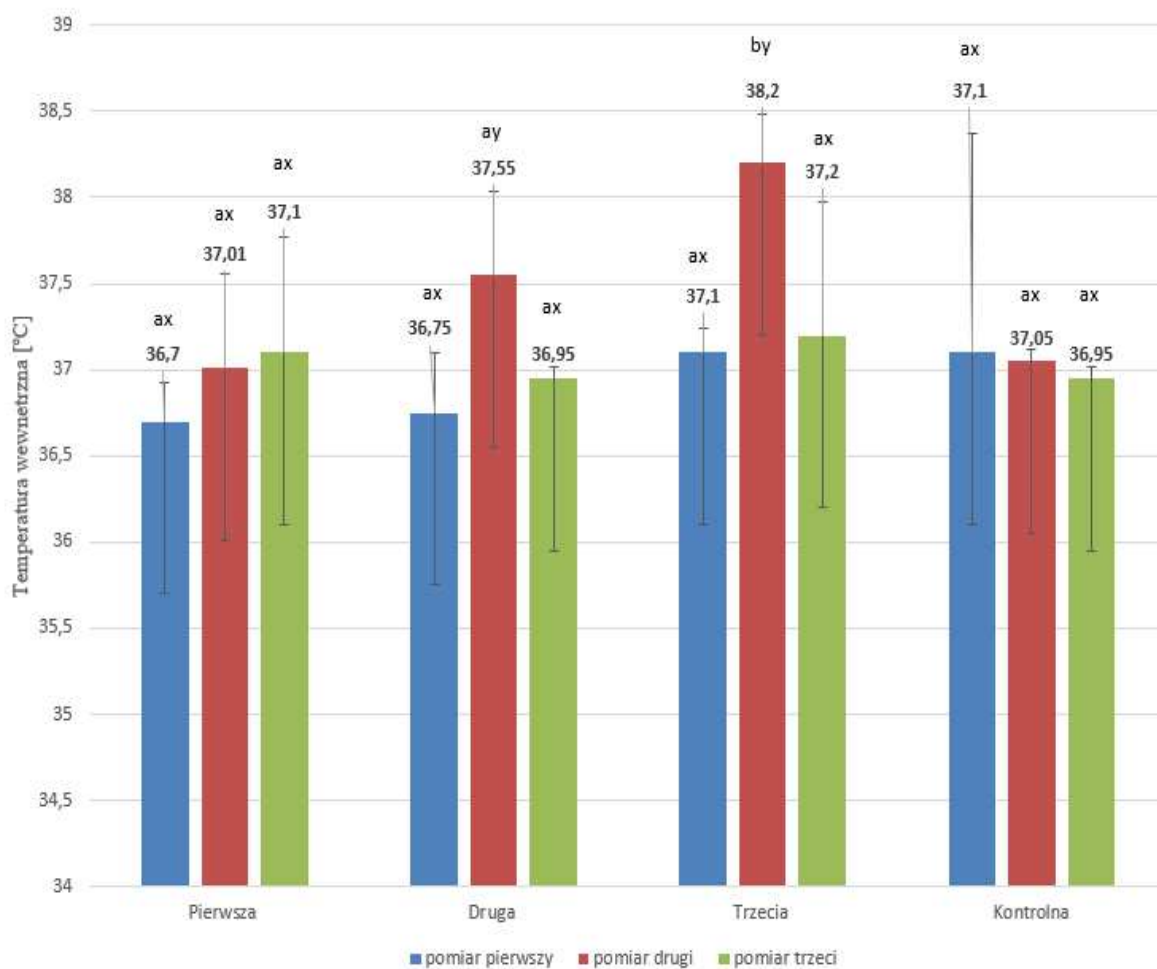


Średnie oznaczone różnymi literami (a, b, c: między różnymi grupami eksperymentalnymi podczas tego samego pomiaru; x, y: między kolejnymi pomiarami w tej samej grupie eksperymentalnej) różnią się istotnie przy $P \leq 0.05$.

Rycina 6. Parametr LF/HF badanych koni podczas kolejnych pomiarów w grupach badawczych

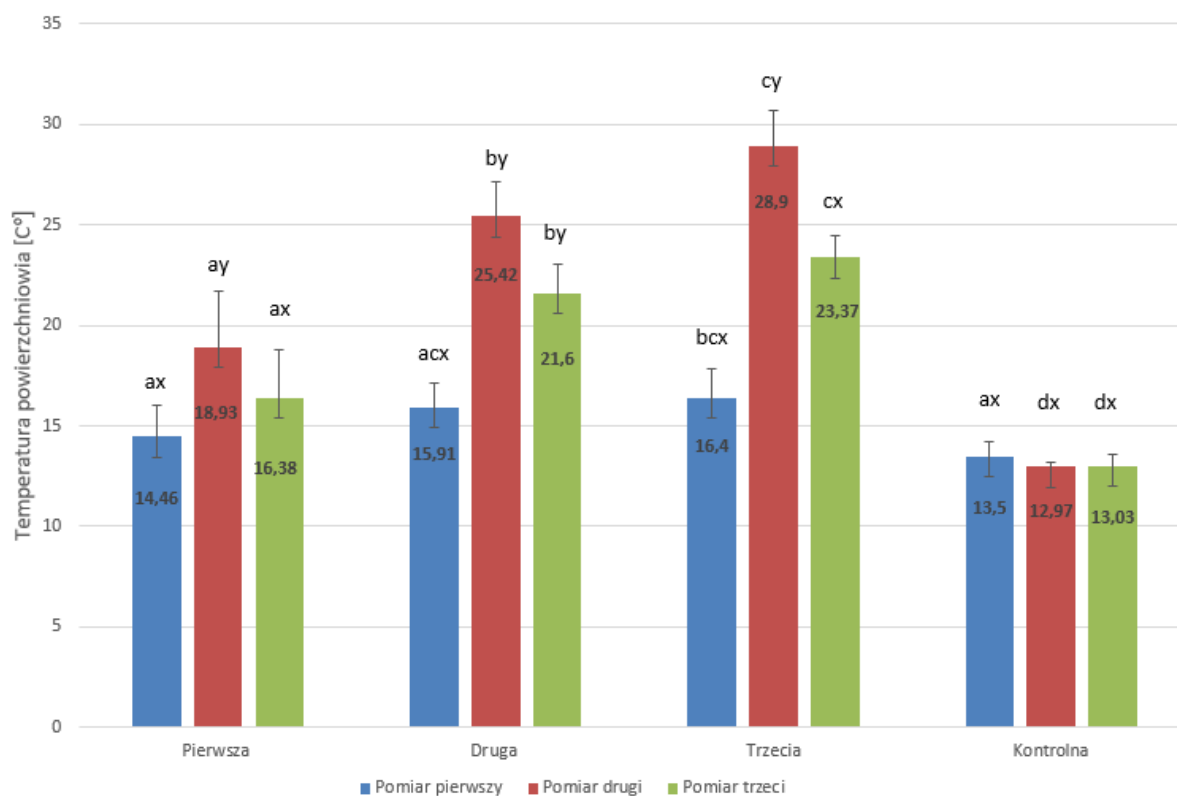
Stwierdzono również istotny wzrost temperatury wewnętrznej ciała koni bezpośrednio i po godzinie od zastosowania derki pośredniej i grubej (ryc. 7-8). Każdy rodzaj derki spowodował natomiast wzrost temperatury powierzchniowej, gdzie najwyższa wystąpiła po zastosowaniu derki grubej, dalej pośredniej i na końcu lekkiej. W każdym przypadku różnice

były istotne. Różnice te zacierają się jednak po 60 minutach od zdjęcia derki lekkiej, zbliżając swoją wartość do odnotowanej przed zastosowaniem derek.



Średnie oznaczone różnymi literami (a, b: między różnymi grupami eksperymentalnymi podczas tego samego pomiaru; x, y: między kolejnymi pomiarami w tej samej grupie eksperymentalnej) różnią się istotnie przy $P \leq 0.05$.

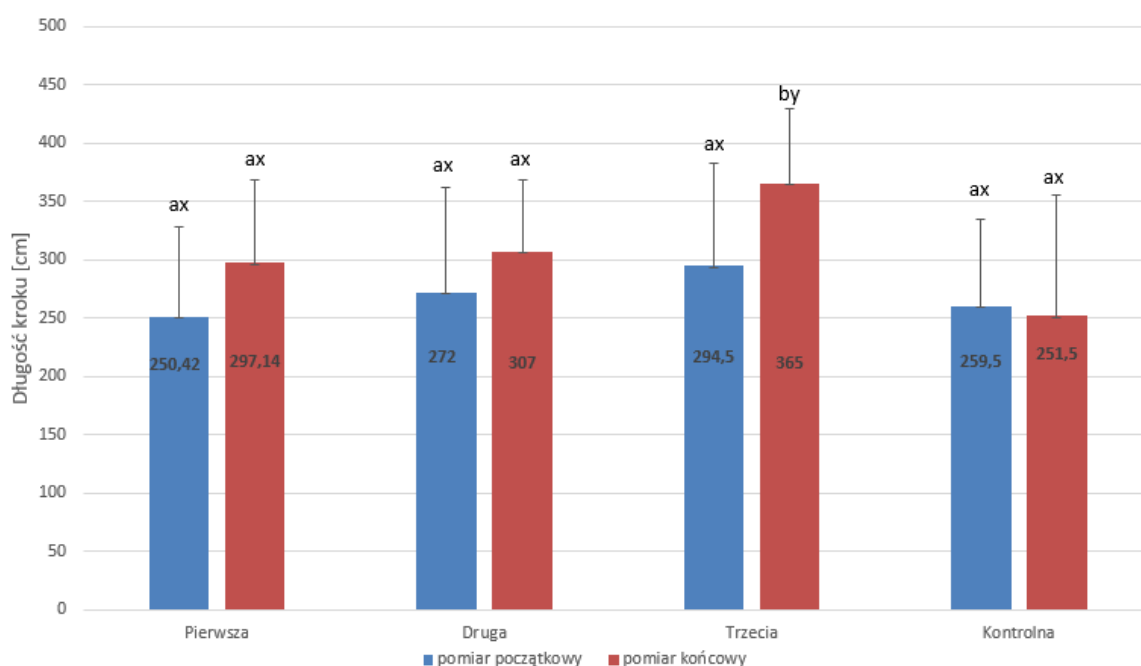
Rycina 7. Wewnętrzna temperatura ciała koni podczas kolejnych pomiarów w grupach badawczych



Średnie oznaczone różnymi literami (a, b, c, d: między różnymi grupami eksperymentalnymi podczas tego samego pomiaru; x, y, z: między kolejnymi pomiarami w tej samej grupie eksperymentalnej) różnią się istotnie przy $P \leq 0.05$.

Rycina 8. Powierzchniowa temperatura ciała koni podczas kolejnych pomiarów w grupach badawczych

Zastosowane derok nie wywarło wpływu na długość kroku koni w stępie (ryc. 9). Długość kroku w kłusie wzrosła natomiast istotnie (o niespełna 50 cm), ale tylko po zastosowaniu derki grubej.



Średnie oznaczone różnymi literami (a, b: między różnymi grupami eksperymentalnymi podczas tego samego pomiaru; x, y: między kolejnymi pomiarami w tej samej grupie eksperymentalnej) różnią się istotnie przy $P \leq 0.05$.

Rycina 9. Długość kroku w kłusie koni podczas kolejnych pomiarów w grupach badawczych

7. DYSKUSJA

7.1. TERAPIA POPRZEZ STOSOWANIE MUZYKI RELAKSACYJNEJ

Uzyskane wyniki wskazały generalnie na obniżanie się pobudliwości emocjonalnej koni poddawanych muzykoterapii, co według Stachurskiej i in. [2015] oraz Kato i in. [2003] może świadczyć o pozytywnym wpływie tej metody na relaksację badanych zwierząt. Przede wszystkim, rezultaty w zakresie parametrów charakteryzujących aktywność autonomicznego układu nerwowego (AUN) potwierdziły wspomaganie procesu relaksacji organizmu koni wskutek poddawania ich muzykoterapii. Parametr LF odzwierciedla aktywność obydwu gałęzi AUN, czyli współczulnej i przywspółczulnej, ale generalnie uznaje się, że odpowiada on za wzrost pobudzenia emocjonalnego organizmu [von Borell i in., 2007]. Parametr HF wskazuje natomiast na działanie układu przywspółczulnego, czyli hamującego pobudliwość organizmu. Iloraz LF/HF jako wskaźnik czynnościowej równowagi współczulno-przywspółczulnej im jest niższy, tym wskazuje na większe odprężenie organizmu [Acharya i in., 2007]. Wyniki w tym przypadku wskazały, że głównie LF/HF i w mniejszym stopniu LF w grupie poddawanej muzykoterapii było najczęściej istotnie niższe niż w grupie koni, które muzyki nie słuchały. Inaczej kształtował się natomiast parametr HF, co powinno dodatkowo cieszyć ze względu na niebezpieczne dla życia gwałtowne obniżanie się jego poziomu, które jest częstą przyczyną śmierci organizmów geriatrycznych [Simpson i Wicks, 1988]. Analiza parametrów HRV, a nie tylko HR, wydaje się w przypadku osobników starych szczególnie ważna, gdyż dopiero podczas wyraźnej relaksacji organizmu obniża się częstość rytmu serca (HR) [Janczarek i in., 2013; Salamon i in., 2003]. Parametr ten nie należy bowiem do zbyt czułych na mało gwałtowne zmiany emocji. Poszukiwanie innych metod oceny nastroju koni geriatrycznych jest zatem konieczne.

Ważne z punktu widzenia praktycznego wydaje się również określenie czasu, w jakim terapia oddziałuje pozytywnie na pobudliwość emocjonalną organizmu. Okazuje się, że najkorzystniejsze efekty odtwarzania relaksującej muzyki powinny być obserwowane od dwóch do trzech tygodni po rozpoczęciu terapii. Pierwsze pożądane oznaki mogą być natomiast widoczne najwcześniej po tygodniu. Najprawdopodobniej jest to spowodowane koniecznością przyzwyczajania się koni do nowych bodźców dźwiękowych. Duża wrażliwość słuchu koni, na którą wskazują badania Timney i Macuda [2001], powoduje często wzrost niepokoju koni w obliczu nieznanymi im lub nie lubianymi przez nie odgłosów. Tego typu sytuacje mogą potęgować dolegliwości bólowe, podwyższać drażliwość, a nawet pogarszać gojenie się ran, co udowodniono w przypadku hospitalizowanych ludzi, którzy byli wcześniej narażeni na spotęgowany hałas [Biley 1994]. Można zatem sugerować, że monitorowanie stanu zdrowia koni geriatrycznych w początkowej fazie stosowania omawianej terapii powinno być bardzo dokładne.

Nie do końca jest też pewne, jak długo powinna trwać muzykoterapia, by ciągle przynosiła pozytywne efekty. Niestety, wyniki z tego zakresu nie są do końca jednoznaczne. Wątpliwości narastają podczas analizy wyników dwóch z czterech analizowanych parametrów pod koniec lub po zakończeniu badań. Są one natomiast rozwiewane po analizie wyników dwóch kolejnych parametrów podczas analogicznych pomiarów. Jak wskazują badania Stachurskiej i in. [2015], pobudliwość emocjonalna koni wyścigowych obniża się pod wpływem muzykoterapii. Jednakże, jej pożądany wpływ utrzymuje się co najwyżej przez 3-4 miesiące. Po tym okresie odtwarzana muzyka staje się natomiast dla koni obojętna. Widać zatem, że bez względu na wiek lub rodzaj użytkowania, ten rodzaj terapii wywiera mniej lub bardziej krótkotrwały efekt. Jednakże, zwłaszcza w przypadku koni geriatrycznych, koni chorych, cierpiących lub kontuzjowanych, nawet krótkotrwała poprawa nastroju wydaje się być niekiedy bezcenna. Potwierdzeniem wydają się być badania prowadzone w szpitalach, a także w zakładach opieki paliatywnej [Clair i Memmott, 2008; Hilliard, 2005; Trauger-

Querry i Haghghi 1999]. Autorzy ci stwierdzili, że chwilowo pojawiające się pozytywne emocje dodają cierpiącym chęci życia, pozwalają łagodzić ból, przez co wspomagają efekty stosowanego leczenia.

Ważny okazał się jednak nie tylko fakt czasu trwania terapii i konieczności przyzwyczajania koni do niej, ale też optymalny czas trwania dziennych sesji. Wyniki potwierdziły, że pod koniec sesji relaksacja organizmu była wyraźniejsza niż na początku. Można zatem stwierdzić, że sesja muzykoterapii powinna trwać przynajmniej kilka godzin dziennie, co może wywołać pozytywny efekt, ale tylko doraźny. W związku z tym faktem, uzyskane wyniki można uznać za częściowo zadawalające. Wskazują one na jedynie chwilowe działanie muzykoterapii na konie geriatryczne, co można wykorzystać w okresie nasilenia się dolegliwości bólowych. Podobnego zdania są Gutsell i in. [2013], którzy przeprowadzili badania dotyczące alternatywnych metod łagodzenia bólu u ludzi.

7.2. TERAPIA POPRZEZ STOSOWANIE DEREK OCIEPLAJĄCYCH

Wyniki wskazały, że stosowanie różnego rodzaju derek wywarło różny wpływ na kształtowanie badanych parametrów koni geriatrycznych. Szczególnie interesujący wydaje się zaobserwowany wzrost temperatury wewnętrznej koni po zastosowaniu derki pośredniej i grubej. Wynik ten jest szczególnie ważny z dwóch powodów. Po pierwsze, temperatura wewnętrzna powinna być parametrem stabilnym u koni ze względu na stałocieplność ich organizmu [Godyń, 2013], stąd też możliwość reagowania na jej wahania jest istotna dla opiekuna koni [Demicka, 1990]. Po drugie, znaczenie tych wyników rośnie w przypadku koni geriatrycznych, których temperatura ciała jest najczęściej obniżona w stosunku do koni młodych i dorosłych [Gill, 2003]. Hipotermię należy uznać za objaw rokowniczo niekorzystny, gdyż sytuacja ta jest spowodowana wieloprzyczynowym obniżeniem ciepła produkowanego przez organizm wskutek postępującej niewydolności krążenia, zaburzeń metabolicznych oraz ograniczenia swobodnego poruszania się [Gehlen, 2018]. Powszechnie dostępne metody podnoszenia temperatury wewnętrznej ciała, w tym jak się okazuje stosowanie ciepłych derek, wydają się w przypadku koni starych szczególnie cenne, zwłaszcza, że przy wyborze właśnie takiej metody, powinno się pamiętać, że efekt wzrostu temperatury wewnętrznej może ustępować bezpośrednio po zdjęciu derki z ciała zwierzęcia. Wyniki te nie są zaskakujące, gdyż wzrost temperatury organizmu stałocieplnego jest możliwy tylko podczas stosowania powłoki termoizolacyjnej, którą w omawianym przypadku stanowiła właśnie odpowiednia derka [Mejdell i in., 2019]. Podczas próby utrzymania lub podnoszenia temperatury wewnętrznej ciała koni starych, nie powinno się zatem w ogóle zdejmować derek lub też czas przebywania konia bez derek należy ograniczyć do minimum.

O wiele bardziej szczegółowe informacje udało się natomiast uzyskać analizując temperaturę powierzchniową badanych koni. Okazuje się, że każdy rodzaj derek powodował znaczący wzrost temperatury powierzchniowej ciała koni w stosunku do temperatury ciała koni nieokrywanych derką. Efekt był jednak potęgowany wyborem jej odpowiedniego rodzaju derki. Wyniki w tym zakresie były na tyle jednoznaczne, że pozwoliły na ustalenie rankingu derek o postępującym wpływie na wzrost temperatury powierzchniowej ciała koni geriatrycznych w zimie. Na kolejnych pozycjach rankingowych znalazła się przewidywalnie najpierw derka cienka, następnie pośrednia i na końcu gruba. Opiekun koni geriatrycznych powinien zatem decydować o stosowaniu u tych zwierząt jak najcieplejszych derek podczas zimowych chłódów. W przyszłości ciekawe mogłoby być też przebadanie koni geriatrycznych metodą scharakteryzowaną przez Mejdell i in. [2019] w zakresie samodzielnego wyboru noszenia derki przez konie dorosłe. Obecnie jednak podczas utrzymywania koni geriatrycznych takiego wyboru nie powinno się im zostawić.

Można też uspokoić opiekunów koni geriatrycznych, którzy podczas długotrwałego stosowania derek obawiają się ich przeziębienia nawet po krótkotrwałym odkryciu ciała.

Wyniki wskazały bowiem, że po zdjęciu derek temperatura powierzchniowa zaczęła co prawda stopniowo spadać, jednakże po 60 minutach była ona nadal istotnie wyższa od temperatury powierzchniowej ciała koni nie wspomaganych derkami. Można zatem sugerować, że czasowe zdjęcie derek (np. na czas pielęgnacji) koniom, które są na stałe ubrane w derki i nie wykazują hipotermii, nie powinno powodować nadmiernego wychłodzenia organizmu.

W omawianej pracy, podobnie jak w pracy dotyczącej muzykoterapii (W-3), analizie poddano zmienność rytmu serca koni geriatrycznych. Wyniki wskazały wzrost aktywności autonomicznego układu nerwowego (AUN) w zakresie obydwu jego składowych, czyli części współczulnej i przywspółczulnej podczas stosowania derek. Jak podaje Zajączkowski i in. [2014], w przebiegu starzenia, a także w rozwoju wielu innych schorzeń, w przewlekłym stresie, zmęczeniu i depresji dochodzi do ograniczenia fizjologicznej niemiaryowości rytmu serca i zmniejszenia zdolności odpowiedzi sercowej na zaburzenia środowiska wewnętrznego. Wskazani autorzy stwierdzają, że rytm serca ma charakter coraz bardziej losowy, czego wyrazem jest zmniejszenie aktywności AUN. Zaburzenie równowagi współczulno-przywspółczulnej, oceniane przy użyciu analizy parametrów zmienności rytmu serca (HRV), jest nawet uznane za jeden z najsilniejszych predyktorów zwiększonego ryzyka zgonu. Niskie wartości wskaźników HRV świadczą również o zmniejszonym wpływie AUN na rytm zatokowy.

Ocieplanie derkami spotęgowało zatem pozytywną dla funkcjonowania organizmu regulację HRV. Jak podaje Montano i in. [2009], w przebiegu starzenia, a także w rozwoju wielu innych schorzeń, w przewlekłym stresie, zmęczeniu i depresji dochodzi do zredukowania efektywnych pętli regulacyjnych kontrolujących rytm serca oraz do zmniejszenia wpływu czynników pozasercowych na cykliczną aktywność węzła zatokowo-przedsionkowego. Można zatem sugerować, że zakładanie derek przyczynia się do wzrostu aktywności składowych ANS, co bezpośrednio przekłada się na wzrost witalności koni geriatrycznych. Rozpatrując wyniki dokładniej, odnotowano wystąpienie większego wzrostu aktywności części współczulnej w stosunku do części przywspółczulnej. Jak wskazują wyniki badań Zajączkowskiego i in. [2014] oraz la Rovere i in. [1998], wraz z wiekiem spada ogólna moc HRV, co jest przede wszystkim obrazowane przez spadek mocy widma o wysokiej częstotliwości i w mniejszym stopniu o niskiej częstotliwości. Wyniki własne z tego zakresu można zatem uznać za typowe dla procesu starzenia się.

Stosowanie derek nie wywarło natomiast wpływu na parametr LF/HF. Jak wskazują przekrojowe badania Zulfiqara i in. [2010], a także dwóch grup badaczy włoskich [Paolisso i in., 1999; Piccirillo i in., 1998], niskie wartości LF/HF są rokowniczo korzystne w przypadku organizmów geriatrycznych. Wnioski wyciągnięte przez Shimizu i in. [2002] na podstawie porównawczego badania prospektywnego są jednak zasadniczo odmiennie. Wyniki własne oraz rozbieżność wyników w zakresie LF/HF uzyskanych przez cytowanych autorów wskazują zatem na małą przydatność tego parametru w ocenie czynników warunkujących aktywność AUN organizmów geriatrycznych.

Ostatnią grupę analizowanych cech stanowiły parametry ruchu, w przypadku których nie stwierdzono spektakularnego wpływu stosowania derek na zwiększenie długości kroku w stępie i kłusie. Jedynie w podczas testowania derki grubej zaobserwowano wydłużenie kroku kłusa. Wynik ten można uznać za szczególnie ważny, gdyż objawy skracania kroku lub kulawizny u koni są widoczne właśnie w kłusie [Jóźwiak i in., 2014]. Defekt ruchu w kłusie związany jest zwykle z bolesnością górnych partii mięśni kończyny tylnej i mięśni łopatki [Kalisiak, 2009]. Przypuszczalnie, rozgrzanie ciała pod grubą derką powoduje rozluźnienie wspomnianych mięśni, co działa na podobnej zasadzie, jak masaż wskazany przez Wojtecką i in., [2018]. Jak podają Janus i in. [2005], objawy nagminnie występującego zapalenia i zwyrodnienia stawów, które powodują dyskomfort podczas ruchu, potęgują się podczas nagłych zmian pogodowych, a szczególnie w porze zimowej. W konsekwencji, nasilenie objawów ze strony aparatu ruchu może skutkować koniecznością eutanazji zwierzęcia.

Być może to właśnie te schorzenia blokują możliwość zwiększenia wydolności ruchowej nawet po nagrzewaniu głównych partii mięśniowych, co widoczne jest bardziej w stępie niż w kłusie.

8. PODSUMOWANIE

1. **(W-1):** Na podstawie przeglądu piśmiennictwa dotyczącego koni geriatrycznych można stwierdzić, że utrzymywanie tego typu zwierząt przy życiu jest uzasadnione z wielu powodów. Poza wartością sentymentalną, stanowią one rezerwar doświadczonych i zarazem bezpiecznych osobników, które mogą być z powodzeniem użytkowane w nauce jeździectwa i hipoterapii. Wykorzystywane są również jako modele badawcze w geriatrycznej geriatrii człowieka. Jednakże, utrzymanie koni geriatrycznych w dobrostanie jest trudne ze względu na trapiące je dolegliwości zdrowotne i ciężkie choroby wynikające z procesu starzenia się organizmu. Fakt ten nakłania do konieczności poszukiwania nieinwazyjnych i równocześnie prostych metod poprawy jakości ich życia.
2. **(W-2):** Muzyka relaksacyjna spowodowała obniżenie pobudliwości emocjonalnej koni (*Equus caballus*) poprzez redukcję parametrów częstości i zmienności pracy serca (HR i HRV). Muzykoterapia stosowana w codziennych sesjach kilkugodzinnych wpływa zatem pozytywnie na relaksację koni geriatrycznych. Jednakże na pożądany, choć jedynie doraźny efekt, trzeba czekać przynajmniej tydzień od rozpoczęcia sesji. Niestety, efekt ten przemija po kolejnych dwóch - trzech tygodniach stosowania terapii, nie pozostawiając po sobie spektakularnych efektów.
3. **(W-3):** Stosowanie derek w porze zimowej wywiera przede wszystkim pozytywny wpływ na wzrost temperatury powierzchniowej ciała koni geriatrycznych. Efekty są tym bardziej widoczne, im stosowana derka jest grubsza. W przypadku grubych derek zimowych można dodatkowo spodziewać się wzrostu temperatury wewnętrznej i wydłużenia kroku w kłusie. Zalecane powinno być zatem ich ciągłe stosowanie w przypadku geriatrycznych koni ze skłonnością do hipotermii i koni z bolesnością partii mięśniowych kończyny tylnej i łopatki jako najczęstszej przyczyny skracania kroku w kłusie. Podczas stosowania derek powinna być też obserwowana ogólna poprawa witalności organizmu, o czym świadczy odnotowany wzrost aktywności autonomicznego układu nerwowego, a zwłaszcza jego części współczulnej.

9. LITERATURA

- [1] Acharya U.R., Joseph K.P., Kannathal N., Min L.C., Suri J.S., 2007. Heart rate variability. In 14 Advances in cardiac signal processing, Springer, Berlin, Heidelberg, s. 121- 15, 165.
- [2] Alini, M., Eisenstein S.M., Ito K., Little C., Kettler A.A., Masuda K., Melrose J., Ralphs J., Stokes I., Wilke H.J., 2008. Are animal models useful for studying human disc disorders/degeneration?. *European Spine Journal*, 17:2-19.
- [3] Argo C.M.G, 2016. Nutritional Management of the Older Horse. *Veterinary Clinics of North America - Equine Practice* 32:343–354.
- [4] Baur J.A., Pearson K.J., Price N.L., Jamieson H.A., Lerin C., Kalra A., Prabhu V.V., Allard J.S., Lopez-Lluch G., Lewis K., Pistell P.J., Poosala S., Becker K.G., Boss O., Gwinn D., Wang M., Ramaswamy S., Fishbein K.W., Spencer R.G., Lakatta E.G., Le Couteur D., Shaw R.J., Navas P., Puigserver P., Ingram D.K., de Cabo R., Sinclair D.A., 2006. Resveratrol improves health and survival of mice on a high-calorie diet. *Nature*, 337-342.
- [5] Van Beek J.H.G.M., Kirkwood T.B.L., Bassingthwaite J.B., 2016. Understanding the physiology of the ageing individual: Computational modelling of changes in metabolism and endurance. *Interface Focus* 6. doi:10.1098/rsfs.2015.0079.
- [6] Beard L.A., 2015. *Aged Horse Health and Welfare*. Elsevier Inc. doi:10.1016/B978-1-4557-4555-5.00206-5
- [7] Bertone J.J., 2006. Excessive Drowsiness Secondary to Recumbent Sleep Deprivation in Two Horses. *Veterinary Clinics of North America - Equine Practice*, 22:157–162.
- [8] Biley F.C., 1994. Effects of noise in hospitals. *British J Nursing*, s. 110-113.
- [9] Bonagura J.D., 2019. Overview of Equine Cardiac Disease. *Veterinary Clinics of North America - Equine Practice*, 35:1–22, doi:10.1016/j.cveq.2019.01.001.
- [10] Von Borell E., Langbein J., Després G., Hansen S., Leterrier C., Marchant-Forde J., Valance D., 2007. Heart rate variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals - a review. *Physiol Behav* 92(3), s. 293-316.
- [11] Borisov A.B., 1999. Regeneration of skeletal and cardiac muscle in mammals: do nonprimate models resemble human pathology? *Wound Repair Regen*, 7:26-35.
- [12] Brosnahan M.M., Paradis M.R., 2003. Assessment of clinical characteristics, management practices, and activities of geriatric horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 223:99–103, doi:10.2460/javma.2003.223.99.

- [13] Butler K.D., Hintz H.F., 1977. Effect of level of feed intake and gelatin supplementation on growth and quality of hoofs of ponies.. *Journal of animal science*, 44:257–261, doi:10.2527/jas1977.442257x.
- [14] Clair A.A., Memmott J., Therapeutic uses of music with older adults. American Music 2 Therapy Association.
- [15] Demnicka A.,Integrująca rola układu krążenia w termoregulacji u zwierząt stałocieplnych. *Przegląd Zoologiczny* 34 (1), s. 57-72.
- [16] Dougal K., De La Fuente G., Harris P.A., Girdwood S.E., Pinloche E., Geor R.J., Nielsen B.D., Schott H.C., Elzinga S., Newbold C.J., 2014. Characterisation of the faecal bacterial community in adult and elderly horses fed a high fibre, high oil or high starch diet using 454 pyrosequencing. *PLoS ONE* 9, doi:10.1371/journal.pone.0087424.
- [17] Duarte L.C., Speakman J.R., 2014. Low resting metabolic rate is associated with greater lifespan because of a confounding effect of body fatness. *Age (Dordr)*, 36:9731.
- [18] Essner A., Sjöström R., Ahlgren E., Lindmark B., 2013. Validity and reliability of Polar® 30 RS800CX heart rate monitor, measuring heart rate in dogs during standing position and at 31 trot on a treadmill. *Physiology & Behavior* 114-115, 1-5.
- [19] Edrey Y.H., Hanes M., Pinto M., Mele J., Buffenstein R., 2011. Successful Aging and Sustained Good Health in the Naked Mole Rat: A Long-Lived Mammalian Model for Biogerontology and Biomedical Research. *ILAR Journal* 52:41–53.
- [20] Edwards G.B., Proudman C.J., 1994. An analysis of 75 cases of intestinal obstruction caused by pedunculated lipomas. *Equine Veterinary Journal* 26:18–21.
- [21] Gehlen H., Bildheim L.M., 2018. Evaluation of age-dependent changes of myocardial 33 velocity using pulsed wave and colour tissue Doppler imaging in adult warmblood 34 horses. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 102, 1731– 1742.
- [22] Gill, J., 2003. *Fizjologia konia. (Horse physiology)* Wydaw. Sport.
- [23] Godyń D., 2013. Zastosowanie kamery termograficznej w ocenie termoregulacji u zwierząt gospodarskich. *Wiadomości Zootechniczne R.LI*, 4:91-95.
- [24] Gutsell K.J., Schluchter M., Margevicius S., DeGolia P.A., McLaughlin B., Harris M., Wiencek C., 2013. Music therapy reduces pain in palliative care patients: a randomized 10 controlled trial. *J Pain Symptom Manag* 45(5), s. 822-831.
- [25] Halfon N., Larson K., Lu M., Tullis E., Russ S., 2014. Lifecourse health development: past, present and future. *Matern Child Health J*, 18:344-65.
- [26] Hilliard R.E., 2005. Music therapy in hospice and palliative care: a review of the

- empirical 12 data. *Evidence-Based Compl Alter Med* 2(2), s. 173-178.
- [27] Van Hoogmoed L.M., Snyder JR, 2002. Use of infrared thermography to detect 2 injections and palmar digital neurectomy in horses. *The Veterinary Journal*, 164(2), 129- 3 141.
- [28] Horohov D.W., Adams A.A., Chambers T.M., 2010. Immunosenescence of the Equine Immune System. *Journal of Comparative Pathology* 142:S78–S84, doi:10.1016/j.jcpa.2009.10.007..
- [29] Ireland J.L., Clegg P.D., McGowan C.M., Mckane S.A., Pinchbeck G.L., 2011. A cross-sectional study of geriatric horses in the United Kingdom. Part 1: Demographics and management practices. *Equine Veterinary Journal* 43:30–36, doi:10.1111/j.2042-3306.2010.00145.x.
- [30] Ireland J.L., McGowan C.M., Clegg P.D., Chandler K.J., Pinchbeck G.L., 2012. A survey of health care and disease in geriatric horses aged 30 years or older. *Vet J*;192:57-64.
- [31] Janczarek I., Stachurska A., Kędzierski W., Wilk I., 2013. Responses of horses of various 20 breeds to a sympathetic training method. *J Equine Vet Sci* 33(10), s. 794-801.
- [32] Janus D., Drabiszczak J., Zakrzewska A., 2005. The influence of weather on articular 18 complaints of patients with osteoarthritis. *Reumatologia/Rheumatology*, 43 (4), s. 201-205.
- [33] Jarvis N.G., 2009. Nutrition of the Aged Horse. *Veterinary Clinics of North America - Equine Practice* 25:155–166.
- [34] Jia K., Chen D., Riddle D.L., 2004. The TOR pathway interacts with the insulin signalling pathway to regulate *C. elegans* larval development, metabolism and lifespan. *Development*, 131:3897-906.
- [35] Jimenez A.G., Winward J, Beattie U, Cipolli W, 2018. Cellular metabolism and oxidative stress as a possible determinant for longevity in small breed and large breed dogs. *PLoS One*;13:e0195832.
- [36] Johnson P.J., Slight S.H., Ganjam V.K., Kreeger J.M., 2002. Glucocorticoids and laminitis in the horse. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 18, s. 219-236.
- [37] Józwiak P., Jaśkowski B. M., Józwiak A., Kosek W., Knapkiewicz P., Jakowski J. M., 2014. Kinematyczna ocena ruchu konia. *Med. Weterynaryjna* 70 (1), s. 30-35.
- [38] Kalisiak O., 2009. Diagnostic procedures for injuries and degenerative changes in equine stifle joint. *Życie Weterynaryjne* 84(3), Warszawa.
- [39] Kato T., Ohmura H., Hiraga A., Wada S., Kuwahara M., Tsubone H., 2003. Changes

- in heart 22 rate variability in horses during immersion in warm springwater. *American J Vet Res*, 64(12), s. 1482-1485.
- [40] Kędzierski W, Janczarek I, Stachurska A, Wilk I, 2017. Comparison of Effects of Different 25 Relaxing Massage Frequencies and Different Music Hours on Reducing Stress Level 26 in Race Horses. *J Equine Vet Sci*, 53, s. 100-107.
- [41] La Rovere M. T., Bigger Jr J. T., Marcus F. I., Mortara A., Schwartz P. J. 1998. ATRAMI 20 (Autonomic Tone and Reflexes After Myocardial Infarction) Investigators, 21 Baroreflex sensitivity and heart-rate variability in prediction of total cardiac mortality 22 after myocardial infarction. *The Lancet* 351 (9101), s. 478-484.
- [42] Malalana F., 2016. Ophthalmologic Disorders in Aged Horses. *Veterinary Clinics of North America - Equine Practice* 32:249–261, doi:10.1016/j.cveq.2016.04.004.
- [43] Marr C.M., 2016. Cardiac and Respiratory Disease in Aged Horses. *Veterinary Clinics of North America - Equine Practice* 32:283–300, doi:10.1016/j.cveq.2016.04.006..
- [44] Masini A., 2010. Equine-assisted psychotherapy in clinical practice. *J Psychos Nursing* 31 Mental Health Serv, 48(10), s. 30-34.
- [45] Mazan M.R., 2018. Lower Airway Disease in the Athletic Horse. *Veterinary Clinics of North America - Equine Practice* 34:443–460, doi:10.1016/j.cveq.2018.04.010.
- [46] McFarlane D., 2016. Immune Dysfunction in Aged Horses. *Veterinary Clinics of North America - Equine Practice*, doi:10.1016/j.cveq.2016.04.009.
- [47] McGowan C., 2011. Welfare of aged horses. *Animals* 1:366–376, doi:10.3390/ani1040366.
- [48] Mejdell C. M., Jørgensen G. H., Buvik T., Torp T., Bøe K. E., 2019. The effect of 30 weather conditions on the preference in horses for wearing blankets. *Applied Animal* 31 Behavior Science 212, s. 52-57.
- [49] Merritt, A.M., Bolton J.R., Cimprich R. 1975. Differential diagnosis of diarrhoea in horses over six months of age. *Journal of the South African Veterinary Association* 46:73–6.
- [50] Montano N., Porta A., Cogliati C., Costantino G., Tobaldini E., Casali K. R., Iellamo F., 2009. Heart rate variability explored in the frequency domain: a tool to investigate the 3 link between heart and behavior. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 33 (2), s. 71-80.
- [51] Morrison P.K., Newbold C.J., E. Jones E., Worgan H.J., Grove-White D.H., Dugdale A.H., Barfoot C., Harris P.A., Argo C.M., 2018. The Equine Gastrointestinal Microbiome: Impacts of Age and Obesity. *Frontiers in Microbiology*, doi:10.3389/fmicb.2018.03017.

- [52] Nicholls V.M., Townsend N., 2016. Dental disease in aged horses and its management. *Vet Clin Equine*, 32:215-27
- [53] Nussey D.H., Froy H., Lemaitre J., Gaillard J., Austad S.N., 2013. Senescence in natural populations of animals: widespread evidence and its implications for biogerontology. *Ageing Res Rev*, 12:214-25.
- [54] Paolisso G., Manzella D., Barbieri M., Rizzo M. R., Gambardella A., Varricchio M., 1999. Baseline heart rate variability in healthy centenarians: differences compared with 9 aged subjects (> 75 years old). *Clinical Science* 97 (5), 579-584.
- [55] Paradis M.R., 2002. Demographics of health and disease in the geriatric horse. *Vet Clin N Am Equine Pract*;18:391-401.
- [56] Paradis M.R., Acvim D., 2013. Maintaining the Health of Aged Horses: Practical Tips for the Equine Practitioner. *Proceedings of the 59th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners* 59.
- [57] Parenti L., Foreman A., Meade B.J., Wirth O., 2013. A revised taxonomy of assistance animals. *Journal of Rehabilitation Research and Development* 50:745–756, doi:10.1682/JRRD.2012.11.0216.
- [58] Phillips F., 2003. Nutrition for healthy ageing. *Nutrition Bulletin* 28:253–263, doi:10.1046/j.1467-3010.2003.00365.x.
- [59] Piccirillo G., Bucca C., Bauco C., Cinti A. M., Michele D., Fimognari F. L., Marigliano V., 1998. Power spectral analysis of heart rate in subjects over a hundred 12 years old. *International journal of cardiology* 63(1), s. 53-61
- [60] Randall W.L., Kenyon G.M., 2004. Time, story, and wisdom: emerging themes in narrative gerontology. *Can J Aging*, 23:333-46
- [61] Richeson R.N, 2003. Effects of animal-assisted therapy on agitated behaviors and social interactions of older adults with dementia. *Am J Alzheimers Dis Other Demen*, 11:353-8.
- [62] Richter A., Hamann M., Wissel J., Volk H.A., 2015. Dystonia and paroxysmal dyskinesias: Under-recognized movement disorders in domestic animals? A comparison with human dystonia/paroxysmal dyskinesias. *Frontiers in Veterinary Science* 2, doi:10.3389/fvets.2015.00065.
- [63] Ross M.W., Dyson S.J., 2003. *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*, doi: 10.1016/B978-0-7216-8342-3.X5001-3.
- [64] Salamon E., Kim M., Beaulieu J., Stefano G.B., 2003. Sound therapy induced relaxation: down 8 regulating stress processes and pathologies. *Med Sci Monito*, 9(5), RA96-RA0.

- [65] Sarbassov D.D., Guertin D.A., Ali S.M., Sabatini D.M., 2005. Phosphorylation and regulation of Akt/PKB by the rictor-mTOR complex. *Science*, 307:1098-101
- [66] Shimizu K., Arai Y., Hirose N., Yonemoto T., Wakida Y., 2002. Prognostic significance of heart rate variability in centenarians. *Clinical and Experimental Hypertension* 24 (1-2), 91-97.
- [67] Simpson D.M., Wicks R., 1988. Spectral analysis of heart rate indicates reduced baroreceptor-related heart rate variability in elderly persons. *J Geront* 1988, 43(1), 11 M21-M24
- [68] Stachurska A, Janczarek I, Wilk I, Kędziński W. Does music influence emotional state in race horses?. *J Equine Vet Sci* 2015, 35(8), 650-656.
- [69] Strzelec, K., M. Liss, K. Jaroszyńska, I. Janczarek, i K. Górski. 2017. Schorzenia ortopedyczne koni wyścigowych i sportowych.
- [70] Tarvainen M. P., Niskanen J. P., Lipponen J. A., Ranta-Aho P. O., Karjalainen, P. A., 2014. Kubios HRV–heart rate variability analysis software. *Computer methods and programs in biomedicine* 113 (1), 210-220.
- [71] Timiras, P.S. 2007. Old age as a stage of life: Common terms related to aging and methods used to study aging.
- [72] Thompson A.M., Martin K.A., Rzucidlo E.M., 2014. Resveratrol induces vascular smooth muscle cell differentiation through stimulation of SirT1 and AMPK. *PLoS One* 9:e85495
- [73] Timney B., Macuda T., 2001. Vision and hearing in horses. *J. American Vet. Med Association* 18, 218(10), 1567-1574.
- [74] Trauger-Querry B., Haghghi K.R., 1999. Balancing the focus: art and music therapy for pain control and symptom management in hospice care. *Hosp J.* 14(1), s. 25-38.
- [75] du Toit N., 2013. The gold standard of dental care the geriatric horse. *Vet Clin Equine*;29:521-7
- [76] Turner, T. A., 2001. Diagnostic thermography. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* 17 (1), s. 95-114.
- [77] Vanderperren K., Gielen I., Van Caelenberg A., Van der Vekens E., Raes E.V., Hauspie S., 2012. Appearance of bony abnormalities at the dorsal aspect of the fetlock joint in geriatric cadaver horses. *Vet J*;193:129-34.
- [78] Wang H.Y., Lin Z.L., Yu X.F., Bao Y., Cui X.S., Kim N.H., 2016. Computational prediction of Alzheimer's and Parkinson's disease MicroRNAs in domestic animals. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 29:782–792. doi:10.5713/ajas.15.0413.
- [79] van Weeren P.R., 2016. Back W. Musculoskeletal disease in aged horses and its

- management. *Vet Clin Equine*;32:229-47.
- [80] Wiśniewska, M., Janczarek I., Piwczyński D., 2019. The Aging Phenomenon of Horses With Reference to Human–Horse Relations. *Journal of Equine Veterinary Science* 73. doi:10.1016/j.jevs.2018.11.005.
- [81] Wojtecka J., Albera-Łojek A., Łojek J., 2018. Masaż i stretching w treningu i rehabilitacji koni. *Wiadomości Zootechniczne R. LVI*, 1:108-123.
- [82] Wysocka B., Kluciński W., 2014. Usefulness of the assessment of discharge accumulation in the lower airways and tracheal septum thickening in the differential diagnosis of recurrent airway obstruction (RAO) and inflammatory airway disease (IAD) in the horse. *Polish Journal of Veterinary Sciences* 17:247–253. doi:10.2478/pjvs-2014-0035.
- [83] Yang Z., Lei Z., Li B., Zhou Y., Zhang G.M., Feng Z.H., Zhang B., Shen G.X., Huang B., 2010. Rapamycin inhibits lung metastasis of B16 melanoma cells through down-regulating alpha integrin expression and up-regulating apoptosis signaling. *Cancer Sci*;101:494-500.
- [84] Zajączkowski S., Zajączkowski M., Kosiński A., Grzybiak M., Wierzba T.H., 2014. Ocena zmienności rytmu serca (HRV) w zaawansowanym wieku. *Geriatrics*; 8:232-239.
- [85] Zulfiqar U., Jurivich D. A., Gao W., Singer D. H., 2010. Relation of high heart rate 26 variability to healthy longevity. *The American journal of cardiology* 105 (8), 1181-1185.
- [86] <https://www.getpaint.net>, 2019
- [87] <https://qgis.osgeo.org>, 2019
- [88] SAS Institute Inc. *CNU SAS user’s guide statistics: version 9.1.3*. Cary NC; 2003.

10. STRESZCZENIE

Metody poprawy jakości życia koni geriatrycznych

Mgr inż. Marcjanna Ratz

Słowa kluczowe: konie/geriatria/ jakość życia/muzyka/derki

Na podstawie przeglądu piśmiennictwa dotyczącego koni geriatrycznych można stwierdzić, że utrzymywanie tego typu zwierząt przy życiu jest uzasadnione z wielu powodów. Poza wartością sentymentalną, stanowią one rezerwuar doświadczonych i zarazem bezpiecznych osobników, które mogą być z powodzeniem użytkowane w nauce jeździectwa i hipoterapii. Wykorzystywane są również jako modele badawcze w geriatrii człowieka. Jednakże, utrzymanie koni geriatrycznych w dobrostanie jest trudne ze względu na trapiące je dolegliwości zdrowotne i ciężkie choroby wynikające z procesu starzenia się organizmu. Fakt ten nakłania do konieczności poszukiwania nieinwazyjnych i równocześnie prostych metod poprawy jakości ich życia.

Przyjęto zatem hipotezę, że jakość życia koni geriatrycznych można poprawić stosując zmodyfikowane metody relaksacyjne przeznaczone dla ludzi, czyli m.in. obniżające pobudliwość emocjonalną, jak również poprawiające komfort termiczny organizmu. Nadrzędnym celem rozprawy było zatem określenie miejsca koni geriatrycznych we współczesnym świecie, scharakteryzowanie najczęściej występujących problemów z ich zdrowiem wraz z profilaktyką prozdrowotną, a następnie opracowanie nowatorskich metod polowych służących poprawie jakości ich życia. W skład cyklu publikacji rozprawy doktorskiej weszły dwie prace o charakterze eksperymentalnym i jedna przeglądowa. W pracach eksperymentalnych przebadano łącznie 44 gorącokrwiste konie geriatryczne. Zastosowano dwie niezależne procedury doświadczalne, w trakcie których koniom odtwarzano specjalnie skomponowaną muzykę relaksacyjną, jak również stosowano trzy rodzaje derek ocieplających. Przeprowadzono pomiary częstości i zmienności rytmu serca: HR i HRV (mierniki Polar Electro Oy RS800 CX, program Polar Pro Trainer 5.0. i Kubios HRV 2.0.), temperatury wewnętrznej i powierzchniowej ciała (termometr weterynaryjny SC 12, kamera termowizyjna *Thermal* (aparatury fotograficznej *Canon EOS500*, program *Paint.NET 4.0.21*, program *Quantum GIS*). Uzyskane dane analizowano statystycznie w programie SAS za pomocą aplikacji *Enterprise* artykułach naukowych. Na podstawie badań własnych

stwierdzono, że muzyka relaksacyjna wywołała pozytywny wpływ na pobudliwość emocjonalnej koni poprzez obniżenie parametrów HR i HRV. Terapia ta stosowana w codziennych sesjach kilkugodzinnych wpływa pozytywnie, ale tylko doraźnie na relaksację koni geriatrycznych już po tygodniu od rozpoczęcia sesji. Efekt ten przemija po kolejnych dwóch - trzech tygodniach terapii. Stosowanie derek w porze zimowej wywiera natomiast głównie pozytywny wpływ na wzrost temperatury powierzchniowej ciała koni geriatrycznych. Najlepsze efekty przynosi używanie grubych derek zimowych wpływające na wzrost temperatury wewnętrznej, wydłużenie kroku w kłusie oraz ogólną poprawę witalności organizmu, o czym świadczy odnotowany wzrost aktywności autonomicznego układu nerwowego. Publikacje nt. koni geriatrycznych wskazują, że ich utrzymanie wiąże się nie tylko ze względami emocjonalnymi człowieka, ale też posiada szerokie spektrum zastosowania praktycznego jako zwierzęta modelowe w badaniu procesu starzenia się człowieka oraz poprawie jakości życia ludzi z problemami natury fizycznej i psychicznej. Jednakże, liczne schorzenia i dolegliwości koni geriatrycznych nakładają do konieczności ciągłego poszukiwania metod utrzymania ich w jak najlepszym zdrowiu.

11. ABSTRACT

Methods for improving quality of life in geriatric horses

Marcjanna Ratz, MSc.

Key words: horses; geriatrics; quality of life; music; blankets

Based on the review of the literature about geriatric horses, it can be concluded that keeping this type of animals alive is justified for many reasons. In addition to their sentimental value, they constitute a reservoir of experienced and safe individuals that can be successfully used in the science of horse riding and hippotherapy. They are also used as research models in human geriatrics. However, keeping geriatric horses in good health is difficult due to their health problems and severe diseases resulting from the aging process. This fact prompts the need to look for non-invasive and, at the same time, simple methods to improve the quality of their lives.

The hypothesis was accepted that the quality of life of geriatric horses can be improved by using modified relaxation methods designed for humans, i.e. decreasing emotional excitability as well as improving thermal comfort of the body. The primary goal of the dissertation was to determine the place of geriatric horses in the modern world, characterize the most common problems with their health along with pro-health prevention, and then develop innovative field methods to improve their quality of life. The dissertation included two experimental and one review papers. A total of 44 hot-blooded geriatric horses were studied in the experimental work. Two independent experimental procedures were applied during which especially composed relaxation music was played to the horses and three types of warming blankets were used. Heart rate and heart rate variability: HR and HRV were measured (meters Polar Electro Oy RS800 CX, software Polar Pro Trainer 5.0. and Kubios HRV 2.0.), internal and superficial body temperature (veterinary thermometer SC 12, thermal imaging camera Thermal Imagers Ti9 FLUKE, software SmartView 4.1.) and measurements of horses' stride length at trot and walk (camera Canon EOS500, software Paint.NET 4.0.21, software Quantum GIS). The obtained data were statistically analysed in SAS software using Enterprise Guide 9.4. The review papers, on the other hand, were based on the contents of 193 scientific articles. On the basis of own study it was found that

relaxation music caused positive effect on emotional excitability of horses by lowering HR and HRV parameters. This therapy applied in daily sessions of several hours has a positive but only temporary effect on relaxation of geriatric horses already after a week from the beginning of the sessions. This effect disappears after another two to three weeks of therapy. The use of blankets in winter has mainly a positive effect on increasing the external body temperature of geriatric horses. The best results are obtained with thick winter blankets which increase internal body temperature, extend the stride at the trot and generally improve body vitality as evidenced by an increase in autonomic nervous system activity. Publications on geriatric horses indicate that their maintenance is not only related to human emotional concerns, but also has a wide range of practical applications as model animals for studying the human aging process and improving the quality of life of people with physical and mental problems. However, the numerous diseases and ailments of geriatric horses make it necessary to constantly search for methods to keep them in the best possible health.

12. ZAŁĄCZNIKI

12.1. KOPIE ARTYKUŁÓW NAUKOWYCH STANOWIĄCYCH CYKL PUBLIKACJI ROZPRAWY DOKTORSKIEJ



Review Article

The Aging Phenomenon of Horses With Reference to Human–Horse Relations

Marcjanna Wiśniewska^a, Iwona Janczarek^{b,*}, Dariusz Piwczyński^c^a Department of Animal Science, Faculty of Animal Breeding and Biology, University Science and Technology, Bydgoszcz, Poland^b Department of Horse Breeding and Use, Faculty of Biology, Animal Sciences and Bioeconomy, University of Life Sciences in Lublin, Lublin, Poland^c Department of Biotechnology and Animal Genetics, Faculty of Animal Breeding and Biology, University Science and Technology, Bydgoszcz, Poland

ARTICLE INFO

Article history:

Received 12 July 2018

Received in revised form

14 November 2018

Accepted 15 November 2018

Available online 22 November 2018

Keywords:

Aging

Geriatric

Horses

Human

Relationships

ABSTRACT

This article presents an overview of the literature on aging in the context of human–horse similarities and describes the role of animal models in the study of human geriatrics. For any given comparative aging study, the choice of a specific animal species is based on the physiological and pathophysiological resemblance of the aging process in animals and humans. In horses, the physique of the body, the course of the aging process, and the spectrum of naturally occurring diseases are similar to those in humans. Although the horse is not a laboratory animal, aging horses are a relatively numerous, which allows for geriatric studies on diseases with a similar course as in humans, for example, diabetes or polysaccharide storage myopathy. The potential benefits are two-pronged as some of the developments in human medicine can also be implemented in equine therapy. Moreover, aged horses can be used in hippo-therapy for elderly people. In the near future, horses may be able to help extend the human lifespan or at least diminish the consequences of aging.

© 2018 Elsevier Inc. All rights reserved.

1. Introduction

The body ages from birth because of progressive physiological changes. In a medical sense, aging represents the sum of biological changes, organ wear, and decreased cellular regeneration capacity. Moreover, the metabolic rate drops, metabolic disorders start to develop, and the functionality of the immune system is diminished, which triggers the production of antibodies that destroy the body's own tissues. At that point, the activity of the nervous system is reduced [1], which is accompanied by progressive degenerative lesions in the anatomical and functional systems and gradual and progressive motor and postural dysfunctions [2]. In addition to these biological aspects, aging also influences the cognitive, emotional, and social aspects of a human being. Although the changes accompanying the aging process are defined, its course in

individuals is very idiosyncratic and unpredictable, being determined by numerous interactions between environmental factors and living organism [3–6].

In recent years, studies on the causes of aging have been considered ground-breaking as they have delivered much information explaining how the aging process is regulated [7]. For example, one of the most spectacular discoveries was that rapamycin, an antibiotic, inhibits the action of mammalian target of rapamycin (mTOR), that is threonine-serine kinase, which is a growth factor and cell proliferation factor and, at the same time, suppresses autophagy, namely intracellular degradation of damaged cellular fragments [8]. The inhibition of mTOR enhances the vitality of yeasts, nematodes, and flies by maintaining the cells' capacity for autophagy [9–11].

Similar processes have been reported in vertebrates [12]. This discovery has enabled physicians to slow the progression of progeria (a rare genetic disease causing accelerated aging of the body) and Cockayne syndrome (inability to repair damaged DNA) [13,14]. Using the mouse as a model organism in studies on deacetylase expression (sirtuin; Sir2), an enzyme found in the nuclei and responsible for gene transcription was initially controversial yet eventually was hugely successful. It was proven that resveratrol, a substance found in grape peel and wine, demonstrated a Sir2-activating effect, inhibiting aging processes and extending the life

Animal welfare/ethical statement: Animal care and experimental procedures were in accordance with the European Committee Regulations on Protection of Experimental Animals and were approved by the Local Ethic Review Committee for Animal Experiments (reference no. 78/2012).

Conflict of interest statement: The authors report no conflicts of interest. The authors alone are responsible for the content and writing of this article.

* Corresponding author at: Iwona Janczarek, Department of Horse Breeding and Use, University of Life Sciences in Lublin, Akademicka 13, Lublin 20-950, Poland.

E-mail address: iwona.janczarek@up.lublin.pl (I. Janczarek).

of tested mice [15]. In subsequent studies, it was found that resveratrol showed an analogical effect in other animal species, including primates [14,16].

These studies prompted a series of clinical trials in humans. However, ethical issues and many other factors complicating the role of humans in trials mean that model organisms are still the basis of research on aging processes. The choice of a specific animal species is based on its physiological and pathophysiological resemblance to the human body [17]. The availability and ease of using the animals in laboratory studies also play a role. Because of their small body size, high reproduction index, and low price, mice and rats are most often used in laboratories, with pigs, dogs, and monkeys being used less commonly. Tests carried out with small animals are obviously much easier and cheaper than those with large animals, and therefore, such experiments form the basis of the majority of laboratory studies [18,19].

Rodents are the most popular model species, and they led the way for further geriatric research with special reference to genetics and dietetics [20]. Inbred mice lines are the most widely used models in studies on aging and associated diseases. The genetic similarities between individuals minimizes confounding factors, yet some strains show only a limited degree of pathology. For instance, the C57BL/6 mouse line that has been used in 70% of studies to date demonstrates a high incidence of lymphoma and increased metabolic dysregulation, which may generate confusing findings [21]. Rats are used in studies on cardiovascular diseases, neurologic disorders, neurobehavioral pathologies, and susceptibility to cancer or kidney diseases [20]. Especially, inbred lines such as Fischer 344 or F1 hybrids are used. Fischer 344 rats are used as models in progressive aortic vasculopathy because of the aging process. Of all rodents, the naked mole rat lives the longest and is used in neurologic and physiological studies [20]; not infrequently, they live up to 30 years. At around 24 years of age, visible signs of aging start to appear, such as muscle loss, and these have a similar course as in humans [22]. The rhesus macaque is probably the most suitable model for investigating the aging process [20]. Thanks to their close resemblance to humans, these monkeys are used in biomedical studies, including genetic, endocrine, physiological, and neuroanatomical trials [23]. Unfortunately, the husbandry costs together with the need for sophisticated medical care largely limit their application as model animals.

Although primates and rodents have generated much information on the aging process, alternative models are quite often used for testing current hypotheses [20,23]. Species-specific features may influence the results and interpretation of data. First and foremost, lifespan is a species-specific feature. In short-living species, the aging process is more intense, and its signs are exponentially visible [24]. Longer living animals generally have a lower resting metabolic rate per gram of body weight (BW) than individuals that have a shorter lifespan [24]. In dog, studies of the impact of BW and breed on the aging process have demonstrated that representatives of larger breeds lived for a much shorter period than small dog breeds, and that high BW was inversely associated with the lifespan [25]. Similar patterns are seen in horses.

Small and primitive horses live much longer than large warm-blood horses, such as Thoroughbreds [26,27]. Furthermore, in contrast to rodents, age-induced neurodegeneration is mostly found in dogs, cats, and horses. Therefore, these species might be useful in studies on decreased cognitive functions, gout prevalence, kidney diseases, and sarcopenia caused by aging [28–32]. The physique of the equine body, course of aging, and spectrum of naturally occurring diseases are similar to those seen in human, suggesting that horses can be used as a model species for human geriatrics [17]. Although horses are companion, not laboratory animals, the population of older horses is increasing [17], providing

opportunity to study this group of animals. Therefore, the aim of this article was to present an overview of the literature on aging in the context of human–horse relations.

2. Geriatric Horses

The modern human being strives to achieve longevity and maintain the best health status possible; moreover, they now extend these goals to their companion animals [33]. The definition of “senescence” has not been clearly defined so far. The age at which an animal is classified as old can be defined in various ways, including physiological or functional age and chronological age [34]. Physiological age can differ between horses and depends on their genetic, use, and environmental conditions [35]. Generally, demographic old age is defined from the age at which there is less than 75% survivorship of the population and very old age where there is less than 25% of the population [35,36]. Despite great knowledge of veterinary medicine, it is not possible to unequivocally determine when a horse reaches full maturity and when it getting old. This is because of the fact that aging is a continuous and time-spanning process, yet it is conditioned by the environment, including the breed of the animal species [37]. The concept of “mature” is commonly used to describe animals that have fully completed their physical and mental development [38]. Horses aged older than 5 years of age considered fully physically mature. Based on scientific research, 5-year-olds of all breeds have a fully built skeleton, the basic muscle groups, and dentition, and they maintain balance while in motion [39].

Unfortunately, at that time they are not at all experienced as working animals, mainly because of their emotional immaturity and lack of training [38]. Over time, the horse gains experience and develops its predispositions, for example, by training and contact with humans and new surroundings, but this sometimes takes many years [22]. Nevertheless, the term “mature” is commonly used to describe horses aged 5–15 years [39]. Horses aged 15 years and older are called “geriatric” by some researchers [27,33,35,40–49]; however, some others use the term “geriatric” or “aged” for horses that have crossed the age of 16 years [50,51] or even 20 years [19,39,52–57]. Horses aged 30 years and older are commonly classified as “very old” [33,55]. When assigning an animal to one of the previously mentioned categories, the physiological status should also be considered; this is influenced by genetic predispositions, individual features, and type of work performed.

The first noticeable signs of aging are seen in horses at around 15 years of age and predominantly during eating [46,58,59]. This is because of changes to the dentition and resulting difficulties in chewing; thus, dental prophylaxis is critically important in this period of life as a lack thereof causes weight loss and consequently deteriorations in condition because of lower food intake [46,59]. An easily digestible diet satisfying all requirements of the body is also important [39]. Horses aged older than 15 years are often affected with many diseases associated with old age [41,42,47]. In addition to ailments caused by their deteriorating condition and previous injuries and diseases, these horses have a reduced immunity to infectious diseases [19,60] because the proliferative capacity of lymphocytes decreases with age, along with a shortening of telomere length [17,61,62]. Age-related changes in lymphocyte DNA also manifest in oxidative DNA damage, estimated via an increased oxoguanine count, which blocks RNA transcription [63]. Sister chromatid exchange, an indicator of DNA repair insufficiency and mutagen sensitivity, measured with the use of bleomycin-induced chromatid break tests, increase with horse age, as well [63].

Moreover, in old horses, reduced excitability, disturbed concentration, and decreased reactions to the environment are seen,

physical strength is reduced, and movements become slower. These dysfunctions are accompanied by decreased BW and degenerative changes in the joints [48,49,53]. A significant reduction in motor functions in horses can be delayed with physical exercises that are most often similar to exercises for humans [27,53]. It is well known that senior horses lose muscle mass. Nevertheless, sarcopenia in horses does not follow from a decrease in muscle protein synthesis; however, the activity of ribosomal protein S6 kinase (S6K1) included in mTOR decreases in old horses [64]. The other diseases seen in geriatric horses are a susceptibility to colic [50–52], cardiac diseases [44], tumors [65,66], ocular abnormalities [54], and metabolic dysfunctions [39–42,47].

On the other hand, despite the fact that with age the liver becomes smaller and its capacity to eliminate metabolic by-products can be reduced, liver disorders are not a problem in geriatric horses [50,51,67]. Also, the problems with respiratory tract are related rather to the disease process and not directly to the age [57].

The main reason for analyzing the aging process in horses is that horses aged older than 15 years constitute a significant part of the entire population and may require physiotherapy, rehabilitation, diet supplementation, and treatment that incorporates changing physiological conditions, chronic diseases, and quite often the need for lifelong care [33]. As the number of old horses is increasing, knowledge of geriatrics is becoming more and more useful in veterinary practice [35–60].

3. Role of Geriatric Horses in the Field of Science

In his article on biogerontology, Nussey referred to studies that are carried out on natural populations of animals [5]. In his opinion, observing the aging process under laboratory conditions in animals with a short lifespan is insufficient. Research on the aging process performed under natural conditions may only provide reliable results, which will be useful for expanding the lifespan of humans and animals. Long-living species are thus predisposed for the development of all geriatrics studies [21].

Importantly, a comparison of the basis of physiology of horses and humans reveals significant similarities, which allows for the transfer of knowledge about their body functions [68]. For example, various neurodegenerative processes similarly develop with age in human and horse. In both species, age pigment (lipofuscin) progressively accumulates in neurons [69]. Lipofuscin-overloaded lysosomes are unable to cope with oxidative stress, which increases lipid peroxidation, impairing other life functions of the cell [70]. Another disorder, gliosis, also occurs in aging humans and horses [69]. Glial cells surround neurons to supply oxygen and nutrients and support neurotransmission, so their hypertrophy induces numerous neuronal disorders. Calcification of blood vessels in the brain also develops with age in both species [71]. Conversely, other disorders of central nervous system in humans, such as hyalinosis of vessel walls and deposition of β -amyloid in the brain, have not been found in horses [69]. Therefore, the horse cannot be an ideal model to study the neurodegeneration process [69,71]. Nevertheless, horses and humans show a tendency to gain weight and become obese with age, which induce an imbalance of hormones [72]. Adipose tissue plays an endocrine role manifested by releasing numerous adipokines, such as adiponectin, leptin, and others [73]. In horses, inactivity, obesity, and hyperleptinemia lead to the development of equine metabolic syndrome (EMS), a risk factor for laminitis and insulin resistance [74]. Equine metabolic syndrome causes local deposition of fat tissue, and the accompanying insulin resistance results from increased insulin production to maintain blood glucose level within the reference range in affected animals [74,75]. Horses with EMS are suitable model animals for studies of human diabetes [76]. Humans with symptoms similar to those

horses affected with EMS are at risk of developing diabetes or cerebral infarction, yet in EMS-affected horses, diabetes does not develop [74]. According to Ertelt et al. [76], because of this incongruity, studies on the prediabetic stage in horses may generate new methods for treating obesity and secondary insulin resistance in humans. Cushing disease is another example of an endocrine disorder characteristic of older humans and horses. Affected individuals show weight gain, abdominal obesity, excessive hair, and excess sweating induced by the extended impact of significantly higher plasma cortisol concentration. These symptoms are caused by the overproduction of cortisol by a tumor of the adrenal glands or by the overproduction of adrenocorticotrophic hormone by a pituitary adenoma [77]. Aging and obesity in both humans and horses also lead to an increase in the gene expression of proinflammatory cytokines, like tumor necrosis factor α and interleukin 6, which induce chronic low-grade inflammatory state [17,61,78].

One of the effects of chronic inflammation may be the development of osteoarthritis, which is another age-related disease [79]. The ability of cartilage to express genes, synthesize prostaglandin, and, especially synthesize collagen decreases with age [80–83]. In contrast, hyaluronan content and the heterogeneity of proteoglycan size increase with advancing age [84], whereas the amount of unsulfated disaccharides in chondroitin decreases with age, but significantly increases in degenerative cartilage [85].

A similar genome is another and possibly the most important physiological feature common to humans and horses [86]. With more than 90 hereditary conditions, which are similar in horses and humans, horses may be used as a model species for human disorders [86]. An example is a polysaccharide storage myopathy disease caused by a mutation in the GYS1 gene that triggers disruption in glycogen synthesis [87,88]. Affected horses produce excessive amounts of the enzyme that transforms glucose into glycogen and accumulate it in the muscles [88]. The disease presents with muscle pains and muscle wasting with resulting lameness and gait abnormalities. The discovery of the GYS1 mutation and the mechanism of action of this disease in horses contributed to the development of studies in other species, including humans [87,88]. Other example is osteochondrosis, a genetic disturbance in the process of endochondral ossification, which is common in humans, horses, and other domestic animals; however, it is not related to aging [89]. Similarly, horses and humans have a number of muscle disorders, which share similar features, however, are not related with aging [90].

Almost all the previously discussed disorders develop in a similar way in humans and horses; therefore, horses can be used as an animal models, and the knowledge of their treatment can be used for both species. Nonetheless, the use of horses for scientific and medical purposes may sometimes not only reduce their welfare but also bring them immense suffering.

A typical example is using estrogen derived from pregnant mare urine to manufacture drugs used in menopausal therapies in women [91]. Because of the excessively invasive method of urine collection from mares, synthetic and organic alternatives have started to be produced, and these do not require such drastic approaches to obtain the hormone; however, great demand for Premarin has triggered the increased production of mare estrogen in China and Canada [92].

4. Social Benefits Arising From Keeping Old Horses

Questions on the rationale behind keeping old animals are becoming more and more rhetoric in nature. In the case of small animals, people are often simply sentimental. A dog or a cat is perceived as a friend and family member whose company is desired for as long as possible without it suffering [93]. With larger animals

such as horses, valuable working experience gained by an animal throughout its life may be a motivating factor or they may be thought of as companion animals, especially because they increasingly live for more than 30 years [33,45].

Two aging sporting horses, namely Glory Road (15 years) and Lampart (aged 18 years), were used in a therapeutic initiative called Healing America's Heroes, which was dedicated to veterans and their families in New Mexico [94]. When the program was completed, two benefits became obvious. It was noted that the experience and calm nature of an animal subconsciously has a positive impact on the mental health of patients [94]. Elderly people associate themselves in a sense with old horses, putting more trust in them and thereby eliminating the feeling of social isolation [94]. It was also found that contact with horses reduced the level of stress in people and helped those struggling with depression [95,96]. Old horses are successfully used in therapies for people suffering from psychomotor disorders [97]. However, it should be kept in mind that, apart from their emotional value, the use of old horses in scientific research is also justified.

5. Human–Animal Relation: Benefits for Horses

The use of animals, including horses, for scientific purposes has led to the establishment of many animal rights protection societies [98]. The policies of such associations, which actively counteract animal suffering, have changed public opinion and society has started to see animals not only as objects but also primarily as emotional and sensitive beings [98]. Animals have become friends and provide company in common activities and, thanks to their uncomplicated nature, they have also become therapists for humans both at the mental and physical levels. At the end of the 20th century, a new concept arose giving animals equal status with humans [99]. Professional nutrition and training methods for sporting animals and treatments and physiotherapy for diseased or old animals have been developed [68]. Animal physiotherapy has been popularized; and in fact, this is another example of mutual transfer of knowledge and practical skills between people and animals. The goal of animal physiotherapy is to alleviate stress and accelerate the recovery of the body after accidents, surgical procedures, obesity, and age-related morbidities [68,100,101]. Physiotherapeutic treatments for animals may be successfully used both in small and large species, including horses [100,101]. Aside from injured animals, such procedures can be applied to old animals.

Other studies and treatment approaches for naturally occurring diseases in humans, such as arthritis or neoplasms, may also be used in equine medicine [68]. Stem cell and platelet treatments are administered for musculoskeletal diseases, for example, arthritis or ligament ruptures, and are useful therapeutic methods in horses [102,103]. The pathogenesis and course of the diseases in horses and humans are similar, and in both species, stem cells are derived from fat tissue, bone marrow, or platelet-rich plasma [104]. Nowadays, such therapies are less popular in humans than in horses, which may result from the requirements for transport and storage of stem cells specified by the American Food and Drug Administration. Nevertheless, this method is becoming popular and brings the desired results both in humans and horses [82].

In summary, the use of animals, especially horses, in human society, merits giving them special attention. Horses provide a convenient model for noninvasive observations of the aging process, which may in turn help extend the lifespan of humans or at least alleviate the consequences of aging. The benefits of keeping geriatric horses entirely justifies taking actions that will maintain such animals in good mental and physical condition for the longest time possible.

References

- [1] Bertone JJ. In: Equine geriatric medicine and surgery, 22. St. Louis, USA: Saunders Elsevier; 2006. p. 157–62.
- [2] Butler KD, Hintz HF. Effect of level of feed intake and gelatin supplementation on growth and quality of hoofs of ponies. *J Anim Sci* 1977;44:257–61.
- [3] Richeson RN. Effects of animal-assisted therapy on agitated behaviors and social interactions of older adults with dementia. *Am J Alzheimers Dis Other Demen* 2003;11:353–8.
- [4] van Beek J, Kirkwood T, Bassingthwaite JB. Understanding the physiology of the ageing individual: computational modelling of changes in metabolism and endurance. *Interface Focus* 2016;6:20150079.
- [5] Nussey DH, Froy H, Lemaitre J, Gaillard J, Austad SN. Senescence in natural populations of animals: widespread evidence and its implications for biogerontology. *Ageing Res Rev* 2013;12:214–25.
- [6] Halfon N, Larson K, Lu M, Tullis E, Russ S. Lifecourse health development: past, present and future. *Matern Child Health J* 2014;18:344–65.
- [7] Peek SF, Divers TJ. Medical treatment of cholangiohepatitis and cholelithiasis in mature horses: 9 cases (1991–1998). *Equine Vet J* 2000;32:301–6.
- [8] Yang Z, lei Z, Li B, Zhou Y, Zhang GM, Feng ZH, Zhang B, Shen GX, Huang B. Rapamycin inhibits lung metastasis of B16 melanoma cells through down-regulating alpha integrin expression and up-regulating apoptosis signaling. *Cancer Sci* 2010;101:494–500.
- [9] Alarcon CM, Heitman J, Cardenas ME. Protein kinase activity and identification of a toxic effector domain of the target of rapamycin TOR proteins in yeast. *Mol Biol Cell* 1999;10:2531–46.
- [10] Zhang H, Stallock JP, Ng JC, Reinhard C, Neufeld TP. Regulation of cellular growth by the Drosophila target of rapamycin dTOR. *Genes Dev* 2000;14:2712–24.
- [11] Jia K, Chen D, Riddle DL. The TOR pathway interacts with the insulin signalling pathway to regulate C. elegans larval development, metabolism and lifespan. *Development* 2004;131:3897–906.
- [12] Sarbassov DD, Guertin DA, Ali SM, Sabatini DM. Phosphorylation and regulation of Akt/PKB by the rictor-mTOR complex. *Science* 2005;307:1098–101.
- [13] Blagosklonny MV. Progeria, rapamycin and normal aging: recent breakthrough. *Aging (Albany NY)* 2011;3:685–91.
- [14] Catalgol B, Batirel S, Taga Y, Ozer NK. Resveratrol: French paradox revisited. *Front Pharmacol* 2012;3:141.
- [15] Baur JA, Pearson KJ, Price NL, Jamieson HA, Lerin C, Kalra A, Prabhu VV, Allard JS, Lopez-Lluch G, Lewis K, Pistell PJ, Poosala S, Becker KG, Boss O, Gwinn D, Wang M, Ramaswamy S, Fishbein KW, Spencer RG, Lakatta EG, Le Couteur D, Shaw RJ, Navas P, Puigserver P, Ingram DK, de Cabo R, Sinclair DA. Resveratrol improves health and survival of mice on a high-calorie diet. *Nature* 2006;444:337–42.
- [16] Thompson AM, Martin KA, Rzcudlo EM. Resveratrol induces vascular smooth muscle cell differentiation through stimulation of SirT1 and AMPK. *PLoS One* 2014;9:e85495.
- [17] Hansen S, Baptiste KE, Fjeldborg J, Horohov DW. A review of the equine age-related changes in the immune system: comparison between human and equine aging, with focus on lung-specific immune-aging. *Ageing Res Rev* 2015;20:11–23.
- [18] Borisov AB. Regeneration of skeletal and cardiac muscle in mammals: do nonprimate models resemble human pathology? *Wound Repair Regen* 1999;7:26–35.
- [19] Randall WL, Kenyon GM. Time, story, and wisdom: emerging themes in narrative gerontology. *Can J Aging* 2004;23:333–46.
- [20] Taylor A. Animals and ethics. Ontario, Canada: Broadview Press; 2003. p. 35.
- [21] Regan T. The case of animal rights. Berkeley: University of California Press; 1983. p. 13–26.
- [22] Edrey YH, Hanes M, Pinto M, Mele J, Buffenstein R. Successful aging and sustained good health in the naked mole rat: a long-lived mammalian model for biogerontology and biomedical research. *ILAR J* 2011;52:41–53.
- [23] Simmons HA. Age-associated pathology in rhesus macaques (Macaca mulatta). *Vet Pathol* 2016;53:399–416.
- [24] Duarte LC, Speakman JR. Low resting metabolic rate is associated with greater lifespan because of a confounding effect of body fatness. *Age (Dordr)* 2014;36:9731.
- [25] Jimenez AG, Winward J, Beattie U, Cipolli W. Cellular metabolism and oxidative stress as a possible determinant for longevity in small breed and large breed dogs. *PLoS One* 2018;13:e0195832.
- [26] Ireland JL. Demographics, management, preventive health care and disease in aged horses. *Vet Clin Equine* 2016;32:195–214.
- [27] Brosnahan MM, Paradis MR. Demographic and clinical characteristics of geriatric horses: cases (1989–1999). *J Am Vet Med Assoc* 2003;223:93–8.
- [28] Alini M, Eisenstein SM, Ito K, Little C, Kettler AA, Masuda K, Melrose J, Ralphs J, Stokes I, Wilke HJ. Are animal models useful for studying human disc disorders/degeneration? *Eur Spine J* 2008;17:2–19.
- [29] Chen Y, Palczewska G, Mustafi D, Golczak M, Dong Z, Sawada O, Maeda T, Maeda A, Palczewski K. Systems pharmacology identifies drug targets for Stargard disease-associated retinal degeneration. *J Clin Invest* 2013;123:5119–34.
- [30] Chambers JK, Tokuda T, Uchida K, Ishii R, Tatebe H, Takahashi E, tomiyama T, Une Y, Nakayama H. The domestic cat as a natural animal model of Alzheimer's disease. *Acta Neuropathol Commun* 2015;3:78.

- [31] Richter A, Hamann M, Wissel J, Volk HA. Dystonia and paroxysmal dyskinesias: under-recognized movement disorders in domestic animals? A comparison with human dystonia/paroxysmal dyskinesias. *Front Vet Sci* 2015;2:65.
- [32] Wang HY, Lin ZL, Yu XF, Bao Y, Cui XS, Kim NH. Computational prediction of Alzheimer's and Parkinson's disease microRNAs in domestic animals. *Asian Australas J Anim Sci* 2016;29:782–92.
- [33] Ireland JL, McGowan CM, Clegg PD, Chandler KJ, Pinchbeck GL. A survey of health care and disease in geriatric horses aged 30 years or older. *Vet J* 2012;192:57–64.
- [34] Timiras PS. Old age as a stage of life: common terms related to aging and methods used to study aging. In: Timiras PS, editor. *Physiological Basis of Aging and Geriatrics*. 4th ed. New York: Informa Healthcare USA; 2007. p. 3–10.
- [35] Ireland JL, Cledd PD, McGowan CM, McKane SA, Pinchbeck GL. A cross-sectional study of geriatric horses in the United Kingdom. Part 1: demographics and management practices. *Equine Vet J* 2011;43:30–6.
- [36] Paradis MR. Demographics of health and disease in the geriatric horse. *Vet Clin N Am Equine Pract* 2002;18:391–401.
- [37] Brosnahan MM, Paradis MR. Assessment of clinical characteristics, management practices, and activities of geriatric horses. *J Am Vet Med Assoc* 2003;223:99–103.
- [38] Jull GA, McGowan MC, Stubbs MC. Equine physiotherapy: a comparative view on the science underlying the profession. *Equine Vet J* 2007;39:90–1.
- [39] Argo CM. Nutritional management of the older horse. *Vet Clin Equine* 2016;32:343–54.
- [40] Ireland JL, Clegg PD, McGowan CM, McKane SA, Chandler KJ, Pinchbeck GL. Comparison of owner-reported health problems with veterinary assessment of geriatric horses in the United Kingdom. *Equine Vet J* 2012;44:94–100.
- [41] Ireland JL, Clegg PD, McGowan CM, McKane SA, Chandler KJ, Pinchbeck GL. Disease prevalence in geriatric horses in the United Kingdom: veterinary clinical assessment of 200 cases. *Equine Vet J* 2012;44:101–6.
- [42] Ireland JL, Clegg PD, McGowan CM, McKane SA, Pinchbeck GL. A cross-sectional study of geriatric horses in the United Kingdom. Part 2: health care and disease. *Equine Vet J* 2011;43:37–44.
- [43] Ireland JL, Clegg PD, McGowan CM, Platt L, Pinchbeck GL. Factors associated with mortality of geriatric horses in the United Kingdom. *Prev Vet Med* 2011;101:204–18.
- [44] Marr CM. Cardiac and respiratory disease in aged horses. *Vet Clin Equine* 2016;32:283–300.
- [45] McGowan CM, Ireland JL. Welfare, quality of life, and euthanasia of aged horses. *Vet Clin Equine* 2016;32:355–67.
- [46] Nicholls VM, Townsend N. Dental disease in aged horses and its management. *Vet Clin Equine* 2016;32:215–27.
- [47] Silva AG, Furr MO. Diagnoses, clinical pathology findings, and treatment outcome of geriatric horses: 345 cases (2006–2010). *J Am Vet Med Assoc* 2013;243:1762–8.
- [48] Vanderperren K, Gielen I, Van Caelenberg A, Van der Vekens E, Raes EV, Hauspie S. Appearance of bony abnormalities at the dorsal aspect of the fetlock joint in geriatric cadaver horses. *Vet J* 2012;193:129–34.
- [49] van Weeren PR, Back W. Musculoskeletal disease in aged horses and its management. *Vet Clin Equine* 2016;32:229–47.
- [50] Southwood LL, Gassert T, Lindborg S. Colic in geriatric compared to mature nongeriatric horses. Part 1: retrospective review of clinical and laboratory data. *Equine Vet J* 2010;42:621–7.
- [51] Southwood LL, Gassert T, Lindborg S. Colic in geriatric compared to mature nongeriatric horses. Part 2: treatment, diagnosis and short-term survival. *Equine Vet J* 2010;42:628–35.
- [52] Gazzero DM, Southwood LL, Lindborg S. Short-term complications after colic surgery in geriatric versus mature non-geriatric horses. *Vet Surg* 2015;44:256–64.
- [53] Higler MH, Brommer H, Ami JLL, de Gruaw JC, Nielsen M, van Weeren PR, Laverty S, Barneveld A, Back W. The effects of three-month oral supplementation with a nutraceutical and exercise on the locomotor pattern of aged horses. *Equine Vet J* 2014;46:611–7.
- [54] Malalana F. Ophthalmologic disorders in aged horses. *Vet Clin Equine* 2016;32:249–61.
- [55] McGowan C. Welfare of aged horses. *Animals* 2011;1:366–76.
- [56] Muirhead TL, McClure JT, Wichtel JJ, Stryhn H, Markham RJF, McFarlane D, Lunn DP. The effect of age on the immune response of horses to vaccination. *J Comp Path* 2010;142:S85–90.
- [57] Pacheco AP, Paradis MR, Hoffman AM, Hermida P, Sanchez A, Nadeau JA, Tufts M, Mazan MR. Age effects on blood gas, spirometry, airway reactivity, and bronchoalveolar lavage fluid cytology in clinically healthy horses. *J Vet Intern Med* 2014;28:603–8.
- [58] Morgan R, Keen J, McGowan C. Equine metabolic syndrome. *Vet Rec* 2015;177:173–9.
- [59] du Toit N. The gold standard of dental care the geriatric horse. *Vet Clin Equine* 2013;29:521–7.
- [60] Fermaglich DH, Horohov DW. The effect of aging on immune response. *Vet Clin North Am Equine Pract* 2002;18:621–30.
- [61] Adams AA, Breathnach CC, Katepalli MP, Kohler K, Horohov DW. Advanced age in horses affects divisional history of T cells and inflammatory cytokine production. *Mech Ageing Dev* 2008;129:656–64.
- [62] Katepalli MP, Adams MM, Lear TL, Horohov DW. The effect of age and telomere length on immune function in the horse. *Dev Comp Immunol* 2008;32:1409–15.
- [63] Wnuk M, Bugno-Poniewierska M, Lewinska A, Oklejewicz B, Zabek T, Bartosz G, Stota E. Age-related changes in genomic stability of horses. *Mech Ageing Dev* 2011;132:257.
- [64] Wagner AL, Urschel KL, Betancourt A, Adams AA, Horohov DW. Effects of advanced age on whole-body protein synthesis and skeletal muscle mechanics target of rapamycin signalling in horses. *Am J Vet Res* 2013;74:1433–42.
- [65] Knottenbelt DC. Integumentary disorders including cutaneous neoplasia in older horses. *Vet Clin Equine* 2016;32:263–81.
- [66] East LM, Savage CJ. Abdominal neoplasia (excluding urogenital tract). *Vet Clin North Am Equine Pract* 1998;14:475–93.
- [67] Bergero D, Nery J. Hepatic diseases in horses. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)* 2008;92:345–55.
- [68] Parenti L, Foreman A, Meade JB, Wirth O. A revised taxonomy of assistance animals. *J Rehabil Res Dev* 2013;50:745–56.
- [69] Firląg M, Kamaszewski M, Gaca K, Bałasińska B. Age-related changes in the central nervous system in selected domestic mammals and primates. *Postępy Hig Med Dosw (Online)* 2013;67:269–75.
- [70] Jahns H, Callanan J, McElroy CM, Sammin DJ, Basset HF. Age-related and non-age-related changes in 100 surveyed horse brains. *Vet Pathol* 2006;43:740–50.
- [71] Ikeda H, Tauchi H, Sato T. Fine structural analysis of lipofuscin in various tissues of rats of different age. *Mech Ageing Dev* 1985;33:77–93.
- [72] Wreiole M. The horse (*Equus caballus*) as an animal research model for human disease. *Anim Models Paper* 2011;1:1–10.
- [73] Kearns CF, McKeever KH, Roegner V, Brady SM, Malinowski K. Adiponectin and leptin are related to fat mass in horses. *Vet J* 2006;172:460–5.
- [74] Frank N. Equine metabolic syndrome. *Vet Clin North Am Equine Pract* 2011;27:73–92.
- [75] Johnson PJ, Wiedmeyer CE, LaCarrubba A, Ganjam VK, Messer 4th NT. Diabetes, insulin resistance, and metabolic syndrome in horses. *J Diabetes Sci Technol* 2012;6:534–40.
- [76] Ertelt A, Barton AK, Schmtz RR, Gehlen H. Metabolic syndrome: is equine disease comparable to what we know in humans? *Endocr Connect* 2014;81–93.
- [77] Okada T, Yuguchi K, Kiso Y, Morikawa Y, Nambo Y, Oikawa M, Sasaki F. A case of a pony with Cushing's disease. *J Vet Med Sci* 1997;59:707–10.
- [78] Suagee JK, Corl BA, Crisman MV, Pleasant RS, Thatcher CD, Geor RJ. Relationship between body condition score and plasma inflammatory cytokines, insulin, and lipids in a mixed population of light-breed horses. *J Vet Intern Med* 2013;27:157–63.
- [79] Morris EA, Treadwell BV. Effect of interleukin 1 on articular cartilage from young and aged horses and comparison with metabolism of osteoarthritis cartilage. *Am J Vet Res* 1994;55:138–46.
- [80] Mienaltowski MJ, Huang L, Stromberg AJ, MacLeod JN. Differential gene expression associated with postnatal equine articular cartilage maturation. *BMC Musculoskelet Disord* 2008;9:149.
- [81] Hyttinen MM, Holopainen J, van Weeren PR, Firth EC, Helminen HJ, Brama PA. Changes in collagen fibril network organization and proteoglycan distribution in equine articular cartilage during maturation and growth. *J Anat* 2009;215:584–91.
- [82] Briston L, Dudhia J, Lees P. Age-related differences in prostaglandin E2 synthesis by equine cartilage explants and synoviocytes. *J Vet Pharmacol Ther* 2010;33:268–76.
- [83] Peffers M, Liu X, Clegg P. Transcriptomic signatures in cartilage ageing. *Arthritis Res Ther* 2013;15:R98.
- [84] Platt D, Bird JL, Bayliss MT. Ageing of equine articular cartilage: structure and composition of aggrecan and decorin. *Equine Vet J* 1998;30:43–52.
- [85] Brown MP, West LA, Merritt KA, Plaas AH. Changes in sulfation patterns of chondroitin sulfate in equine articular cartilage and synovial fluid in response to aging and osteoarthritis. *Am J Vet Res* 1998;59:786–91.
- [86] Wade CM, Giulotto E, Sigurdsson S, Zoli M, Gnerre S, et al. Genome sequence, comparative analysis and population genetics of the domestic horse (*Equus caballus*). *Science* 2009;326:865–7.
- [87] Dranchak PK, Leiper FC, Valberg SJ, Piercy RJ, Carling D, McCue ME, Mickelson JR. Biochemical and genetic evaluation of the role of AMP-activated protein kinase in polysaccharide storage myopathy in quarter horses. *Am J Vet Res* 2007;68:1079–84.
- [88] McCue ME, Valberg SJ, Miler MB, Wade C, DiMauro S, Akman HO, Mickelson JR. Glycogen synthase (GYS1) mutation causes a novel skeletal muscle glycogenosis. *Genomics* 2008;91:458–66.
- [89] Lykkjen S, Dolvik NI, McCue ME, Rendahl AK, Mickelson JR, Roed KH. Genome-wide association analysis of osteochondrosis of the tibiotarsal joint in Norwegian Standardbred trotters. *Anim Genet* 2010;41(Suppl 2):111–20.
- [90] Aleman M. A review of equine muscle disorders. *Neuromuscul Disord* 2008;18:277–87.
- [91] Raeside JL. A brief account of the discovery of the fetal/placental unit for estrogen production in equine and human pregnancies: relation to human medicine. *Yale J Biol Med* 2017;90:449–61.
- [92] Allin J. The horse fund premstoppers. <http://horsefund.org/premstoppers-home.php> [accessed 12.11.17].
- [93] Gulick EE, Krause-Parello CA. Factors related to type of companion pet owned by older women. *J Psychosoc Nurs Ment Health Serv* 2012;50:30–7.

- [94] Beahon MA. Two WWU horses find new careers healing America's heroes. In: *The woods today*; 2014. p. 16. <https://news.williamwoods.edu/index.php/two-wwu-horses-find-newcareers-healing-americas-heroes/> [accessed 20.12.17].
- [95] Ferruolo DM. Psychosocial equine program for veterans. *Soc Work* 2016;61: 53–60.
- [96] Frederick KE, Ivey Hatz J, Lanning B. Not just horsing around: the impact of equine-assisted learning on levels of hope and depression in at-risk adolescents. *Community Ment Health J* 2015;51:809–17.
- [97] Pluta M, Kędzierski W. Emotional responses of horses to patients requiring therapy. *Soc Anim* 2018;26:426–36.
- [98] Benthall J. Animal liberation and rights. *Anthropol Today* 2007;2:1–4.
- [99] Brenner A. Aspects of phenomenal philosophy as starting point for a new animal-human relationship. *ALTEX* 1998;15:191–8.
- [100] Kędzierski W, Janczarek I, Stachurska A, Wilk I. Comparison of effects of different relaxing massage frequencies and different music hours on reducing stress level in race horses. *J Equine Vet Sci* 2017;53:100–7.
- [101] Kowalik S, Janczarek I, Kędzierski W, Stachurska A, Wilk I. The effect of relaxing massage on heart rate and heart rate variability in Purebred Arabian racehorses. *Anim Sci J* 2017;88:669–77.
- [102] Beerts C, Suls M, Broeckx SY, Seys B, Vandenberghe A, Declercq J, Duchateau L, Vidal MA, Spaas JH. Tenogenically induced allogeneic peripheral blood mesenchymal stem cells in allogeneic platelet-rich plasma: 2-year follow-up after tendon or ligament treatment in horses. *Front Vet Sci* 2017;4:158.
- [103] Broeckx S, Suls M, Beerts C, Vandenberghe A, Seys B, Wuertz-Kozak K, Duchateau L, Spaas JH. Allogenic mesenchymal stem cells as a treatment for equine degenerative joint disease: a pilot study. *Curr Stem Cell Res Ther* 2014;9:497–503.
- [104] Brossi PM, Moreira JJ, Machado TS, Baccarin RY. Platelet-rich plasma in orthopedic therapy: a comparative systematic review of clinical and experimental data in equine and human musculoskeletal lesions. *BMC Vet Res* 2015;11:98.



Original Research

Use of Music Therapy in Aiding the Relaxation of Geriatric Horses

Marcjanna Wiśniewska^a, Iwona Janczarek^{b,*}, Izabela Wilk^b, Elżbieta Wnuk-Pawlak^b^a Department of Animal Science, Faculty of Animal Breeding and Biology, UTP University of Science and Technology, Bydgoszcz, Poland^b Department of Horse Breeding and Use, Faculty of Biology, Animal Sciences, and Bioeconomy, University of Life Sciences in Lublin, Lublin, Poland

ARTICLE INFO

Article history:

Received 18 October 2018

Received in revised form

11 December 2018

Accepted 12 December 2018

Available online 21 December 2018

Keywords:

Geriatric horse

Music therapy

Heart rate variability

ABSTRACT

The aim of the study was to evaluate the effect of music therapy on changes in the level of parameters describing heart rate (HR) and heart rate variability (HRV) as excitability indicators in geriatric horses. The study involved 20 warmblood geriatric horses, aged 20 years or more. Animals were kept in two identical stables in one facility. Horses from stable No. 1 were considered the experimental group, whereas horses from stable No. 2 constituted a control group. The experiment consisted in playing relaxation new age music to the horses in the experimental group for 28 days use special sound system (MyPetSpeaker). To examine the emotional excitability of horses from both groups, HR and HRV parameters were used. The subsequent measurements were performed morning at rest at 7-day intervals, counting from the first day of the experiment, and four measurements were recorded. HR and HRV measures indicated that daily exposure for several hours to new age music had a positive effect on relaxation of geriatric horses. A short-term effect of 1–2 weeks duration was observed beginning 1 week after onset. Unfortunately, the effect disappears after subsequent 2–3 weeks of therapy application, without leaving spectacular results.

© 2018 Elsevier Inc. All rights reserved.

1. Introduction

The number of geriatric horses kept by man is constantly growing [1]. According to various definitions, the term “geriatric horse” should be understood as an animal aged 15 or 20 years or more [2,3]. Nevertheless, regardless of the definition, it always refers to animal demonstrating symptoms of aging and quite often, various illnesses developing with age [4]. In many cases, such horses cannot or should not, for different reasons, be used, which additionally increases their high maintenance costs [1]. Difficulties with maintaining geriatric horses in good conditions are also caused by the fact that the nature of the horse aging process is highly individualized and unpredictable [5], because of varied genetic conditions, the management method and use, past diseases, and many others. Many horse diseases or ailments are undetectable by man, or even if they are diagnosed, they are not treated. Such

problems include, among others, musculoskeletal system diseases, spinal degenerations, and various types of neuralgia. Sometimes, the ailments are actually of low intensity, but because of their chronic nature, they cause significant deterioration of the horse mood [6]. The incidence of numerous ailments, through psychosomatic effect, reduces the welfare, including the mood, of geriatric horses [7–10].

Therefore, maintenance of geriatric horses requires increased efforts related to ensuring their welfare, including alleviating pain and maintaining a good mood [11].

The proven effects of somatic health on the mental experience of humans and animals encourage the search for methods to support the emotional state deteriorating along with the intensification of health problems [7–10]. For horses, the list of such problems can be very long, although the worst of them are those that cannot be even partially healed or those that escape even the most attentive observation of the owner. The method that can essentially help horses in pain is physical therapy [12]. Unfortunately, all forms of physical therapy are often unavailable, too expensive, or too time-consuming for average horse users and owners [13]. Therefore, they are most frequently intended for sport or racehorses [14]. An alternative method to physical therapy, which can be commonly used, is music therapy. Its positive effect on the level of emotional excitability of racehorses has been scientifically proved [15,16]. For young pure-bred Arabian horses,

Animal welfare/ethical statement: Animal care and experimental procedures were in accordance with the European Committee Regulations on Protection of Experimental Animals.

Conflict of interest statement: The authors report no conflicts of interest. The authors alone are responsible for the content and writing of this article.

* Corresponding author at: Iwona Janczarek, Department of Horse Breeding and Use, University of Life Sciences in Lublin, Akademicka 13, 20-950 Lublin, Poland.

E-mail address: iwona.janczarek@up.lublin.pl (I. Janczarek).

this therapy contributes to temporary mitigation of emotional excitability and the stress level.

However, to date, there has been no confirmation of the effect of music therapy for sick horses or those suffering from age-related problems. In addition, it is not known whether the possible positive effects on emotions will be long-term or only a temporary reaction. It was assumed that music therapy can relieve their pain, which will be demonstrated, for example, through reduced emotional excitability. As a consequence of this assumption, the aim of the article was to evaluate the effect of music therapy on changes in the level of parameters describing heart rate (HR) and heart rate variability (HRV) as excitability indicators in geriatric horses.

2. Materials and Methods

The study involved 20 warmblood geriatric horses, aged 20 years or more. All animals demonstrated clinically proven ailments related to spinal degeneration to a moderate degree. According to a veterinarian, the pain they suffered, for this reason, made them unfit for saddle or harness use. No analgesics were administered to horses. Animals were kept in two identical stables in one facility. Twelve horses were kept in the first stable (stable No. 1), including seven mares and five gelding. In the second stable (stable No. 2), there were four mares and four gelding. The average age of horses in both stables was similar (24 ± 3.32). Horses were fed three times a day with traditional feed composed of 3 kg oat, 6 kg hay, and wheat straw for bedding. In favorable weather (no precipitation), horses spent at least 3 hours a day at paddocks or pastures.

Horses from stable No. 1 were considered the experimental group, whereas horses from stable No. 2 constituted a control group. The experiment consisted in playing relaxation new age music (composed by J. Marlow—a leader in composing music especially adjusted to the equine biology) to the horses in the experimental group for 28 days, starting on the first of March, between 7 PM and 10 PM. A special sound system (MyPetSpeaker) was used for these purposes, allowing for adjustment of the sound frequency and tone to the specificity of the equine hearing. Horses from the control group stayed at that time in the other stable.

To examine the emotional excitability of horses from both groups, HR and HRV parameters were used. Those parameters were measured with the use of telemetric devices, Polar RS800CX. On the day of commencing the experiment, morning measurements at rest were taken (measurement before the experiment: R1). The subsequent measurements were performed at 7-day intervals, counting from the first day of the experiment, and four measurements were recorded (four replications of the experimental test) while the music was played (M1, M2, M3, and M4 measurements). A day after

the end of the experiment, another measurement at rest was taken (measurement after the experiment: R2). For R1 and R2, the recording time was 15 minutes. For each M measurement, the recording time was 180 minutes. The data obtained were transferred to computer memory using a peripheral IrDA USB 2.0 Adapter and then analyzed in the Polar ProTrainer 5.0 and Kubios HRV software version 2.0. For R1 and R2, the recording between minutes 6 and 10 was analyzed. For M1–M4 (four times replicated music therapy), the recordings from the beginning of the music treatment were taken into account: between minutes 6 and 10 (M1a, M2a, M3a, and M4a) and from the end of the music treatment: between minute 176 and 180 (M1b, M2b, M3b, and M4b). The following values were taken into account: HR or the number of heart beats per minute (bpm), LF—low-frequency power spectrum (0.040–0.150 Hz; ms^2), HF—high-frequency power spectrum (0.150–0.400 Hz; ms^2), LF/HF—a ratio of the low-frequency power spectrum to the high-frequency power spectrum (percentage) [17,18]. An increase in HR and LF values is an indicator of the increased activity of the sympathetic nervous system, whereas an increase in HF value shows a shift toward parasympathetic (vagal) nervous system activity. Thus, LF/HF ratio is an indicator of the sympathovagal balance [19].

The collected data were tested for the normality of distribution with the use of the chi-square test. It was found that the data follow a normal distribution. The statistical analysis was based on the Repeated Measures Analysis of Variance for data with repeated measurements (dependent data—multiple measurements on the same group of horses) and multiple T–Tukey tests, at the assumed level of significance of $\alpha = 0.05$ [17]. The applied models for variance analysis covered main effects of the examined factors (horse group, subsequent measurement, and horse sex) and their interactions [20].

3. Results

In the experimental group, significant differences were found between HR in subsequent measurements (Table 1). In the fourth replication of the experimental test, both at the beginning and at the end of the music treatment (M4a and M4b), the value of the parameter was significantly lower than other values. Significant differences were also recorded when comparing the experimental group with the control group for the same measurements. The differences occurred during the fourth experimental test at the beginning of the music treatment and from the second to the fourth replication at the end of the music treatment. In the control group, significant differences did not occur during the experiment.

Significant differences between LF in subsequent measurements in the experimental group concerned only measurements at the

Table 1
Horse HR in subsequent measurements.

Measurement	R1	During the Experiment								R2
		M1a	M2a	M3a	M4a	M1b	M2b	M3b	M4b	
Experimental Group										
Mean	36.56 ^{ax}	35.34 ^{ax}	36.45 ^{ax}	35.83 ^{ax}	32.45 ^{b^cx}	35.61 ^{ax}	33.23 ^{acx}	34.23 ^{ax}	32.09 ^{bx}	34.23 ^{acx}
SD	3.45	3.12	2.99	3.44	2.78	3.04	3.33	2.96	3.11	2.67
Control Group										
Mean	37.58 ^{ax}	36.45 ^{ax}	36.82 ^{ax}	35.35 ^{ax}	35.69 ^{ay}	36.67 ^{ax}	36.07 ^{ay}	37.11 ^{ay}	36.45 ^{ay}	36.23 ^{ax}
SD	3.06	2.56	2.87	3.23	3.67	3.55	2.99	3.78	3.25	3.42

Abbreviations: HR, heart rate; SD, standard deviation.

R1: resting measurement before the experiment; M1a–M4a: four times repeated measurement at the beginning of everyday music treatment; M1b–M4b: four times repeated measurement at the end of everyday music treatment; R2: resting measurement a day after the experiment.

Means marked with different superscript letters (a, b, and c represent comparison between various measurements in the same group of horses; x and y represent comparison between the same measurements in various groups of horses) significantly differ at $P \leq .05$.

Table 2
Horse LF in subsequent measurements.

Measurement	R1	During the Experiment								R2
		M1a	M2a	M3a	M4a	M1b	M2b	M3b	M4b	
Experimental Group										
Mean	678.33 ^{ax}	734.45 ^{ax}	834.16 ^{ax}	765.75 ^{ax}	699.05 ^{ax}	500.11 ^{bx}	478.78 ^{bx}	699.63 ^{ax}	934.56 ^{cx}	535.23 ^{ax}
SD	236.45	184.34	332.18	234.45	276.39	129.54	188.93	233.54	300.49	211.93
Control Group										
Mean	709.58 ^{ax}	800.04 ^{ax}	812.42 ^{ax}	777.83 ^{ax}	698.37 ^{ax}	784.34 ^{ay}	684.59 ^{ay}	1,010.34 ^{by}	843.68 ^{ax}	1,002.06 ^{by}
SD	299.48	273.29	300.28	293.09	311.08	206.64	231.63	325.63	199.76	331.29

Abbreviations: LF, low-frequency power spectrum; SD, standard deviation.

R1: resting measurement before the experiment; M1a–M4a: four times repeated measurement at the beginning of everyday music treatment; M1b–M4b: four times repeated measurement at the end of everyday music treatment; R2: resting measurement a day after the experiment.

Means marked with different superscript letters (a, b, and c represent comparison between various measurements in the same group of horses; x and y represent comparison between the same measurements in various groups of horses) significantly differ at $P \leq .05$.

end of the music treatment (Table 2). During the fourth repetition of the test, the value under discussion was higher than others. The significantly lowest values concerned the first and the second replication of the test. Significant differences also occurred in the control group. Values significantly higher from the others concerned M3b and the resting measurement after the experiment. Significant differences between various groups of horses during the same measurements occurred within M1b, M2b, M3b, and R2. The values in the experimental group were in each case significantly lower than the values in the control group.

HF in the experimental group differed significantly during subsequent measurements (Table 3). The lowest values occurred for the resting measurement before the experiment, during the first and second replication of the test at the beginning of the music treatment, during the second replication at the end of the treatment, as well as at rest after the experiment. The highest values were recorded at the beginning of the music treatment during the two last replications and at the end of the music treatment during the first and third replication. In the control group, the significantly highest values were observed for the resting measurement before the experiment, during M4a and M4b, as well as at rest after the end of the experiment. The lowest value was recorded at the beginning of the music treatment during the fourth replication. Significant differences between the values from the same measurements of various groups of horses occurred within M2a to M4a, M1b, and from M3b to R2. In each case listed previously, the lower values concerned the control group.

The LF/HF parameter in the experimental group significantly differed in subsequent measurements (Table 4). Values significantly higher occurred at rest before the experiment, at the beginning of the music treatment during the first and second repetition of the treatment, and at the end of the music treatment during the fourth replication. In the control group, lower values were found at rest before the experiment, during M1a, M3a, and M2b, in comparison

to other measurements. Significant differences between the same measurements performed in various groups of horses were not observed only for R1 and M1a.

Significant differences between parameters observed for mares from various groups occurred within HR, HF, and LF/HF (Table 5). In the experimental group, HR and LF/HF of the mares were significantly lower, whereas HF was significantly higher than in the control group. For the gelding, only LF/HF was lower in the experimental group in comparison to the control group. In addition, HF of mares in the experimental group was significantly higher than HF of males. The reverse situation occurred for LF/HF. In the control group, sex-related differences did not occur.

4. Discussion

These results indicate a clear effect of music therapy on the emotional excitability of these geriatric horses. This is indicated by a high number of significant differences between analogous results in the experimental and control groups. These results show a reduction of emotional excitability in horses subject to the applied therapy. The most frequently recorded lower values of HR, LF, and LF/HF and significantly higher values of HF in the experimental groups in relation to the control group can prove the relaxation of the body under the effect of music [16,21]. Before starting to analyze individual parameters, it is worth remembering that resting HR is reduced during the relaxation of the body [22]. However, remembering that this parameter is not too sensitive to violent changes in emotions [23], significant differences between its mean values in the group exposed and not exposed to music therapy and between the results obtained in subsequent measurements in the group subject to music therapy, can be considered as particularly helpful in positive verification of the thesis that has been put forward. Although the LF parameter reflects the activity of both ANS branches, sympathetic and parasympathetic, it is

Table 3
Horse HF in subsequent measurements.

Measurement	R1	During the Experiment								R2
		M1a	M2a	M3a	M4a	M1b	M2b	M3b	M4b	
Experimental Group										
Mean	106.34 ^{ax}	99.45 ^{ax}	115.45 ^{ax}	202.34 ^{bx}	211.35 ^{bx}	199.34 ^{bx}	109.34 ^{ax}	211.34 ^{bx}	162.44 ^{cx}	114.56 ^{ax}
SD	78.47	45.56	63.65	77.34	89.45	77.12	45.66	76.12	59.89	69.56
Control Group										
Mean	98.56 ^{ax}	109.45 ^{ax}	67.45 ^{acy}	98.54 ^{ay}	45.67 ^{by}	70.45 ^{acy}	77.23 ^{acx}	100.13 ^{ay}	54.34 ^{bcy}	90.55 ^{ay}
SD	54.34	78.89	45.34	45.67	23.45	42.23	45.56	62.54	30.05	67.79

Abbreviations: HF, high-frequency power spectrum; SD, standard deviation.

Means marked with different superscript letters (a, b, and c represent comparison between various measurements in the same group of horses; x and y represent comparison between the same measurements in various groups of horses) significantly differ at $P \leq .05$.

Table 4
Horse LF/HF in subsequent measurements.

Measurement	R1	During the Experiment								R2
		M1a	M2a	M3a	M4a	M1b	M2b	M3b	M4b	
Experimental Group										
Mean	639.62 ^{ax}	741.41 ^{ax}	725.22 ^{ax}	378.71 ^{bx}	331.27 ^{bx}	251.26 ^{bx}	438.53 ^{bx}	331.26 ^{bx}	576.50 ^{ax}	399.25 ^{bx}
SD	202.34	287.45	303.14	127.05	145.58	166.72	200.07	162.05	211.23	190.81
Control Group										
Mean	723.46 ^{ax}	733.92 ^{ax}	1,211.94 ^{by}	792.87 ^{ay}	1,551.11 ^{by}	1,120.03 ^{by}	883.33 ^{ay}	1,010.03 ^{by}	1,561.12 ^{by}	1,101.08 ^{by}
SD	198.48	309.48	517.37	432.34	543.45	438.48	333.546	498.31	600.05	461.12

Abbreviations: HF, high-frequency power spectrum; LF, low-frequency power spectrum; SD, standard deviation.

R1: resting measurement before the experiment; M1a–M4a: four times repeated measurement at the beginning of everyday music treatment; M1b–M4b: four times repeated measurement at the end of everyday music treatment; R2: resting measurement a day after the experiment.

Means marked with different superscript letters (a and b represent comparison between various measurements in the same group of horses; x and y represent comparison between the same measurements in various groups of horses) significantly differ at $P \leq .05$.

generally considered to be responsible for emotional excitability of the body [18]. On the other hand, the HF parameter indicates the activity of the parasympathetic system that is suppressing for the body. A lower LF/HF ratio (as an indicator of the functional sympathetic–parasympathetic balance) corresponds to a higher level of relaxation of the body [24]. In most cases, our own results concerning these parameters confirmed the effect of enhancing the relaxation of the horse body undergoing music therapy in relation to those that were not given this therapy. This means that the value of LF and LF/HF in the experimental group was most frequently significantly lower than in the control group. On the other hand, the reverse situation concerned HF, which should additionally be welcomed in view of the life-threatening reduced levels of this parameter observed in geriatric horses [25].

On the other hand, comparing replications of the test in subsequent weeks of the therapy and directly after its completion, it can be found that the most favorable effects of playing soothing music should be observed 2 to 3 weeks after the beginning of the therapy. The first desirable symptoms can be visible no earlier than after a week. This is most probably caused by the need for horses to adjust to new sound stimuli. High sensitivity of horse hearing, as found by Timney and Macuda [26], often causes an increase in the anxiety of horses exposed to the sounds that are unknown or unpleasant to them. Perhaps, such a situation is intensified by the pain suffered, increased irritability, and even deteriorated wound healing process, which was also found for hospital patients exposed to intensified noise [27].

Another issue is the fact that the therapy under discussion should work most intensively during the session and, in particular, in its final period. It was found that at the end of daily music

treatment, the values of the parameters were more favorable than those obtained at the beginning. Therefore, it can be claimed that the music therapy session should last several hours a day. However, this effect was not maintained the next day after the end of the therapy. Consequently, the results obtained can be considered partially satisfying. They indicate only a temporary effect of music therapy on geriatric horses, which can be used in the period when their pain is intense. A similar opinion is shared by Gutgsell et al. [28], who conducted studies concerning alternative methods of relieving pain in human patients.

It is not entirely certain how long music therapy should last to continue to produce positive effects. Unfortunately, the results in this respect are not entirely clear. The doubts arise mainly during the analysis of LF and LF/HF during the last test within the therapy period and HR after the end of the experiment. As the research of Stachurska et al. [16] shows, the emotional state of racehorses is reduced under the effect of music therapy. However, its desirable effect is retained for a maximum of 3–4 months. After this period, the music played becomes neutral to horses. Therefore, it can be seen that, regardless of age or type of use, this type of therapy exerts short-term effects, which might last slightly longer or shorter, but are not permanent. However, particularly for geriatric, sick, suffering, or injured horses, even a short-term mood improvement may sometimes prove invaluable. This seems to be confirmed by the research conducted in hospitals, as well as in palliative care institutions [29–31]. Those authors claimed that temporary positive emotions motivate the desire for life in the suffering patients, help to alleviate pain, and enhance the effects of the applied therapy.

5. Summary

Results obtained in this article shows that music therapy applied in everyday several-hour sessions has a positive effect on the relaxation of geriatric horses. However, a desirable, yet short-term effect is observed at least 1 week after the beginning of the therapy. Unfortunately, the effect disappears after subsequent 2–3 weeks of therapy application, without leaving spectacular results.

References

- [1] Ireland JL, Clegg PD, McGowan CM, McKane SA, Pinchbeck GL. A cross-sectional study of geriatric horses in the United Kingdom. Part 2: health care and disease. *Equine Vet J* 2011;43:37–44.
- [2] Ireland JL, Clegg PD, McGowan CM, McKane SA, Chandler KJ, Pinchbeck GL. Disease prevalence in geriatric horses in the United Kingdom: veterinary clinical assessment of 200 cases. *Equine Vet J* 2012;44:101–6.
- [3] Paradis MR. Demographics of health and disease in the geriatric horse. *Vet Clin North Am Equine Pract* 2002;18:391–401.
- [4] Chandler KJ, Mellor DJ. A pilot study of the prevalence of disease within a geriatric horse population. 2001. p. 217. Proceedings of the congress of the British Equine Veterinary Association. Equine Veterinary Journal Ltd.

Table 5
Parameters of heart rate frequency and variability of mares and gelding.

Parameter	HR	LF	HF	LF/HF
Experimental Group				
Mares				
Mean	34.21 ^{ax}	698.21 ^{ax}	189.43 ^{ax}	368.56 ^{ax}
SD	2.45	267.23	976.34	142.45
Gelding				
Mean	34.98 ^{ax}	673.81 ^{ax}	118.96 ^{ay}	570.06 ^{ay}
SD	3.04	299.67	65.34	166.14
Control Group				
Mares				
Mean	37.76 ^{bx}	862.34 ^{ax}	78.99 ^{bx}	1,104.96 ^{bx}
SD	2.45	302.87	45.56	499.85
Gelding				
Mean	35.13 ^{ay}	762.29 ^{ax}	83.48 ^{ax}	923.11 ^{bx}
SD	2.12	302.22	51.04	402.51

Abbreviations: HF, high-frequency power spectrum; HR, heart rate; LF, low-frequency power spectrum; SD, standard deviation.

Means marked with different superscript letters (a and b represent comparison between horses of the same sex in various groups; x and y represent comparison between horses of various sexes in the same group) significantly differ at $P \leq .05$.

- [5] Brosnahan MM, Paradis MR. Demographic and clinical characteristics of geriatric horses: 467 cases (1989–1999). *J Am Vet Med Assoc* 2003;223:93–8.
- [6] Fureix C, Menguy H, Hausberger M. Partners with bad temper: reject or cure? A study of chronic pain and aggression in horses. *PLoS One* 2001;5:e12434.
- [7] Baumeister RF, Bratslavsky E, Finkenauer C, Vohs KD. Bad is stronger than good. *Rev Gen Psychol* 2001;5:323.
- [8] Boissy A, Manteuffel G, Jensen MB, Moe RO, Spruijt B, Keeling LJ, Bakken M. Assessment of positive emotions in animals to improve their welfare. *Physiol Behav* 2007;92:375–97.
- [9] Bolger N, DeLongis A, Kessler RC, Schilling EA. Effects of daily stress on negative mood. *J Pers Soc Psychol* 1989;57:808.
- [10] Paul ES, Harding EJ, Mendl M. Measuring emotional processes in animals: the utility of a cognitive approach. *Neurosci Biobehav Rev* 2005;29:469–91.
- [11] Brosnahan MM, Paradis MR. Assessment of clinical characteristics, management practices, and activities of geriatric horses. *J Am Vet Med Assoc* 2003;223:99–103.
- [12] Masini A. Equine-assisted psychotherapy in clinical practice. *J Psychosoc Nurs Ment Health Serv* 2010;48:30–4.
- [13] Gordon J. The horse industry. Contributing to the Australian economy. Canberra: Rural Industries Research and Development Corporation; 2001. p. 1–58.
- [14] Kowalik S, Janczarek I, Kędzierski W, Stachurska A, Wilk I. The effect of relaxing massage on heart rate and heart rate variability in purebred Arabian racehorses. *Anim Sci J* 2017;88:669–77.
- [15] Kędzierski W, Janczarek I, Stachurska A, Wilk I. Comparison of effects of different relaxing massage frequencies and different music hours on reducing stress level in race horses. *J Equine Vet Sci* 2017;53:100–7.
- [16] Stachurska A, Janczarek I, Wilk I, Kędzierski W. Does music influence emotional state in race horses? *J Equine Vet Sci* 2015;35:650–6.
- [17] Tarvainen MP, Niskanen JP, Lipponen JA, Ranta-Aho PO, Karjalainen PA. Kubios HRV—heart rate variability analysis software. *Comput Methods Programs Biomed* 2014;113:210–20.
- [18] Von Borell E, Langbein J, Després G, Hansen S, Leterrier C, Marchant-Forde J, Valance D. Heart rate variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals—a review. *Physiol Behav* 2007;92:293–316.
- [19] Rietmann TR, Stuart AEA, Bernasconi P, Stauffacher M, Auer JA, Weishaupt MA. Assessment of mental stress in warmblood horses: heart rate variability in comparison to heart rate and selected behavioural parameters. *Appl Anim Behav Sci* 2004;88:121–36.
- [20] SAS Institute Inc. CNU SAS user's guide statistics: version 9.1.3. Cary, NC: SAS Institute Inc.; 2003.
- [21] Kato T, Ohmura H, Hiraga A, Wada S, Kuwahara M, Tsubone H. Changes in heart rate variability in horses during immersion in warm springwater. *Am J Vet Res* 2003;64:1482–5.
- [22] Salamon E, Kim M, Beaulieu J, Stefano GB. Sound therapy induced relaxation: down regulating stress processes and pathologies. *Med Sci Monit* 2003;9:RA96–101.
- [23] Janczarek I, Stachurska A, Kędzierski W, Wilk I. Responses of horses of various breeds to a sympathetic training method. *J Equine Vet Sci* 2013;33:794–801.
- [24] Acharya UR, Joseph KP, Kannathal N, Min LC, Suri JS. Heart rate variability. In: *Advances in cardiac signal processing*. Berlin, Heidelberg: Springer; 2007. p. 121–65.
- [25] Simpson DM, Wicks R. Spectral analysis of heart rate indicates reduced baroreceptor-related heart rate variability in elderly persons. *J Gerontol* 1988;43:M21–4.
- [26] Timney B, Macuda T. Vision and hearing in horses. *J Am Vet Med Assoc* 2001;218:1567–74.
- [27] Biley FC. Effects of noise in hospitals. *Br J Nurs* 1994;3:110–3.
- [28] Gutsell KJ, Schluchter M, Margevicius S, DeGolia PA, McLaughlin B, Harris M, Wienczek C. Music therapy reduces pain in palliative care patients: a randomized controlled trial. *J Pain Symptom Manage* 2013;45:822–31.
- [29] Clair AA, Memmott J. Therapeutic uses of music with older adults. Silver Spring, MD: American Music Therapy Association; 2008.
- [30] Hilliard RE. Music therapy in hospice and palliative care: a review of the empirical data. *Evid Based Complement Alternat Med* 2005;2:173–8.
- [31] Trauger-Querry B, Haghighi KR. Balancing the focus: art and music therapy for pain control and symptom management in hospice care. *Hosp J* 1999;14: 25–38.



Equine Research

Effects of horse blankets on the physiological and motion parameters of geriatric horses

Iwona Janczarek^{a,*}, Marcjanna Wiśniewska^b, Elżbieta Wnuk-Pawlak^a, Izabela Wilk^a^a Faculty of Animal Sciences and Bioeconomy, Department of Horse Breeding and Use, University of Life Sciences in Lublin, Lublin, Poland^b Faculty of Animal Breeding and Biology, Department of Animal Science, University of Science and Technology in Bydgoszcz, Bydgoszcz, Poland

ARTICLE INFO

Article history:

Received 17 October 2019

Received in revised form

24 February 2020

Accepted 20 March 2020

Available online 19 May 2020

Keywords:

geriatric horse

blanket

HRV

thermoregulation

movement parameters

ABSTRACT

This study analyzed the rectal and surface temperature of the horse's body, its heart rate variability parameters, and the step length when walking and trotting geriatric horses using blankets with various thermoinsulating properties. Twenty-four hot-blooded geldings were included in the study. The experiment was conducted in winter over a period of 30 consecutive days. The horses in the study were kept under three types of blankets (light, medium, thick). The control group was kept without blankets. The rectal and surface body temperature and the HRV parameters were measured before the experiment, immediately after the blankets were removed and an hour later. The step length when walking and trotting was measured before the experiment and the day before it was finished. The use of horse blankets in winter was found to have a positive effect on increasing the surface temperature of geriatric horses and thicker blankets produced more significant effects. For thick winter blankets, since one would expect an increase in the rectal temperature and elongation of the trotting step, it is recommended that they should be used at all times for geriatric horses prone to hypothermia and horses with painful muscles in the hind legs and the shoulder as the most common cause of reducing the length of the trotting step. The use of blankets should also result in a general body vitality improvement, which is demonstrated by a general increase in the activity of the autonomic nervous system, especially the sympathetic system.

© 2020 Elsevier Inc. All rights reserved.

Introduction

Although a geriatric horse is not precisely defined, it is usually assumed that it is an animal over 20 years old (Miller et al., 2016). At that age, the horse aging process intensifies, which manifests itself by various adverse changes in the body, which often make use (and even normal functions) of the animal impossible. These changes include dysfunctions of the motion apparatus, diseases of the respiratory and the digestive systems, a muscle mass decrease, sight and hearing deterioration, hormonal disorders, circulatory system disorders, CNS disorders, thermoregulation issues, and a general decrease in immunity (Brosnahan and Paradis, 2003; Miller et al., 2016; Gehlen and Bildheim, 2018). The need to mitigate the effects of horse aging is a topical issue as horses are accompanying

animals, kept until the end of their lives in the best possible physical and mental condition (Ralston, 2001; Hausberger et al., 2008; Wisniewska et al., 2019).

Most adverse changes in geriatric horses' bodies require the use of pharmacological measures, such as analgesic and anti-inflammatory agents (nonsteroidal anti-inflammatory drugs) used in muscular-skeletal system disorders to alleviate pain and lameness (Ireland et al., 2012). Unfortunately, despite all efforts, some ailments become exacerbated, which forces horse owners to consider euthanasia to end their suffering (Miller et al., 2016; Mueller et al., 2018). Moreover, prolonged use of pharmacological agents brings a number of undesirable side effects, which is why it is necessary to seek new methods of supporting the vital functions of aging and older horses (Viñuela-Fernández et al., 2007).

Movement apparatus disorders can be dealt with by various physiotherapeutic methods (McGowan, et al., 2007). The most common include massages, stretching, laser therapy, magnet therapy, and solarium (infrared treatments) (McGowan et al., 2007a). The application of measures using water has been

* Address for reprint requests and correspondence: Iwona Janczarek, Department of Horse Breeding and Use, University of Life Sciences in Lublin, Akademicka 1320-950, Lublin, Poland. Tel.: +48 81 4456503; Fax: +48 81 4456973.

E-mail address: iwona.janczarek@up.lublin.pl (I. Janczarek).

debated because of the frequent occurrence of rheumatic ailments in older horses (Vanderperren et al., 2012). Because physiotherapeutic methods are usually quite time consuming, they seem unfeasible for long-term use (McGowan et al., 2007a) and it may be justified to seek new methods that can be used in practice. These methods can include body heating with blankets, especially in winter (Mejdell et al., 2019). Indications in such cases include thermoregulation disorders and generally weakened immunity of geriatric horses (Brosnahan and Paradis, 2003). There are many causes of excessively low body temperature (i.e., hypothermia) and they include hypothyroidism, hypopituitarism, adrenocortical insufficiency, hepatic or renal insufficiency, as well as malnutrition and anemia (McCullough and Arora, 2004). The thermal effects of such disorders may be exacerbated by low air temperature, high humidity, and high wind speed or draughts (Thompson and Hayward, 1996). It is therefore very important to protect geriatric horses against cooling.

The use of a blanket of appropriate thickness can help to optimize the thermoregulation processes which improve the general animal welfare (Mejdell et al., 2019). However, the use of a blanket may also have negative effects on the body, lead to overheating, or cause general discomfort for the animal. Some animals are sometimes reluctant to put on blankets, even at subzero temperatures.

It was assumed during this study that blankets increase body temperature and relax and increase the motor output performance of geriatric horses. Moreover, this hypothetically positive effect depends on the type of the blanket used. To assess this hypothesis, the study performed a comparative analysis of the rectal and surface temperature of the horse's body, its heart rate variability parameters, and the step length when walking and trotting in geriatric horses in which blankets with various thermoprotective properties were used.

Materials and methods

Animals

Twenty-four Anglo-Arabian geldings were included in the study. The age of the horses was between 20 and 24 years old. The animals' morphometric data were as follows: height at withers – 163 cm ± 3.54; chest circumference – 187 cm ± 8.54; cannon circumference 20.50 cm ± 0.45. The horses were clinically healthy during the experiment and had been kept in two stables at one site for at least 12 months. The walls of the stables were made of brick and were plastered and not thermally insulated. The dimensions of individual boxes were 3.5 m × 3.5 m, with the floor covered with straw litter. Horses were given meadow hay and whole meal feed for older horses three times daily. The horses' condition was described as good/very good. The horses were in paddocks between 9.00 a.m. and 2.00 p.m. They spent the rest of the day in the stable.

Experiment

The experiment was conducted in winter over 30 consecutive days. It involved keeping the horses under study in three types of blankets. The temperature in the stable remained between 3°C–4°C throughout the experiment. The air temperature outside was between –4°C and –7°C. The horses were divided randomly into four equal groups, with six horses in each. There were no significant differences between age and morphometric data horses in each group. The first group of horses were covered with blankets made of quilted, two-sided cotton (light blanket). The second group were covered with blankets with 150 g filling, made of quilted two-layer cotton material (medium blanket). The third group were covered with blankets with 300 g filling, also made of quilted two-layer

cotton material (thick blanket). The fourth group was treated as a control and were kept with no blankets.

The horses in the experimental groups were covered with blankets (blanket type: no collar or a flap under the belly) for 30 days. The blankets were removed only once daily for grooming, which lasted 15–20 minutes. Each day, the horses stayed in the stable-side paddock for 60 minutes. They spent the rest of the day in their boxes. During the experiment, there were five days when horses were not let out because of unfavorable weather. On the 29th day of the experiment, at 12.00 at noon, blankets were removed from the horses for 15 minutes to measure their step lengths. On the 30th day, at 12.00 at noon, blankets were removed from the horses and the experiment was concluded. The air temperature in the stable was 4°C on the 29th and the 30th days of the experiment, when the blankets were removed from the horses.

Study methodology

The rectal and surface body temperature

The rectal temperature was measured intrarectally with a veterinary thermometer Veterinär–Thermometer SC 12 (measurement time: 60 s). The body surface temperature was measured with a Thermal Imagers Ti9 FLUKE thermal vision camera (noncooled microbolometric matrix operating in the focal plane, resolution 120/160 pixels, IR range 7.5 μm to 14 μm) positioned 250 cm from the horse's body. The thermographic photographs (actions associated with taking the photograph: 60 s) were taken in accordance with the applicable procedure: the horse standing still in a dark, closed room at a constant temperature. This helps to avoid the effects of atmospheric conditions on the experiment results (Turner, 2001; Van Hoogmoed and Snyder, 2002). In the next step, the camera data were uploaded to the computer memory and analyzed in the SmartView 4.1. program. An analysis was performed of the average surface temperature of the left side of the horse's body.

Heart rate variability parameters

The heart rate variability (HRV) was measured with Polar ELECTRO OY - type RS800CX devices (Essner et al., 2013). The data were fed into the computer with an IrDA USB 2.0 Adapter, and in the next step, they were analyzed with Polar ProTrainer 5.0 and Kubios HRV version 2.0 software (Tarvainen et al., 2014). The heart rate origin was examined to filter out the excitation from other sources than the sinus node, and artifacts of the ECG record were corrected. A specific time interval was selected by the timeline analysis on graphs presented automatically by the Polar ProTrainer 5.0 program.

The following were analyzed: LF—the spectrum power at low frequencies in the 0.04–0.15 Hz interval: it reflects the activity of the sympathetic part of the autonomic nervous system (ANS) and indicates the correlation with the activity of arterial baroreceptors and Mayer waves frequency of 0.1 Hz (ms²); HF—the spectrum power at high frequencies in the 0.15–0.40 Hz interval, it indicates the parasympathetic system activity; it is often correlated with the respiratory variation (ms²); LF/HF—the ratio of the spectrum power and low and high frequencies; it indicates the sympathetic-parasympathetic functional balance (%) (Von Borell et al., 2007; Tarvainen et al., 2014).

Motion parameters

Five consecutive steps of a horse walking and trotting were measured using the photogrammetry method (Janczarek et al., 2013). Initially, a series of high-resolution digital photographs were taken with a Canon EOS5500 camera. The photographs were

taken in the horizontal projection. The photographs were taken within the following time frame: from leaning fully on the left front leg to leaning fully on the same leg by a horse moving on even uniform ground, with the marking for the image scaling within an accuracy of 1 cm. The raster images were scaled and a photogrammetric analysis was then performed with Paint.NET 4.0.21 image processing software—image filtration for background leveling, contrast adjusting, interference elimination (<https://www.getpaint.net>, 2019). Subsequently, software for photogrammetric measurements on raster images—Quantum GIS (QGIS Open Source Geospatial Foundation Project)—was used to measure the distance on a previously scaled raster background (<https://qgis.osgeo.org>, 2019). The step length was taken as the distance between the middle point of the front wall of the left front leg hoof and the same point in the next step. The measurements of five walking and five trotting steps were then averaged.

The rectal and surface body temperature measurements were made a day before the experiment started (first measurement), immediately after the blankets were removed: 30 days after they were applied (second measurement) and 60 minutes later (third measurement). The heart rate variability parameters (five-minute measurement) were measured in the morning of the day the experiment started (first measurement), within a 1- to 5-minute interval after the blanket was removed (second measurement) and within a 56- to 60-minute interval (third measurement). The measurements of walking and trotting step lengths were made on the day before the horses were covered with blankets (initial measurement) and 5 minutes after the blankets were removed on the penultimate day of the experiment (final measurement).

Statistical methods

The data were tested for distribution normality using the Shapiro-Wilk test. The normality of data distribution was not rejected with this test. The statistical analysis was based on the repeated measures analysis of variance model for repeated measurement data (dependent data—repeated measurements on the same group of horses) and multiple Tukey's *t*-tests at the adopted a priori level of significance $\alpha = 0.05$ (Tarvainen et al., 2014). The applied model of the analysis of variance included the main effect of the factors under study (study group [g: 1–4] and the next measurement [m: 1–3]) and their interactions (SAS Institute Inc, 2003).

Results

The horses' rectal temperature in the study groups was significantly different only in the second measurement (Table 1). The mean values in the second and third experimental group (a medium and a thick blanket, respectively) were significantly higher than those recorded in the first and the control group (a light blanket and no blanket, respectively). Differences between consecutive measurements were observed in the second and the

third experimental group. In both cases, the mean values in the second measurement were significantly higher than in the other two.

Significant differences in the surface body temperature between study groups were observed in consecutive measurements. In the first measurement, the temperature in the third group was significantly higher than the others. All mean values were significantly different in the second and the third measurement. Counting from the highest, they were calculated—in this sequence—for the third, second, and first experimental group and finally for the control group. Significant differences between consecutive measurements were observed in all experimental groups. The mean value for the second measurement in the first and third group was significantly higher than in the others. It was close in the second group to the mean value of the third measurement. Moreover, the mean value of the first measurement in the first group was close to the mean of the third measurement. In the third group, the mean of the third measurement was between the lowest mean of the first measurement and the highest of the second measurement.

Only in the first measurement was the LF parameter not significantly different within consecutive groups (Table 2). The highest mean value of the second measurement was noted in the third group and the lowest was in the control group. The mean values of the third measurement in the second and third experimental group were significantly higher than the mean values in the other two groups. No significant differences between consecutive measurements were noted only in the control group. The mean in the second measurement in the first experimental group was significantly higher than the means of the other two measurements. The mean values of the second and the third measurement in the second group were close to each other and were significantly higher than the mean value of the first measurement. All three mean values in the third group were significantly different. The lowest value was recorded in the first measurement and the highest was recorded in the second measurement.

The HF parameter in the first and the third measurement was not significantly different in each study group. The mean value in the second measurement in the control group was significantly lower than the others. No significant differences between consecutive measurements were noted only in the control group. The mean values in the three measurements in the first experimental group were different. The highest value was noted in the second measurement and the lowest was in the first measurement. The mean values in the second and the third measurement in the second and the third group were close to each other and were significantly higher than the mean value of the first measurement.

The LF/HF parameter in all measurements was significantly different in each study group. The mean value of the first and second measurement in the third experimental group was significantly different than in the others. The mean values of the third measurement in the second and the third group were close to each other and were significantly higher than the mean value in the first

Table 1
The rectal and surface temperature of the horse's body (means \pm SD; °C)

Experimental groups	First group	Second group	Third group	Control group
Rectal temperature				
First measurement	36.70 \pm 0.23 ^{ax}	36.75 \pm 0.35 ^{ax}	37.10 \pm 0.14 ^{ax}	37.10 \pm 1.27 ^{ax}
Second measurement	37.01 \pm 0.55 ^{ax}	37.55 \pm 0.49 ^{ay}	38.20 \pm 0.28 ^{by}	37.05 \pm 0.07 ^{ax}
Third measurement	37.10 \pm 0.67 ^{ax}	36.95 \pm 0.07 ^{ax}	37.20 \pm 0.77 ^{ax}	36.95 \pm 0.07 ^{ax}
Body surface temperature				
First measurement	14.46 \pm 1.59 ^{ax}	15.91 \pm 1.26 ^{acx}	16.40 \pm 1.45 ^{bcx}	13.50 \pm 0.71 ^{ax}
Second measurement	18.93 \pm 2.77 ^{ay}	25.42 \pm 1.70 ^{by}	28.90 \pm 1.81 ^{cy}	12.97 \pm 0.25 ^{dx}
Third measurement	16.38 \pm 2.44 ^{ax}	21.60 \pm 1.45 ^{by}	23.37 \pm 1.10 ^{cz}	13.03 \pm 0.53 ^{dx}

a, b, c—data in rows with different superscripts differ significantly at $P \leq 0.05$. x, y, z—data in columns with different superscripts differ significantly at $P \leq 0.05$.

Table 2
The heart rate parameters (means ± SD)

Experimental groups	First group	Second group	Third group	Control group
LF (ms ²)				
First measurement	1227.00 ± 769.30 ^{ax}	1320.00 ± 1015.97 ^{ax}	1390.50 ± 825.16 ^{ax}	1269.00 ± 846.67 ^{ax}
Second measurement	2597.00 ± 807.70 ^{ay}	2105.00 ± 1289.76 ^{ay}	3647.50 ± 901.34 ^{by}	1200.50 ± 674.95 ^{cx}
Third measurement	1012.00 ± 988.09 ^{ax}	2133.00 ± 1089.50 ^{by}	2846.00 ± 1144.66 ^{bz}	1275.00 ± 1074.95 ^{ax}
HF (ms ²)				
First measurement	441.50 ± 220.51 ^{ax}	571.00 ± 246.67 ^{ax}	436.50 ± 211.02 ^{ax}	513.00 ± 314.14 ^{ax}
Second measurement	987.50 ± 480.72 ^{ay}	932.50 ± 577.07 ^{ay}	930.00 ± 476.37 ^{ay}	457.00 ± 235.36 ^{bx}
Third measurement	647.00 ± 300.41 ^{az}	833.50 ± 592.63 ^{ay}	903.50 ± 467.58 ^{ay}	599.00 ± 324.45 ^{ax}
LF/HF (%)				
First measurement	277.85 ± 122.79 ^{ax}	231.12 ± 101.42 ^{ax}	392.97 ± 113.36 ^{bx}	247.34 ± 132.28 ^{ax}
Second measurement	266.45 ± 124.33 ^{ax}	220.78 ± 120.06 ^{ax}	395.75 ± 186.40 ^{bx}	263.52 ± 121.47 ^{ax}
Third measurement	156.04 ± 104.86 ^{ay}	258.77 ± 151.49 ^{bcx}	323.07 ± 187.00 ^{bx}	218.88 ± 157.99 ^{acx}

a, b, c—data in rows with different superscripts differ significantly at $P \leq 0.05$. x, y, z—data in columns with different superscripts differ significantly at $P \leq 0.05$.

group. Moreover, the mean value in the control group was similar to the mean value in the first and the second experimental group. Significant differences between measurements were noted only in the first experimental group. In this case, the mean value in the third measurement was significantly lower than in the others.

The walking step length in each study group and in each measurement was not significantly different (Table 3). However, differences were observed in the trotting step length. The mean value of the final measurement in the third experimental group was significantly higher than in the other groups. It was also higher than the mean value of the initial measurement.

Discussion

The study found that the use of different types of blankets had variable effects on the parameters under study in geriatric horses. The use of a medium and a thick blanket increased the horses' rectal temperature significantly. This result is important for two reasons. First, the rectal body temperature should be stable in horses as they are warm-blooded animals (Hill et al., 2004) and it is important to the horse carer to be able to respond to temperature fluctuations (Wallsten et al., 2012). Second, the importance of these findings increases for geriatric horses, whose body temperature is usually lower compared to young and adult horses (Gill, 2003). Hypothermia should be regarded as an adverse factor in terms of prognosis as it is caused by a multicausal decrease in the heat produced by the body due to progressive circulatory insufficiency, metabolic disorders, and movement restrictions (Wong, 1983). The commonly applied methods of increasing the rectal body temperature seem to be of special value for older horses, especially since this parameter oscillated on the border of hypothermia (McCullough and Arora, 2004). At this stage of analyzing the results, it can be concluded that the use of blankets is one of such methods, but they must be blankets for a transition period or warmer blankets.

However, in assessing the positive effect of using blankets on the rectal temperature increase of geriatric horses, it should be noted that any increase in rectal temperature can be transient. The

temperature can return to the initial value within one hour after the blanket removal. These results are not surprising because an increase in the body temperature of a warm-blooded animal is possible only when a thermoinsulating cover is used (Sessler, 2014). In that study, a blanket must have been used as such a cover. When attempting to increase the rectal temperature of older horses, one should not remove the blankets, or the time spent by horses without blankets should be reduced to a minimum.

Much more detailed information was acquired by analyzing the horses' body surface temperature. The use of each type of blanket seemed to cause a significant increase in the horses' body surface temperature compared to the body temperature of horses not covered with a blanket. It was important not only whether a horse was covered or not, but also what kind of blanket was used. The results were unambiguous enough to allow for a blanket ranking to be prepared with an increasing effect on the geriatric horses' body surface temperature increase in winter. According to the ranking, a thick blanket was the first, followed by a medium and a thin blanket. These findings suggest that the use of the thickest possible blankets in geriatric horses in winter is justified. It would be interesting to compare a study on geriatric horses with the findings of a study conducted by Mejdell et al. (2019) regarding the choice of a blanket to be worn by adult horses, although no such choice appears necessary for geriatric horses.

It is also noteworthy that although the surface temperature started to decrease once the blankets were removed, it was significantly higher after 60 minutes than the surface body temperature of horses without blankets. Therefore, it seems that temporary removal of blankets (e.g., for grooming) from horses which wear blankets all the time and do not exhibit hypothermia should not result in excessive cooling of the body. This result should alleviate the concerns of owners of geriatric horses about the potential effects of cold temperatures even after removing the blanket for a short time from horses which have the right rectal temperature.

Another issue dealt with in the study was an analysis of the effect of blankets on the heart rate variability in horses. The findings suggest that blanket removal resulted in an increase in the activity

Table 3
The step length when walking and trotting (means ± SD; cm)

Experimental groups	First group	Second group	Third group	Control group
Walk				
Initial measurement	172.74 ± 44.62 ^{ax}	172.15 ± 37.28 ^{ax}	161.50 ± 60.61 ^{ax}	169.00 ± 74.24 ^{ax}
Final measurement	188.14 ± 64.34 ^{ax}	175.50 ± 59.19 ^{ax}	187.50 ± 64.85 ^{ax}	167.00 ± 54.14 ^{ax}
Trot				
Initial measurement	250.42 ± 77.79 ^{ax}	272.00 ± 89.98 ^{ax}	294.50 ± 88.39 ^{ax}	259.50 ± 74.95 ^{ax}
Final measurement	297.14 ± 71.61 ^{ax}	307.00 ± 61.31 ^{ax}	365.00 ± 63.74 ^{by}	251.50 ± 103.54 ^{ax}

a, b, c—data in rows with different superscripts differ significantly at $P \leq 0.05$. x, y, z—data in columns with different superscripts differ significantly at $P \leq 0.05$.

of both ANS components. According to Hotta and Uchida (2010), aging and various diseases, chronic stress, fatigue, and depression are accompanied by a reduction in the physiological heart arrhythmia and the cardiac response to environment disturbances. Those authors claim that as the heart rate becomes increasingly random, it manifests itself in decreasing HRV. Upsetting the sympathetic-parasympathetic balance, determined by the HRV analysis, is regarded as one of the strongest predictors of an increased risk of death. Low values of the HRV indices indicate a smaller effect of the ANS on the sinus rhythm.

In analyzing the results of this study, it should be noted that the activity of the sympathetic system increased more (a three-fold increase in the LH in the third group in the second measurement) than the parasympathetic system (a two-fold increase in the same measurement). As the findings of the study conducted by La Rovere et al. (1998) suggest general HRV power decreases with age, which is illustrated mainly by a decrease in the HF spectrum power and—to a lesser extent—by a decrease in the LF spectrum power. Therefore, the findings of this study can be regarded as consistent with those cited. The beneficial effect of the HRV regulation in geriatric horses was augmented by the use of blankets. According to Montano et al. (2009), aging and various diseases, chronic stress, fatigue, and depression are accompanied by reducing the effective regulation loops which control the heart rate and by reducing the effect of noncardiac factors on the cyclic activity of the sinoatrial node. Therefore, it may be suggested that covering horses with blankets contributes to an increase in the activity of the ANS, which translates directly to the increased vitality of geriatric horses.

The LF/HF parameter in geriatric horses did not change when blankets were used. According to the findings of a cross-sectional study by Zulfiqar et al. (2010), and by two groups of Italian researchers (Piccirillo et al., 1998; Paolisso et al., 1999), low values of the LF/HF ratio are beneficial in terms of prognosis in geriatric animals. However, the conclusions drawn by Shimizu et al. (2002) based on a comparative prospective study are different. The results of this study and the discrepancy in the LF/HF ratio findings in the cited studies suggest the low usability of this parameter in evaluating the factors affecting the ANS activity in geriatric animals.

An analysis of the motion parameters showed that the effect of different types of blankets on increasing the walking and trotting step length was not spectacular. However, it was noted that the trotting step length was found to be elongated when a thick blanket was used. This finding may be regarded as particularly important because symptoms of shortening the step and lameness in horses are particularly observed in trotting (Weishaupt et al., 2004). A motion defect is often associated with painfulness in the upper parts of muscles in the hind legs and the shoulder muscles (McGowan et al. 2007a). It may be the case that warming up a body under a thick blanket results in relaxation of these muscles, which has a similar effect to a massage (Ridgway and Harman, 1999).

It is also noteworthy that geriatric horses suffer from many ailments of the motor system, which sometimes make euthanasia necessary. According to Janus et al. (2005), the symptoms of frequently occurring arthritis and joint degeneration cause discomfort in movement and become exacerbated when the weather suddenly changes, especially in winter. These ailments may block an increase in motor performance even after the main muscle groups are warmed, which is more marked in trotting than in walking.

Conclusion

The use of horse blankets in winter has a positive effect on an increase in geriatric horses' body surface temperature and thicker blankets produced more significant effects. For thick winter

blankets, one would expect an increase in the rectal temperature and elongation of the trotting step. Therefore, it is recommended that they should be used at all times for geriatric horses prone to hypothermia and horses with painful muscles in the hind legs and the shoulder as the most common cause of reducing the length of the trotting step. The use of blankets should also result in a general improvement in body vitality, which is demonstrated by a general increase in the activity of the autonomic nervous system, especially in the sympathetic system.

Ethical considerations

Animal care and experimental procedures were in accordance with the European Committee Regulations on Protection of Experimental Animals and were approved by the Local Ethic Review Committee for Animal Experiments.

References

- Brosnahan, M.M., Paradis, M.R., 2003. Assessment of clinical characteristics, management practices, and activities of geriatric horses. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 223 (1), 9–103.
- Essner, A., Sjöström, R., Ahlgren, E., Lindmark, B., 2013. Validity and reliability of Polar® RS800CX heart rate monitor, measuring heart rate in dogs during standing position and at trot on a treadmill. *Physiol. Behav.* 114–115, 1–5.
- Gehlen, H., Bildheim, L.-M., 2018. Evaluation of age-dependent changes of myocardial velocity using pulsed wave and colour tissue Doppler imaging in adult warmblood horses. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 102, 1731–1742.
- Gill, J., 2003. *Fizjologia Konia. (Horse Physiology)* Wydaw. Sport. Warsaw, Poland.
- Hausberger, M., Roche, H., Henry, S., Visser, K., 2008. A review of the human–horse relationship. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 109 (1), 1–24.
- Hill, R.W., Wyse, G.A., Anderson, M., Anderson, M., 2004. *Animal Physiology, Vol. 2.* Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Hotta, H., Uchida, S., 2010. Aging of the autonomic nervous system and possible improvements in autonomic activity using somatic afferent stimulation. *Geriatr. Gerontol. Int.* 10, S127–S136.
- <https://qgis.osgeo.org>, 2019. Accessed January 23, 2019.
- <https://www.getpaint.net>, 2019. Accessed February 16, 2019.
- Ireland, J.L., Clegg, P.D., McGowan, C.M., McKane, S.A., Chandler, K.J., Pinchbeck, G.L., 2012. Disease prevalence in geriatric horses in the United Kingdom: veterinary clinical assessment of 200 cases. *Equine Vet. J.* 44 (1), 101–106.
- Janczarek, I., Stachurska, A., Wilk, I., 2013. Correlation between kinematic parameters of the free jumping horse in the first approach stride. *Acta Agric. Scand. A Anim. Sci.* 63 (2), 57–67.
- Janus, D., Drabiszczak, J., Zakrzewska, A., 2005. The influence of weather on articular complaints of patients with osteoarthritis. *Reumatologia* 43 (4), 201–205.
- La Rovere, M.T., Bigger Jr., J.T., Marcus, F.I., Mortara, A., Schwartz, P.J., ATRAMI (Autonomic Tone and Reflexes After Myocardial Infarction) Investigators, 1998. Baroreflex sensitivity and heart-rate variability in prediction of total cardiac mortality after myocardial infarction. *Lancet* 351 (9101), 478–484.
- McCullough, L., Arora, S., 2004. Diagnosis and treatment of hypothermia. *Am. Fam. Physician* 70 (12), 2325–2332.
- McGowan, C., Goff, L., Stubbs, N., 2007. *Animal Physiotherapy. Assessment, Treatment and Rehabilitation of Animals.* Blackwell Publishing, Chichester, UK.
- McGowan, C.M., Stubbs, N.C., Jull, G.A., 2007a. Equine physiotherapy: a comparative view of the science underlying the profession. *Equine Vet. J.* 39 (1), 90–94.
- Mejdell, C.M., Jørgensen, G.H., Buvik, T., Torp, T., Bøe, K.E., 2019. The effect of weather conditions on the preference in horses for wearing blankets. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 212, 52–57.
- Miller, M.A., Moore, G.E., Bertin, F.R., Kritchevsky, J.E., 2016. What's new in old horses? Postmortem diagnoses in mature and aged equids. *Vet. Pathol.* 53 (2), 390–398.
- Montano, N., Porta, A., Cogliati, C., Costantino, G., Tobaldini, E., Casali, K.R., Iellamo, F., 2009. Heart rate variability explored in the frequency domain: a tool to investigate the link between heart and behavior. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 33 (2), 71–80.
- Mueller, M., Sween, C., Frank, N., Paradis, M., 2018. Survey of human–horse relationships and veterinary care for geriatric horses. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 253 (3), 337–345.
- Paolisso, G., Manzella, D., Barbieri, M., Rizzo, M.R., Gambardella, A., Varricchio, M., 1999. Baseline heart rate variability in healthy centenarians: differences compared with aged subjects (> 75 years old). *Clin. Sci.* 97 (5), 579–584.
- Piccirillo, G., Bucca, C., Bauco, C., Cinti, A.M., Michele, D., Fimognari, F.L., Marigliano, V., 1998. Power spectral analysis of heart rate in subjects over a hundred years old. *Int. J. Cardiol.* 63 (1), 53–61.
- Ralston, S.L., 2001. Management of the geriatric horses. *Advances in Equine Nutrition II.* Nottingham Press, Nottingham, pp. 393–396.
- Ridgway, K., Harman, J., 1999. Equine back rehabilitation. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 15 (1), 263–280.

- SAS, S., 2003. Institute Inc. SAS/IML Software: Usage and Reference, Version, 6. SPSS Inc, Chicago, IL.
- Sessler, D.I., 2014. Temperature monitoring: the consequences and prevention of mild perioperative hypothermia. *South. Afr. J. Anaesth. Analg.* 20 (1), 25–31.
- Shimizu, K., Arai, Y., Hirose, N., Yonemoto, T., Wakida, Y., 2002. Prognostic significance of heart rate variability in centenarians. *Clin. Exp. Hypertens.* 24 (1-2), 91–97.
- Tarvainen, M.P., Niskanen, J.P., Lipponen, J.A., Ranta-Aho, P.O., Karjalainen, P.A., 2014. Kubios HRV—heart rate variability analysis software. *Comput. Methods Programs Biomed.* 113 (1), 210–220.
- Thompson, R.L., Hayward, J.S., 1996. Wet-cold exposure and hypothermia: thermal and metabolic responses to prolonged exercise in rain. *J. Appl. Physiol.* 81 (3), 1128–1137.
- Turner, T.A., 2001. Diagnostic thermography. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 17 (1), 95–114.
- Van Hoogmoed, L.M., Snyder, J.R., 2002. Use of infrared thermography to detect injections and palmar digital neurectomy in horses. *Vet. J.* 164 (2), 129–141.
- Vanderperren, K., Gielen, I., Van Caelenberg, A., Van der Vekens, E., Raes, E.V., Hauspie, S., van Bree, H., Saunders, J.H., 2012. Ultrasonographic appearance of bony abnormalities at the dorsal aspect of the fetlock joint in geriatric cadaver horses. *Vet. J.* 193 (1), 129–134.
- Viñuela-Fernández, I., Jones, E., Welsh, E., Fleetwood-Walker, S., 2007. Pain mechanisms and their implication for the management of pain in farm and companion animals. *Vet. J.* 174 (2), 227–239.
- Von Borell, E., Langbein, J., Després, G., Hansen, S., Leterrier, C., Marchant-Forde, J., Valance, D., 2007. Heart rate variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals—a review. *Physiol. Behav.* 92 (3), 293–316.
- Wallsten, H., Olsson, K., Dahlborn, K., 2012. Temperature regulation in horses during exercise and recovery in a cool environment. *Acta Vet. Scand.* 54 (1), 42.
- Weishaupt, M.A., Wiestner, T., Hogg, H.P., Jordan, P., Auer, J.A., 2004. Compensatory load redistribution of horses with induced weightbearing hindlimb lameness trotting on a treadmill. *Equine Vet. J.* 36 (8), 727–733.
- Wiśniewska, M., Janczarek, I., Wilk, I., Wnuk-Pawlak, E., 2019. Use of music therapy in aiding the relaxation of geriatric horses. *J. Equine Vet. Sci.* 78, 89–93.
- Wong, K., 1983. Physiology and pharmacology of hypothermia. *West. J. Med.* 138 (2), 227.
- Zulfiqar, U., Jurivich, D.A., Gao, W., Singer, D.H., 2010. Relation of high heart rate variability to healthy longevity. *Am. J. Cardiol.* 105 (8), 1181–1185.

12.2. OŚWIADCZENIE AUTORA PRACY DOKTORSKIEJ

12.2. OŚWIADCZENIE AUTORA PRACY DOKTORSKIEJ

Oświadczenie Autora rozprawy doktorskiej

Mgr inż. Marcjanna Małgorzata Ratz
Katedra Hodowli i Żywienia Zwierząt
Wydział Hodowli i Biologii Zwierząt
Politechnika Bydgoska
Ul. Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz

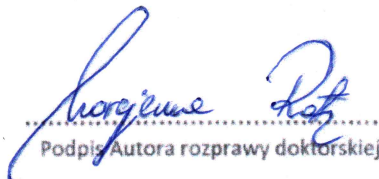
OŚWIADCZENIE

Oświadczam, iż mój wkład autorski w niżej wymienionych artykułach naukowych stanowiących cykl publikacji rozprawy doktorskiej był następujący:

1. **Wiśniewska M.**, Janczarek I., Piwczynski D., The Aging Phenomenon of Horses With References to Human-Horse Relations, Journal of Equine Veterinary Science, 2019,73, s. 37-42, DOI: 10.1016/j.jevs.2018.11.005, punktacja MNiSW₂₀₁₈ = 25 pkt., Impact Factor₂₀₁₈ = 0,927
Indywidualny udział Doktoranta 50%
Wykonane zadania przez doktoranta w ramach artykułu:
 - a) Zebranie i analiza piśmiennictwa
 - b) Opracowanie i redakcja manuskryptu
2. **Wiśniewska M.**, Janczarek I., Wilk I., Wnuk-Pawlak E., Use of music therapy in aiding the relaxation of geriatric horses, Journal of Equine Veterinary Science, 2019, 78, s. 89-93, DOI:10.1016/j.jevs.2018.12.011 MNiSW₂₀₁₉ = 70 pkt., Impact Factor₂₀₁₉ = 1,100
Indywidualny udział Doktoranta 50%
Wykonane zadania przez Doktoranta w ramach artykułu:
 - a) Koncepcja badań
 - b) Przeprowadzenie doświadczenia
 - c) Opracowanie i interpretacja wyników
 - d) Współredagowanie manuskryptu
3. Janczarek I., **Wiśniewska M.**, Wnuk-Pawlak E., Wilk I., Effects of horse blankets on the physiological and motion parameters of geriatric horses, Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research, 2020, 38, s. 32-37, DOI: 10.1016/j.jveb.2020.03.008, punktacja MNiSW₂₀₂₀ = 100 pkt., Impact Factor₂₀₂₀ = 1,938
Indywidualny udział Doktoranta 40%
Wykonane zadania przez Doktoranta w ramach artykułu:
 - a) Przeprowadzenie doświadczenia
 - b) Opracowanie i interpretacja wyników
 - c) Przygotowanie i analiza piśmiennictwa

3.10.2021

.....
miejsowość, data


.....
Podpis Autora rozprawy doktorskiej

12.3. OŚWIADCZENIA WSPÓŁAUTORÓW PRACY DOKTORSKIEJ

Oświadczenie Współautora

Prof. dr hab. Iwona Janczarek
Katedra Hodowli i Użytkowania Koni
Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
Ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

OŚWIADCZENIE

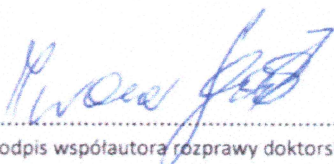
Oświadczam, iż mój wkład autorski w niżej wymienionych artykułach naukowych był następujący:

- 1. Wiśniewska M., Janczarek I., Piwczyński D., The Aging Phenomenon of Horses With References to Human-Horse Relations, Journal of Equine Veterinary Science, 2019, 73, s. 37-42, DOI: 10.1016/j.jevs.2018.11.005, punktacja MNiSW₂₀₁₈ = 25 pkt., Impact Factor₂₀₁₈ = 0,927**
Wykonane zadania w ramach artykułu:
a) zebranie i analiza piśmiennictwa
b) współredagowanie manuskryptu
Indywidualny udział współautora: 40%
- 2. Wiśniewska M., Janczarek I., Wilk I., Wnuk-Pawlak E., Use of music therapy in aiding the relaxation of geriatric horses, Journal of Equine Veterinary Science, 2019, 78, s. 89-93, DOI:10.1016/j.jevs.2018.12.011, punktacja MNiSW₂₀₁₉ = 70 pkt., Impact Factor₂₀₁₉ = 1,100**
Wykonane zadania w ramach artykułu:
a) zebranie i analiza piśmiennictwa
b) końcowa redakcja manuskryptu
Indywidualny udział współautora: 30%
- 3. Janczarek I., Wiśniewska M., Wnuk-Pawlak E., Wilk I., Effects of horse blankets on the physiological and motion parameters of geriatric horses, Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research, 2020, 38, s. 32-37, DOI: 10.1016/j.jveb.2020.03.008, punktacja MNiSW₂₀₂₀ = 100 pkt., Impact Factor₂₀₂₀ = 1,938**
Wykonane zadania w ramach artykułu:
a) koncepcja badań
b) redakcja manuskryptu
Indywidualny udział współautora: 50%

Jednocześnie wyrażam zgodę na przedłożenie wyżej wymienionych prac przez mgr inż. Marcjanę Ratz jako część rozprawy doktorskiej opartej na zbiorze opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych.

Lublin 09.10.21

miejsce, data


Podpis współautora rozprawy doktorskiej

Oświadczenie Współautora

Dr inż. Elżbieta Wnuk-Pawlak
Katedra Hodowli i Użytkowania Koni
Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
Ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

OŚWIADCZENIE

Oświadczam, iż mój wkład autorski w niżej wymienionych artykułach naukowych był następujący:

4. **Wiśniewska M.**, Janczarek I., Wilk I., Wnuk-Pawlak E., Use of music therapy in aiding the relaxation of geriatric horses, *Journal of Equine Veterinary Science*, 2019, 78, s. 89-93, DOI:10.1016/j.jevs.2018.12.011, punktacja MNiSW₂₀₁₉ = 70 pkt., *Impact Factor*₂₀₁₉ = 1,100
Wykonane zadania w ramach artykułu:
a) zebranie i analiza piśmiennictwa
Indywidualny udział współautora: 10%

5. Janczarek I., **Wiśniewska M.**, Wnuk-Pawlak E., Wilk I., Effects of horse blankets on the physiological and motion parameters of geriatric horses, *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, 2020, 38, s. 32-37, DOI: 10.1016/j.jveb.2020.03.008, punktacja MNiSW₂₀₂₀ = 100 pkt., *Impact Factor*₂₀₂₀ = 1,938
Wykonane zadania w ramach artykułu:
a) analiza statystyczna
Indywidualny udział współautora: 5%

Jednocześnie wyrażam zgodę na przedłożenie wyżej wymienionych prac przez mgr inż. Marcjanę Ratz jako część rozprawy doktorskiej opartej na zbiorze opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych.

Lublin, 06.10.2021.

miejsowość, data

Podpis współautora rozprawy doktorskiej

Oświadczenie Współautora

Dr hab. inż. Izabela Wilk
Katedra Hodowli i Użytkowania Koni
Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
Ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

OŚWIADCZENIE

Oświadczam, iż mój wkład autorski w niżej wymienionych artykułach naukowych był następujący:

1. **Wiśniewska M.**, Janczarek I., Wilk I., Wnuk-Pawlak E., Use of music therapy in aiding the relaxation of geriatric horses, Journal of Equine Veterinary Science, 2019, 78, s. 89-93, DOI:10.1016/j.jevs.2018.12.011, punktacja MNiSW₂₀₁₉ = 70 pkt., *Impact Factor*₂₀₁₉ = 1,100
Wykonane zadania w ramach artykułu:
a) analiza statystyczna
Indywidualny udział współautora: 10%
2. Janczarek I., **Wiśniewska M.**, Wnuk-Pawlak E., Wilk I., Effects of horse blankets on the physiological and motion parameters of geriatric horses, Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research, 2020, 38, s. 32-37, DOI: 10.1016/j.jveb.2020.03.008, punktacja MNiSW₂₀₂₀ = 100 pkt., *Impact Factor*₂₀₂₀ = 1,938
Wykonane zadania w ramach artykułu:
b) analiza statystyczna
Indywidualny udział współautora: 5%

Jednocześnie wyrażam zgodę na przedłożenie wyżej wymienionych prac przez mgr inż. Marcjanę Ratz jako część rozprawy doktorskiej opartej na zbiorze opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych.

Lublin 04.10.2021

miejsowość, data

Izabela Wilk

Podpis współautora rozprawy doktorskiej

Oświadczenie Współautora

Dr hab. inż. Dariusz Piwczyński
Katedra Biotechnologii i Genetyki Zwierząt
Wydział Hodowli i Biologii Zwierząt
Politechnika Bydgoska im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich
Ul. Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz

OŚWIADCZENIE

Oświadczam, iż mój wkład autorski w niżej wymienionym artykule naukowym był następujący:

1. **Wiśniewska M.**, Janczarek I., Piwczyński D., The Aging Phenomenon of Horses With References to Human-Horse Relations, Journal of Equine Veterinary Science, 2019,73, s. 37-42, DOI: 10.1016/j.jevs.2018.11.005, punktacja MNiSW₂₀₁₈ = 25 pkt., Impact Factor₂₀₁₈ = 0,927

Wykonane zadania w ramach artykułu:

- a) współredagowanie manuskryptu

Jednocześnie wyrażam zgodę na przedłożenie wyżej wymienionej pracy przez mg inż. Marcjanę Ratz jako część rozprawy doktorskiej opartej na zbiorze opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych.

Bydgoszcz, 3.10.2021 r.

.....
miejsowość, data



.....
Podpis współautora rozprawy doktorskiej