

The influence of lateralization and curvature of race tracks on the asymmetry and injuries of the locomotor system in racing horses

Dzierżęcka M.¹, Barszcz K.¹, Komosa M.²,
Department of Morphological Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Warsaw University of Life Sciences – SGGW¹, Division of Animal Anatomy, Institute of Zoology, University of Life Sciences in Poznań²

The aim of this article was to present an important cause of racing horse traumas. Uneven body load distribution in horses, which results both from the use and the innate lateralization, has inspired many scientists and practitioners to study its influence on the asymmetry and injuries of individual structures of the equine locomotor system. Following several analyses it was determined that training routine of racing horses significantly affects the number of traumas of various anatomical structures of bilateral thoracic and pelvic limbs. Basing on the data from literature and the own observations, it was determined that most injuries occur in pelvic limbs. The problem of pelvic limbs asymmetry is discussed, basing on the example of morphometry of bilateral thigh bones and metacarpus III. This paper also presents the effect that uneven load on pelvic limbs has on injuries of tendons located in autopodial areas. Moreover, basing on the authors' own observations, it was determined that uneven limb load in racing horses has no significant influence on the frequency of bilateral fractures of pelvic bones or on the diversity of their microstructure.

Keywords: racing horses, locomotor system, injuries.

Wpływ lateralizacji i zakrzywienia torów wyścigowych na asymetrię oraz urazowość aparatu ruchu koni wyścigowych

Małgorzata Dzierżęcka¹, Karolina Barszcz¹, Marcin Komosa²

z Katedry Nauk Morfologicznych Wydziału Medycyny Weterynaryjnej w Warszawie¹ i Zakładu Anatomii Zwierząt Instytutu Zoologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu²

Szczególną cechą nie tylko człowieka, Słecz także wyżej uorganizowanych ssaków, zwłaszcza naczelnych, jest skłonność lewo- lub prawostronna, czyli asymetria czynnościowa, zwana lateralizacją (stronnością), z wyraźną przewagą osobników prawostronnych (1, 2). U ludzi przyjęło się powszechnie stosować określenia: „praworęczność” lub „leworęczność”, co wynika z faktu, iż to właśnie używanie określonej ręki do większości czynności w najwyraźniejszy sposób manifestuje prawostronność lub lewostronność danej osoby. Szacuje się, iż w populacji ludzi, w zależności od rejonu świata, odsetek osobników prawostronnych waha się od 76 do 99% (3, 4). Wykazują oni naturalną skłonność do ruchu w lewo, co oznacza, że nie poruszają się w ustawieniu prostym, lecz przejawiają tendencję do skrętu ciała w jedną stronę. Chociaż lateralizacją zajmowano się głównie u ssaków naczelnych, stwierdzono ją także u koni (5, 6). Szacuje się, że prawostronność przejawia nawet do 80% populacji tego gatunku i można ją zaobserwować

u wszystkich typów użytkowych. Manifestuje się ona głównie poprzez częstsze rozpoczynanie galopu z kończyny miednicznej prawej, kiedy to kończyną wiodącą jest kończyna piersiowa lewa, która jako pierwsza wysuwana jest do przodu podczas akcji w galopie. Warto dodać, iż u ssaków czworonożnych interpretacja stronności nastręcza pewnych trudności. U ludzi naturalną tendencją do ruchu w lewo wykazują osobniki prawostronne. Z kolei u koni preferencję do skrętu ciała w lewą stronę powszechnie interpretuje się jako lewostronność. Należy jednak podkreślić, iż koń, galopując na tzw. lewą nogę, rozpoczyna galop od kończyny miednicznej prawej. Za teorią prawostronności koni przemawia także fakt, że u wielu osobników preferujących galop w lewo mięśnie strony prawej są silniej wykształcone niż lewej. Tendencja do lekkiego skrętu w lewą stronę powoduje także lepsze rozciągnięcie mięśni strony prawej. Osobniki prawostronne mają także naturalną skłonność do „wyłamywania” w lewo. Oznacza to, że

w momencie zagrożenia lub bezpośrednio przed naskakiwaną przeszkodą uskakują zwykle we wspomnianym kierunku.

Prawo- lub lewostronność konia można stwierdzić podczas lonżowania. Konie niechętnie poruszają się w trudniejszą dla nich stronę. Przy lonży skróconej do 3–4 metrów zwierzę ma wyraźną trudność z zagalopowaniem na niewłaściwą dla niego nogę. Według danych literaturowych dla większości koni jest to strona prawa. Należy podkreślić, że już u nowo narodzonego zwierzęcia można stwierdzić prawo- lub lewostronność. Jedna z hipotez podaje, iż w łonie matki źrebię przyjmuje pozycję skrzywioną w określonej stronie, na skutek określonych skłonności psychiczno-nerwowych (5).

Galop rozpoczynający się od kończyny piersiowej lewej koni prawostronnych jest dłuższy i płynniejszy. Stąd też na torach wyścigowych lewokierunkowych są one szybsze. Koń poruszający się po linii prostej zdecydowanie częściej galopuje na nogę dla niego właściwą, którą dla osobnika prawostronnego jest kończyna piersiowa lewa. W skrajnych przypadkach prawostronność konia może przybrać takie rozmiary, iż mięśnie lewej strony będą gorzej rozwinięte. Obserwuje się wówczas tendencję do przekrzywania siodła na lewą stronę (5).

Niektóre sposoby użytkowania koni dodatkowo zwiększają asymetryczne obciążenie jednej ze stron ciała. Dzieje się tak w przypadku osobników wyścigowych, co jest spowodowane zakrzywieniem torów wyścigowych i treningowych oraz faktem, iż gonitwy w większości krajów, w tym w Polsce, rozgrywane są w lewą stronę. Konie, galopując po łuku, przenoszą ciężar ciała na wspomnianą stronę. Stąd też pierwszą wysuwaną do przodu kończyną, podczas akcji w galopie wyścigowym w lewo jest kończyna piersiowa lewa, zwana kończyną prowadzącą. Koń poruszający się po łuku w lewą stronę powinien galopować „na lewą nogę”, tak aby kończyna prowadząca zgadzała się z kierunkiem zakrętu. Analogicznie osobnik, galopując w prawą stronę powinien galopować „na prawą nogę”. Galop na przeciwną kończynę, zwany kontrgalopem, jest dla koni niezwykle męczący.

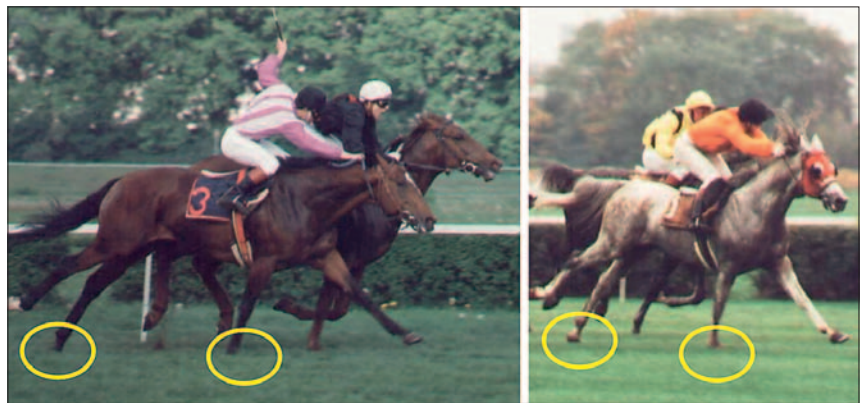
Galop wyścigowy, zwany cwałem, jest chodem czterotaktowym. Składa się z czterech, bezpośrednio po sobie następujących skoków, pomiędzy którymi wyraźnie widać fazę lotu (ryc. 1). Podczas galopu w lewą stronę, gdy kończyną wiodącą jest kończyna piersiowa lewa, po fazie lotu pierwszą kończyną nawiązującą styczność z podłożem jest zewnętrzna kończyna miedniczna, czyli prawa (ryc. 2). Następnie, prawie równocześnie dochodzi do kontaktu z podłożem kończyn przekątnych – wewnętrznej



Ryc. 1. Faza lotu w galopie wyścigowym



Ryc. 2. Takt pierwszy – odbicie od podłoża prawą kończyną miedniczną



Ryc. 3. Takt drugi – kontakt z podłożem kończyn przekątnych: lewa miedniczna i prawa piersiowa

kończyny miednicznej, czyli lewej (takt drugi), oraz zewnętrznej kończyny piersiowej, czyli prawej (takt trzeci). Dochodzi wówczas do maksymalnego wysunięcia lewej kończyny piersiowej do przodu, tzw. kończyny wiodącej (ryc. 3). Po oderwaniu się lewej kończyny miednicznej od podłoża (takt drugi), następuje takt trzeci – uderzenie o podłoże prawej kończyny piersiowej. Ostatnią kończyną stawianą na podłożu przed fazą lotu jest kończyna piersiowa lewa, na którą następnie zostaje przeniesiony ciężar ciała rozpędzonego zwierzęcia (takt czwarty; ryc. 4).

Fakt nierównomiernego obciążenia ciała konia, wynikający zarówno ze sposobu użytkowania, jak również z wrodzonej lateralizacji, zainspirował wielu naukowców

i lekarzy praktyków do zbadania jego wpływu na asymetrię oraz urazowość poszczególnych struktur aparatu ruchu. W wyniku przeprowadzonych analiz wykazano, że charakter treningu koni wyścigowych ma istotny wpływ na urazowość wielu struktur anatomicznych obu stron kończyn zarówno piersiowych, jak i miednicznych (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14).

Analizując częstość występowania urazów aparatu ruchu u koni wyścigowych pełnej krwi angielskiej, stwierdzono, że zdecydowanie częściej dotyczą one kończyn piersiowych (15, 16). Związane jest to głównie z ich większym obciążeniem podczas biegu (8, 17, 18, 19). Ponadto różnice w częstości występowania urazów w kończynach piersiowych i miednicznych są



Ryc. 4. Takt czwarty – przeniesienie ciężaru ciała na kończynę piersiową lewą (kończynę wiodącą)



Ryc. 5. Lokalizacja najbardziej urazowych ścięgien mięśni: A – odcinek autopodialny, B – preparat anatomiczny, 1 – staw śródrečno-członowy (pęciny), 2 – m. zginacz głęboki palców, 3 – m. zginacz powierzchowny palców, 4 – m. międzykostny

wynikiem specyficznego dosiadu jeźdźca, w którym masa jego ciała jest przesunięta do przodu względem ciała zwierzęcia, celem wydłużenia akcji konia w galopie (16).

Ponadto wykazano, że różnego rodzaju urazy u koni wyścigowych w większym stopniu dotyczą struktur odcinków obwodowych kończyn (5, 8, 9). Związane jest to z brakiem masy mięśniowej, stanowiącej swoisty mechanizm zabezpieczający (5, 20, 21).

Stwierdzono, że nierównomierne obciążenie kończyn piersiowych ma szczególnie istotny wpływ na różnice w urazowości ścięgien, zlokalizowanych w odcinkach autopodialnych (12). Należy tu wymienić ścięgna: m. zginacza powierzchownego palców (*m. flexor digitorum superficialis*), m. międzykostnego (*m. interosseus*) i m. zginacza głębokiego palców (*m. flexor digitorum profundus*). Badania w tym zakresie przeprowadzono na 187 koniach czystej krwi arabskiej oraz pełnej krwi angielskiej. Na podstawie obserwacji stwierdzono, że zapalenie

ścięgna mięśnia zginacza powierzchownego palców występuje częściej w kończynie wiodącej, czyli tej, która znajduje się po wewnętrznej stronie toru, a zatem w lewej (12, 22). Wykazano także, że kierunek rozgrywania gonitw ma znaczący i istotny statystycznie wpływ na urazowość mięśnia międzykostnego. Do jego zapalenia dochodziło częściej w kończynie piersiowej będącej po stronie zewnętrznej, a więc w przypadku koni trenowanych na warszawskim torze – w kończynie piersiowej prawej (12).

Należy podkreślić, że urazowość wspomnianych ścięgien jest w dużej mierze spowodowana również charakterystyczną dla koni pozycją nadwyprostną palca. Podczas galopu wyścigowego ścięgna mięśni zginaczy palców ulegają bardzo dużym naprężeniom, co często skutkuje przerwaniem włókien ścięgowych. Zjawisku temu sprzyja w szczególności grząska nawierzchnia toru wyścigowego (23).

Przeprowadzono także obserwacje, dotyczące występowania asymetrii w budowie obustronnych kończyn piersiowych u 11 koni wyścigowych pełnej krwi angielskiej. Zwierzęta wykorzystane do badań zostały poddane eutanazji z przyczyn niezwiązanych z kulawizną. Przeprowadzono szczegółową preparację, a następnie wykonano 37 pomiarów każdej z obustronnych kości udowych. Wykazano, że różnice w odniesieniu do pięciu parametrów były istotne statystycznie i większe w kościach udowych lewych. Znaczne różnice dotyczyły: okolicy nasady bliższej (*epiphysis proximalis*) kości udowej, krętarza większego (*trochanter major*), głębokości dołka głowy kości udowej (*fovea capitis ossis femoris*) oraz szerokości pomiędzy nadkłykami bocznym i przyśrodkowym (*epicondylus lateralis et epicondylus medialis*). Ze względu na fakt, iż materiał badawczy pochodził od koni wyścigowych, różnice w budowie pomiędzy obustronnymi kośćmi udowymi tłumaczono asymetrycznym obciążeniem ciała, wynikającym z zakrzywienia toru wyścigowego (13).

Asymetrię szkieletu kończyn piersiowych określano również na podstawie pomiarów kości śródrečna III. Badania przeprowadzono przeżyciowo na 40 koniach pełnej krwi angielskiej. Wykazano istotnie statystycznie różnice dotyczące długości obustronnych kości śródrečna III oraz grubości ich istoty korowej od strony grzbietowej. Grubość istoty korowej była większa w prawych kościach śródrečna III (7).

Na uwagę zasługuje fakt, że, pomimo wyraźnej różnicy w urazowości ścięgien w obustronnych kończynach piersiowych u koni wyścigowych, nie wykazano takiej zależności w odniesieniu do kości (8, 15, 16). Na podstawie komputerowej analizy obrazu radiologicznego programem „Trabecula” dokonano oceny występowania ewentualnych różnic w strukturze istoty gąbczastej pomiędzy prawymi i lewymi kośćmi w kończynach piersiowych, na przykładzie kości pęciny (24, 25). W przebadanej populacji nie wykazano statystycznie istotnych różnic dla następujących parametrów: liczby rozpoznanych beleczek radiologicznych na 1 mm² oznaczonego pola analizy oraz gęstości, wyrażonej jako procent powierzchni pokrytej beleczkami. Ich brak można wiązać z przebudową i modelowaniem mikrostruktury istoty gąbczastej. Aktywność komórek kostnych jest modulowana czynnikami działającymi ogólnie, jak hormony i witaminy oraz czynnikami działającymi miejscowo, m.in. interleukinami (IL-6, IL-3, IL-1) czy też transformującym czynnikiem wzrostu β (TGF β). Dla rozpoczęcia procesu przebudowy kości, a więc zmiany ich struktury beleczkowej, niezbędne są czynniki inicjujące dla prekursorów osteoblastów (26). Istotne są także czynniki fizyczne, które w znaczący sposób przyczyniają się do kształtowania mikrostruktury tkanki kostnej (27, 28, 29).

Należy zaznaczyć, że krótkotrwałe zwiększone obciążenie lewej kończyny piersiowej podczas galopu wyścigowego na zakrzywionym łukowato torze jest wystarczające do spowodowania istotnych statystycznie różnic w urazowości struktur miękkich aparatu ruchu w obustronnych kończynach piersiowych – głównie ścięgien mięśni zginaczy palców (12). Jednakże w przypadku koni wyścigowych nierównomierne obciążenie nie ma istotnego wpływu na częstotliwość złamań pomiędzy obustronnymi kośćmi kończyn piersiowych oraz na zróżnicowanie ich mikrostruktury.

Piśmiennictwo

1. Llorente M., Riba D., Palou L., Carrasco L., Mosquera M., Colell M., Feliu O.: Population-level right-handedness for a coordinated bimanual task in naturalistic housed chimpanzees: replication and extension in 114 animals from Zambia and Spain. *Am. J. Primatol.* 2011, 73, 281-290.

2. Smith H.M., Thompson C.L.: Observations of hand preference in wild groups of white-faced sakis (*Pithecia pithecia*) in Suriname. *Am. J. Primatol.* 2011, **73**, 655-664.
3. Erić M., Koprivčić L., Vučinić N., Radić R., Krivokuća D., Lekšan I., Selthofer R.: Prevalence of the palmaris longus in relation to the hand dominance. *Surg. Radiol. Anat.* 2011, **33**, 481-484.
4. Geuze R.H., Schaafsma S.M., Lust J.M., Bouma A., Schiefenhövel W., Groothuis T.G.: Plasticity of lateralization: Schooling predicts hand preference but not hand skill asymmetry in a non-industrial society. *Neuropsychologia*. 2012 [Epub ahead of print].
5. Back W., Schamhardt H.C., Savelberg H.H., Bogert A.J., Bruin G., Hartman W., Blendinger W.: *Psychologie und Verhaltenweisen des Pferdes*. Recht, Peter Thein. München-Wien-Zürich, 1984.
6. De Boyer Des Roches A., Richard-Yris M.A., Henry S., Ezzaouia M., Hausberger M.: Laterality and emotions: visual laterality in the domestic horse (*Equus caballus*) differs with objects' emotional value. *Physiol. Behav.* 2008, **94**, 487-490.
7. Davies H.M., Watson K.M.: Third metacarpal bone laterality asymmetry and midshaft dimensions in Thoroughbred racehorses. *Aust. Vet. J.* 2005, **83**, 224-226.
8. Dzierżęcka M., Wąsowski A., Kobryń H.: Leg bones injuries during race training in two-year-old thoroughbred horses. *Medycyna Wet.* 2007, **63**, 574-577.
9. Dzierżęcka M., Charuta A., Wąsowski A., Bartyzel B.J., Janiuk L.: Injuries of limb joints during race training of 2-year-old Thoroughbred horses. *Bull. Vet. Inst. Pulawy*. 2008, **52**, 175-178.
10. Estberg L., Stover S.M., Gardner I.A., Johnson B.J.: Relationship between Race Start Characteristics and Risk of catastrophic Injury in Thoroughbreds: 78 Cases. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1998, **212**, 544-549.
11. Hernandez J., Hawkins D.L., Scollay M.C.: Race-start characteristics and risk of catastrophic musculoskeletal injury in Thoroughbred racehorses. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2001, **218**, 83-86.
12. Kalisiak O.: *Parameters influencing prevalence and outcome of tendonitis in Thoroughbred and Arabian racehorses*. Rozprawa doktorska. SGGW, Warszawa 2008.
13. Pearce G.P., May-Davis S., Greaves D.: Femoral asymmetry in the Thoroughbred racehorse. *Aust. Vet. J.* 2005, **83**, 367-370.
14. Perkins N.R., Reid S.W., Morris R.S.: Risk factors for injury to the superficial digital flexor tendon and suspensory apparatus in Thoroughbred racehorses in New Zealand. *N. Z. Vet. J.* 2005, **53**, 184-192.
15. Dabareiner R.M., Cohen N.D., Carter G.K., Nunn S., Moyer W.: Musculoskeletal problems associated with lameness and poor performance among horses used for barrel racing: 118 cases (2000-2003). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2005, **227**, 1646-1650.
16. Oikawa M., Kusunose R.: Fractures sustained by racehorses in Japan during flat racing with special reference to track condition and racing time. *Vet. J.* 2005, **170**, 369-374.
17. Ellis D.R., Simpson D.J., Greenwood R.E., Crowhurst J.S.: Observations and management of fractures of the proximal phalanx in young Thoroughbreds. *Equine Vet. J.* 1987, **19**, 43-49.
18. Hodson E., Clayton H.M., Lanovaz J.L.: The hindlimb in walking horses: 1. Kinematics and ground reaction forces. *Equine Vet. J.* 2001, **33**, 38-43.
19. Parkin T.D., Clegg P.D., French N.P., Proudman C.J., Riggs C.M., Singer E.R., Webbon P.M., Morgan K.L.: Risk of fatal distal limb fractures among Thoroughbreds involved in the five types of racing in the United Kingdom. *Vet. Rec.* 2004, **154**, 493-497.
20. Peloso J.G., Mundy G.D., Cohen N.D.: Prevalence of, and factors associated with, musculoskeletal racing injuries of thoroughbreds. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1994, **15**, 620-626.
21. Pool R.R.: Traumatic injury and osteoarthritis. W: Trotter, G. W. (edit.): *Joint Disease in the Horse*. W.B. Saunders Co, Philadelphia 1996, s. 104-119.
22. Parkin T., Clegg P.D., French N.P., Proudman C.J., Riggs C.M., Singer E.R., Webbon P.M., Morgan K.L.: Analysis of horses race videos to identify intra-race factors for distal limb fracture. *Prev. Vet. Med.* 2006, **74**, 44-55.
23. Wąsowski A.J.: *Wpływ wybranych czynników ze szczególnym uwzględnieniem dojrzałości kośćca na występowanie chorób kończyn u dwuletnich koni pełnej krwi angielskiej w treningu wyścigowym*. Rozprawa doktorska, SGGW, Warszawa 1997.
24. Dzierżęcka M., Charuta A., Czerwiński E., Majchrzak T.: Quantitative comparison of parameters of the spongy substance of the ambilateral pastern bones of thoroughbred horses. *Bull. Vet. Inst. Pulawy* 2009, **53**, 759-764.
25. Dzierżęcka M., Czerwiński E.: Comparison of the microstructure of the spongy bone of the bilateral pastern bones in racehorses based on the imaging analysis of radiograms. *Pol. J. Vet. Sci.* 2010, **13**, 551-553.
26. Piastowska A.W.: *Influence of biologically active substances from soybean on mineral content and mechanical properties of bones in rats*. Rozprawa doktorska, SGGW, Warszawa 2005.
27. Advani S., Wimalawansa S.J.: Bones and nutrition: common sense supplementation for osteoporosis. *Corr. Womens Health Rep.* 2003, **3**, 187-192.
28. Matrin R.B., Ishida J.: The relative effects of collagen fiber orientation. Porosity, density and mineralization on bone strength. *J. Biochem.* 1989, **22**, 419-426.
29. Turner C.H., Robling A.G.: Designing exercise regimens to increase bone strength. *Exerc. Sport Sci. Rev.* 2003, **31**, 45-50.