

## The use of goniometry in equestrian and cynological sports

## Zastosowanie goniometrii w sportach hipicznych i kynologicznych

Dominika GULDA, Magdalena DREWKA, Monika MONKIEWICZ

University of Technology and Life Science, Faculty of Animal Breeding and Biology, Laboratory of Horse Breeding, ul. Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz, Kujawsko-Pomorskie, Poland,  
Tel: +48 052 374 97 16, gulda@utp.edu.pl

### Abstract

Methods of mapping and measuring an animal's gait have found an application in equestrian and cynological sports. One of the key elements of diagnosing a dog or horse's gait is an assessment of movement range in individual joints. Digital image registration, frame-by-frame analysis of all phases (steps) enables researchers to pinpoint abnormalities in the way an animal moves. Goniometry, the measurement of angles between bones connected by joints, assumes values for intervals defined for species and anatomic structures. Properly functioning joints allow an animal to shift its weight onto individual body parts without any effort. A proper gait not only testifies that an animal has good utility value for sports, but is also a key economic aspect taken under consideration when evaluating animals for breeding purposes.

**Keywords:** goniometry, equestrian sports, cynological sports

### Streszczenie

Metody obrazowania i pomiaru poszczególnych etapów chodu zwierzęcia znalazło zastosowanie w sportach hipicznych i kynologicznych. Jednym z kluczowych elementów diagnostyki chodu psa czy konia jest ocena zakresu ruchu w poszczególnych stawach. Cyfrowe rejestrowanie obrazu, analiza poklatkowa wszystkich etapów (kroków) umożliwia wskazanie nieprawidłowości w sposobie poruszania się zwierzęcia. Goniometria, czyli pomiar kątów między kośćmi połączonymi stawami, przyjmuje wartości w przedziałach zdefiniowanych dla gatunków i struktur anatomicznych. Prawidłowo funkcjonujący aparat ruchu umożliwia zwierzęciu, bez względu na wysiłek, rozkład obciążeń związanych z ruchem na poszczególne partie ciała. Poprawny chód jest nie tylko gwarantem dobrej kondycji zwierząt użytkowanych w sporcie, ale stanowi także jeden z kluczowych aspektów ekonomicznych branych pod uwagę przy ocenie zwierząt jako potencjalnych osobników hodowlanych.

**Słowa kluczowe:** goniometria, sporty hipiczne, sporty kynologiczne

## Detailed Abstract

Methods of mapping and measuring an animal's gait have found an application in equestrian and cynological sports. One of the key elements of diagnosing a dog or horse's gait is an assessment of movement range in individual joints. Digital image registration, frame-by-frame analysis of all phases (steps) enables researchers to pinpoint abnormalities in the way an animal moves. Goniometry, the measurement of angles between bones connected by joints, assumes values for intervals defined for species and anatomic structures. An important element of gait analysis, viewed as a physiological phenomenon, is determining the range of bending and straightening individual joints (Millis i wsp 2007).

In order to diagnose or eliminate potential locomotive abnormalities in animals used for sports (dogs, horses), it is necessary to measure individual cycles of transferring weight – i.e. phases in which an animal supports itself and swings its limbs. Indicating deviations from the norm for a given joint and for a given animal makes prophylactic steps possible and allows trainers to model the animal's gait before the onset of permanent pathologies or movement disorders (Jaegger i wsp 2002, Millis i wsp 2007).

Goniometry is an inexpensive verification method of movement traction, used to indicate an animal's predisposition to sports. It is noninvasive, safe and economical. It allows trainers to determine not only an animal's condition but also effectively and systematically monitor therapeutic progress. By determining a range of values of angles for a given joint it is possible to assess an animal's motor characteristics (Gruszecka I wsp 2011, Marczak 2007).

Properly functioning joints allow an animal to shift its weight onto individual body parts without any effort. A proper gait not only testifies that an animal has good utility value for sports, but is also a key economic aspect taken under consideration when evaluating animals for breeding purposes.

## Wstęp

Metody obrazowania i pomiaru poszczególnych etapów chodu zwierzęcia znalazło zastosowanie w sportach hipicznych i kynologicznych. Jednym z kluczowych elementów diagnostyki chodu psa czy konia jest ocena zakresu ruchu w poszczególnych stawach. Cyfrowe rejestrowanie obrazu, analiza poklatkowa wszystkich etapów (kroków) umożliwia wskazanie nieprawidłowości w sposobie poruszania się zwierzęcia. Goniometria, czyli pomiar kątów między kośćmi połączonymi stawami, przyjmuje wartości w przedziałach zdefiniowanych dla gatunków i struktur anatomicznych. Istotą analizy chodu jako zjawiska fizjologicznego jest określenie zakresu zgięcia i wyprostu w danym stawie (Millis i wsp 2007).

W celu stwierdzenia lub wykluczenia ewentualnych zaburzeń lokomocji u zwierząt użytkowanych sportowo (psy, konie) nieodzowne jest pomiarowanie poszczególnych cykli przenoszenia ciężaru ciała-tzw. fazy podparcia i wymachu kończyny.

Wskazanie odchyień od normy dla danego stawu u określonego osobnika pozwala podjąć działania profilaktyczne lub modelować założenia treningowe jeszcze przed wystąpieniem trwałych patologii lub urazów aparatu ruchu (Jaegger i wsp 2002, Millis i wsp 200).

Goniometria jest tanią metodą weryfikacji trakcji ruchu, wykorzystywaną do wskazania predysponowanych do sportu zwierząt. Jest to proces nieinwazyjny,

bezpieczny i ekonomiczny. Pozwala określić nie tylko stan czynnościowy, ale także skutecznie i systematycznie monitorować postęp w treningu. Poprzez wyznaczenie rozrzutu wartości dla kątów w obrębie określonych stawów możliwe jest oszacowanie własności motorycznych zwierzęcia (Gruszecka i wsp 2011, Marczak 2007).

W wyniku schorzeń neurologicznych, urazów, uszkodzeń mechanicznych tkanek powstają zaburzenia w funkcjonowaniu propriocepcji co bezpośrednio widoczne jest w upośledzeniu funkcji ruchowych (Meadows i wsp 2004). Zwierzęta użytkowane w sporcie, na skutek regularnego powtarzania czynności podczas systematycznych treningów selektywnie obciążają struktury anatomiczne.

Systematyczne określenie parametrów kinetycznych zakresu trakcji ruchu poprzez pomiary goniometryczne stanowi podstawę oceny biomechanicznej pracy stawów (Gulda i wsp 2013).

Zasadniczym sposobem oceny ruchu w stawie jest ocena fizjologicznych zakresów (kątów) podczas zginania i wyprostu. Pomiaru dokonuje się z bezpośrednim wykorzystaniem goniometrów lub podczas cyfrowej analizy obrazu. Rzeczywiste pomiary kątów geometrycznych pozwalają uzyskać normy dla każdego badanego stawu u określonego osobnika (Cook i wsp 2005, Millis i wsp 2007).

Obecnie w sportowym użytkowaniu zwierząt przeważają urazowe formy aktywności. Największy odsetek kontuzji kończyn miedniczych w sportach kynologicznych odnotowywany jest podczas zawodów Agility, Dogfreesbee, Flyball, natomiast wśród sportów hipicznych Skoki Przez Przeszkody, Powożenie (Gulda i wsp 2010).

Podobną kwestią dotyczącą parametrów genetycznych, biologicznych i związanych z wydajnością koni zajmowali się następujący autorzy Halo i wsp (2008), Halo i wsp (2011a), Halo i wsp (2011b), Mlyneková i wsp (2013).

Celem badań była charakterystyka treningu skokowego z uwzględnieniem wyników pomiaru goniometrycznego zakresu ruchu stawu stępu dla psów i stawu skokowego dla koni.

## Materiał i Metody

Badaniami objęto grupę zwierząt użytkowanych sportowo o następującej strukturze: 20 psów i 20 koni. Przed rozpoczęciem pomiarów wszystkie zwierzęta zostały zbadane przez lekarza weterynarii, który uznał je za zdrowe i zdolne do udziału w zawodach sportowych.

### Psy

Oceniono 20 psów (psów i suk) w wieku od 3 do 5 lat systematycznie biorących udział w zawodach Agility w kategorii medium tzn. od 35cm i poniżej 43cm wysokości w kłębie zwierzęcia, wysokość przeszkody 35-45 cm (F.C.I. 2007). Wszystkie psy były w stałym treningu i systematycznie brały udział w zawodach na przestrzeni ostatniego roku.

Z wykorzystaniem goniometru model: MSD Europe BVBA dokonano bezpośredniego pomiaru kątów zakresu ruchu stawu stępu u psa w fizjologicznym zgięciu i wyproście. Ramiona goniometru zostały ustawione wzdłuż kości piszczelowej i kości śródstopia (Done i wsp 2009). Za wynik uznano średnie z dwóch pomiarów tzn. prawej i lewej kończyny miedniczej. Zgodnie z literaturą (Millis i wsp. 2007) przyjęto za normę dla psa w zgięciu stawu stępu  $38^{\circ}$ , a w wyproście  $165^{\circ}$ . Po zakończeniu pomiarów wykonano test sprawnościowy: każdy z badanych osobników poruszając się galopem pokonał tor treningowy składający się z ośmiu przeszkód typu stacjonata. Za błąd w

pokonywaniu przeszkód toru treningowego uznano strącenie poprzeczki lub rozbudowanie przeszkody.

### Konie

Oceniono 20 koni (klaczy i wałachów) w wieku 6-12 lat systematycznie biorących udział w konkurencji skoki przez przeszkody w kategorii L, wysokość przeszkód 100cm, przez ostatni rok (Polski Związek Jeździecki 2010). Z wykorzystaniem goniometru model: MSD Europe BVBA dokonano bezpośredniego pomiaru kątów zakresu ruchu w stawie skokowym u konia w fizjologicznym zgięciu i wyproście. Ramiona goniometru zostały ustawione wzdłuż kości piszczelowej i kości śródstopia III (Flood 2008).

Za wynik uznano średnie z dwóch pomiarów tzn. prawej i lewej kończyny miednicze. Zgodnie z literaturą (Clayton 2003, Kotowski i Kaszuba-Warpechowska 1991) przyjęto za normę dla koni w zgięciu stawu skokowego  $60^{\circ}$ , a w wyproście  $156^{\circ}$ . Po zakończeniu pomiarów wykonano test sprawnościowy: każdy z badanych osobników poruszając się galopem pokonał tor treningowy składający się z dziesięciu przeszkód (5 typu stacjonata i 5 typu okser). Za błąd w pokonywaniu przeszkód uznano strącenie drążka lub rozbudowanie przeszkody.

Badaną populację skategoryzowano w trzy grupy zwierząt: A, B, 0. Odpowiednio grupę A stanowiły zwierzęta, których kąt geometryczny rzeczywistego pomiaru w badanym stawie był wyższy niż norma przyjęta dla gatunku. Grupę B stanowiły zwierzęta, których kąt geometryczny rzeczywistego pomiaru w badanym stawie był niższy niż norma przyjęta dla gatunku. Grupę 0 stanowiły zwierzęta, których kąt geometryczny rzeczywistego pomiaru w badanym stawie był zgodny z normą przyjętą dla gatunku. Wyniki przedstawiono na wykresach dla każdego gatunku (psy, konie) w fizjologicznym zgięciu i wyproście. Wyznaczono procentowy udział grup (A, B, 0) dla zgięcia i wyprostowania odpowiednio u psów dla stawu stępu oraz u koni dla stawu skokowego z uwzględnieniem ilości błędów popełnionych podczas pokonywania toru przeszkód.

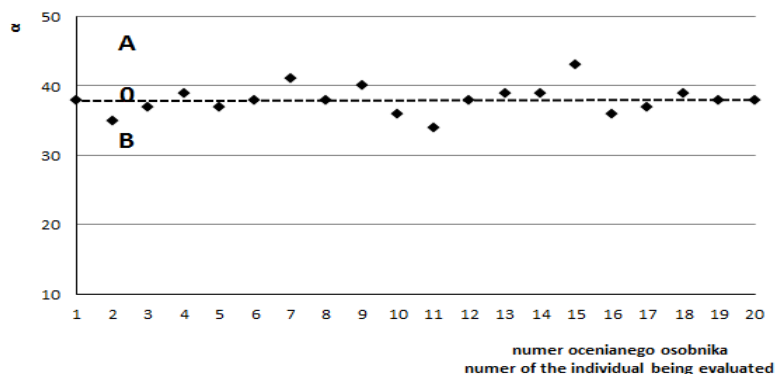
### Wyniki i Dyskusja

Pokonywanie przeszkód na torze Agility czy Flyball wymaga od psa gwałtownego przenoszenia środka ciężkości (skok) oraz przyjmowania masy ciała przez kończyny przednie podczas lądowania, hamowania. Kończyny przednie narażone są na urazy podczas wyścigów psich zaprzęgów, wyścigów torowych i terenowych dla chartów, w hipicznych konkurencjach typu western, WKKW, dresaż. Istotnym czynnikiem obciążającym stawy kończyny przedniej jest przesunięcie sił w kierunku kroczenia a hamowanie gwałtownie przenosi środek ciężkości ku przodowi (Beck 2009, Millis i wsp 2007).

Wyznaczanie możliwości pracy stawów skokowych, kolanowych, biodrowych u psów biorących udział w konkurencji Agility czy Flyball dodatkowo wpływa na dynamikę i elastyczność podczas zawodów. Wartości geometryczne (kątów) poszczególnych stawów są brane pod uwagę jako fizjologiczne normy przy doborze psów do pracy sportowej. Indywidualny pomiar goniometryczny identyfikuje możliwości biomechaniczne predysponując poszczególne psy do określonych dyscyplin.

Opis indywidualnych możliwości biomechaniki stawów u koni biorących udział w zawodach sportowych wydaje się być zasadny nie tylko ze względów dobrostanu zwierząt, ale także doboru metod pracy z jeźdźcem. Programy treningowe obejmują trakcje ruchu konia, powodowaną działaniem pomocy jeździeckich. Zatem podczas

wybicia do skoku, hamowania czy gwałtownych zwrotów środek ciężkości nieustannie zmienia swoje położenie, dodatkowo przyjmując balans ciała jeźdźca. Wybiórcze ograniczania mechaniki stawów mogą być zatem niwelowane odpowiednio dobraną pracą jeźdźca (Liljebrink i Bergh 2010).



Wykres 1. Wynik pomiaru kąta fizjologicznego zgięcia stawu stępu u badanych psów.  
Figure 1. The result of the measurement of physiological flexion angle of the tarsal of the examined dogs

Legenda - Legend:

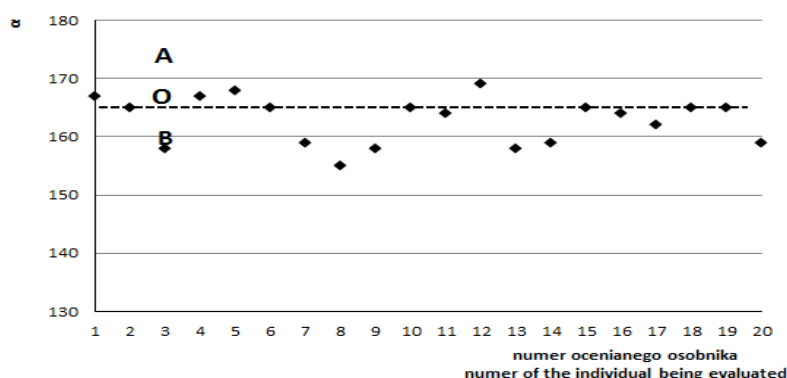
Grupy geometryczne - Geometric group

A-zwierzęta dla których kąt geometryczny rzeczywistego pomiaru był wyższy niż norma przyjęta dla gatunku - animals for which real geometrical angle measurement was higher than normal for the species arrives

B- zwierzęta dla których kąt geometryczny rzeczywistego pomiaru był niższy niż norma przyjęta dla gatunku - animals for which real geometrical angle measurement was lower than normal for the species arrives

O-zwierzęta dla których kąt geometryczny rzeczywistego pomiaru był zgodny z normą przyjętą dla gatunku - animals for which the actual measurement of the geometric angle was consistent than standard arrives for the species

----- norma 38° - norm 38°



Wykres 2. Wynik pomiaru kąta fizjologicznego wyprostu stawu stępu u badanych psów.  
Figure 2. The result of the measurement of physiological extension of the tarsal of the examined dogs.

Legenda - Legend:

Grupy geometryczne - Geometric group

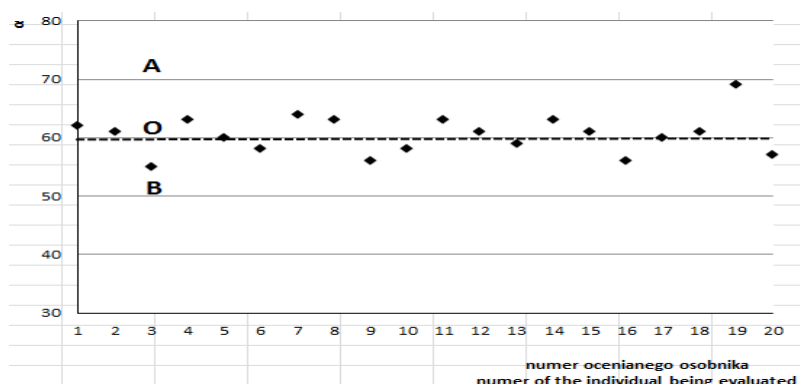
A-zwierzęta dla których kąt geometryczny rzeczywistego pomiaru był wyższy niż norma przyjęta dla gatunku - animals for which real geometrical angle measurement was higher than normal for the species arrives



B- zwierzęta dla których kąt geometryczny rzeczywistego pomiaru był niższy niż norma przyjęta dla gatunku - animals for which real geometrical angle measurement was lower than normal for the species arrives

O-zwierzęta dla których kąt geometryczny rzeczywistego pomiaru był zgodny z normą przyjętą dla gatunku - animals for which the actual measurement of the geometric angle was consistent than standard arrives for the species

----- norma 165° - norm 165°



Wykres 3. Wynik pomiaru kąta fizjologicznego zgięcia stawu skokowego u badanych koni.

Figure 3. The result of the measurement of physiological flexion angle of the hock joint of the examined horses.

Legenda - Legend:

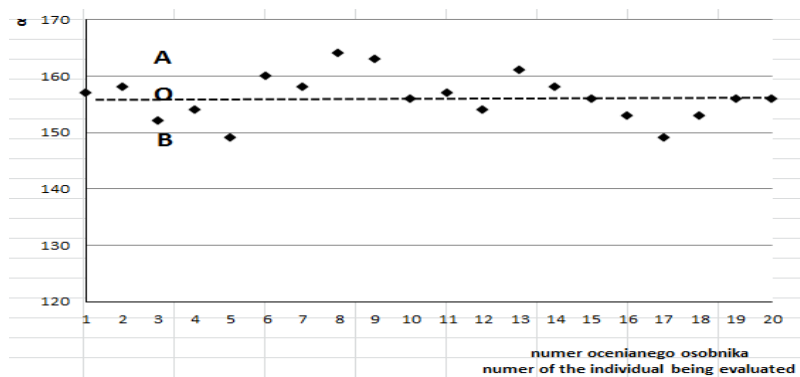
Grupy geometryczne - Geometric group

A- zwierzęta dla których kąt geometryczny rzeczywistego pomiaru był wyższy niż norma przyjęta dla gatunku - animals for which real geometrical angle measurement was higher than normal for the species arrives

B- zwierzęta dla których kąt geometryczny rzeczywistego pomiaru był niższy niż norma przyjęta dla gatunku - animals for which real geometrical angle measurement was lower than normal for the species arrives

O- zwierzęta dla których kąt geometryczny rzeczywistego pomiaru był zgodny z normą przyjętą dla gatunku - animals for which the actual measurement of the geometric angle was consistent than standard arrives for the species

----- norma 60° - norm 60°



Wykres 4. Wynik pomiaru kąta fizjologicznego wyprostowania stawu skokowego u badanych koni.

Figure 4. The result of the measurement of physiological extension of the hock joint of the examined horses.

Legenda - Legend:

Grupy geometryczne - Geometric group

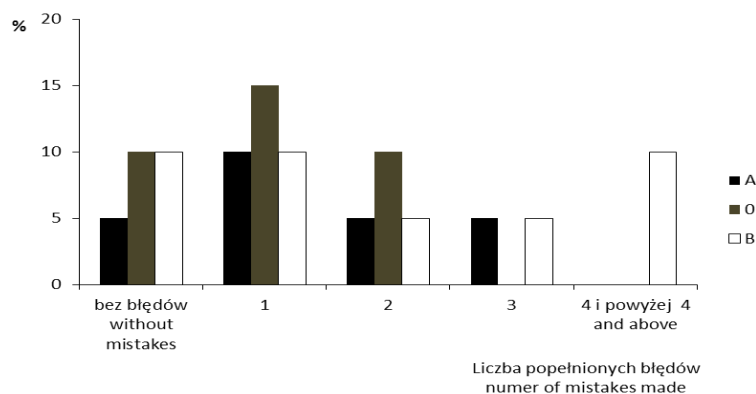
A-zwierzęta dla których kąt geometryczny rzeczywistego pomiaru był wyższy niż norma przyjęta dla gatunku - animals for which real geometrical angle measurement was higher than normal for the species arrives

B- zwierzęta dla których kąt geometryczny rzeczywistego pomiaru był niższy niż norma przyjęta dla gatunku - animals for which real geometrical angle measurement was lower than normal for the species arrives

O-zwierzęta dla których kąt geometryczny rzeczywistego pomiaru był zgodny z normą przyjętą dla gatunku - animals for which the actual measurement of the geometric angle was consistent than standard arrives for the species

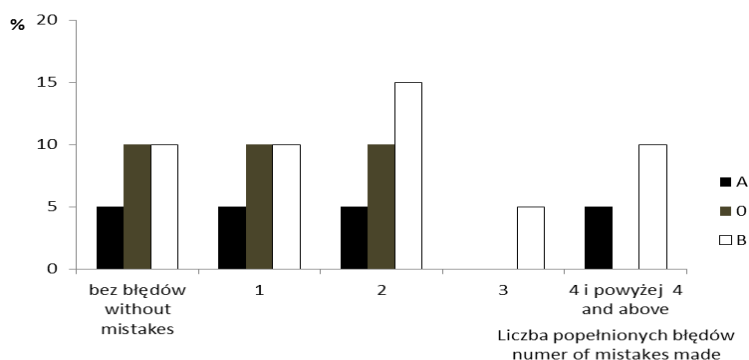
----- norma 156° - norm156°

Na wykresach (wykres 1-4) przedstawiono wyniki pomiarów kątów w fizjologicznym zgięciu i wyproście stawu stępu u badanych psów oraz stawu skokowego u badanych koni. Zwierzęta podzielono na grupy względem uzyskanych wyników bezpośredniego pomiaru kątów geometrycznych. Grupę A stanowiły zwierzęta dla których kąt w zgięciu i wyproście był wyższy od normy dla gatunku (grupa 0), grupę B stanowiły osobniki dla których kąt przyjmował wartości poniżej normy dla gatunku.



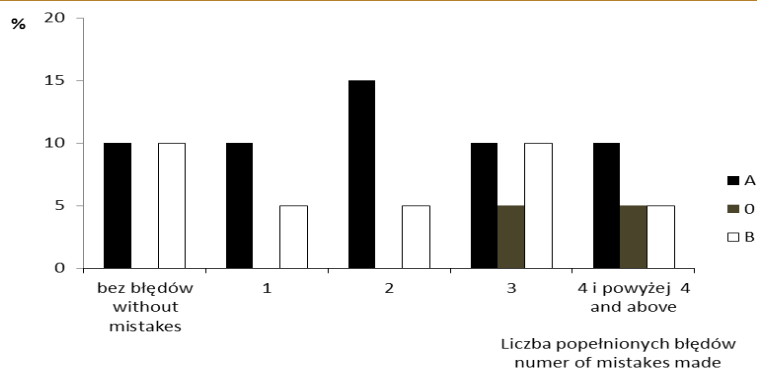
Wykres 5. Błędy w grupach geometrycznych (A, B, O) dla zgięcia stawu stępu u psów

Figure 5. Mistakes in groups (A, B, O) for the tarsal joint flexion in dogs

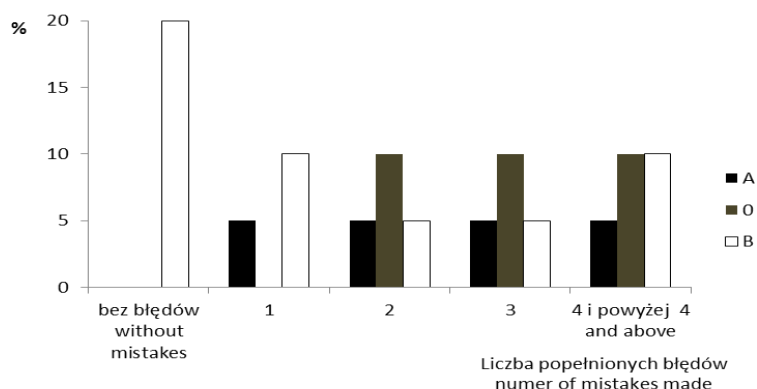


Wykres 6. Błędy w grupach geometrycznych (A, B, O) dla wyprostu stawu stępu u psów

Figure 6. Mistakes in groups (A, B, O) for the tarsal joint extension in dogs



Wykres 7. Błędy w grupach geometrycznych (A B O) dla zgięcia stawu skokowego u koni  
 Figure 7. Mistakes in groups (A, B, O) for the hock joint flexion in horses



Wykres 8. Błędy w grupach geometrycznych (A B O) dla wyprostowania stawu skokowego u koni  
 Figure 8. Mistakes in groups (A, B, O) for the hock joint extension in horses

W badaniach zaobserwowano, że największą ilość błędów w pokonywaniu toru treningowego popełniały psy z grupy B (wykres 5,6). Kąt geometryczny przyjmujący niższe wartości od normy fizjologicznej świadczy o przebytym mikrourazie czy patologicznych zmianach w obrębie badanego stawu (spastyczność związana z powstaniem tkanki bliznowatej). Wskazanie osobników z tzw. przykurczem pozwala wprowadzić do treningu mobilizację czynną dla wybranych stawów celem stretchingu struktur anatomicznych odpowiedzialnych za biomechanikę.

Wśród koni najczęściej błędów na przeszkodach popełniały zwierzęta z grupy A, bezbłędnie natomiast pokonywały przeszkody konie z grupy O (wykres 7). Kąt geometryczny w zgięciu stawu skokowego przyjmując wyższe wartości niż norma fizjologiczna dla gatunku, uniemożliwia koniom podczas skoku dynamiczne złożenie kończyn miednicznych w tzw. baskilu. Zwierzęta uderzając w drąg przeszkody powodują zrzutkę. Bezbłędne pokonywanie przeszkód wśród badanych koni przypadło na zwierzęta dla których kąt geometryczny wyprostowania stawu skokowego był niższy niż norma fizjologiczna dla gatunku (wykres 8). Zdaniem autorów umożliwia to użycie przez zwierzę większej siły w momencie odbicia, jednak w dłuższym okresie czasu naraża je na urazy.



Analiza biomechaniki ruchu konia prowadzi do zwiększenia efektywności i przyspieszenia procesu uczenia się wzorców ćwiczeń ruchowych. Wyznaczenie komfortowego zakresu ruchu w zależności od typu chodu u koni umożliwia bezpieczne rozmieszczenie drążków, przeszkód podczas treningu skokowego (Martuzzi i wsp 2007). W dresażu wczesna identyfikacja ograniczeń trakcji ruchu lub gwałtowna zmiana wartości kątów względem indywidualnej normy pozwala unikać urazów i przynosi wymierne zyski ekonomiczne. Interpretacja fizycznych wymogów opartych na mechanice stawów pozwala tworzyć efektywne programy treningowe (Blignault 2011). Niwelowanie ograniczeń w poruszaniu się zwierząt jest ważnym czynnikiem w zapobieganiu potencjalnej asymetrii ruchu widocznej i ocenianej w dyscyplinach sportowych (Millard i wsp 2010, Millis 2007).

## Podsumowanie

Prawidłowo funkcjonujący aparat ruchu umożliwia zwierzęciu, bez względu na wysiłek, równomierny rozkład obciążeń związanych z ruchem na poszczególne partie ciała. Poprawny chód jest nie tylko gwarantem dobrej kondycji zwierząt użytkowanych w sporcie, ale stanowi także jeden z kluczowych aspektów ekonomicznych branż pod uwagę przy ocenie zwierząt jako potencjalnych osobników hodowlanych. Systematyczny monitoring biomechaniki stawów jest podstawą oceny postępów w treningu sportowym zwierząt. Metoda goniometrycznej oceny trakcji ruchu zwierząt sportowych pozwala na opracowanie indywidualnych programów treningowych.

## Piśmiennictwo

- Beck M., (2009) Modelowanie ruchu psa wchodzącego po schodach. Majówka Młodych Biomechaników. Ustroń
- Blignault K., (2011) Biomechanika ruchu konia dla jeźdźców. MZGgraf. Warszawa
- Clyton, H. M. (2003) The hock examined. Veterinary Connection
- Cook, J.L., Renfro D.C., Tomlinson J.L., Sorensen J.E., (2005) Measurement of angles of abduction for diagnosis of shoulder instability in dogs using goniometry and digital image analysis, Vet Surg., 5/463-468
- Done, S.H., Goody, P.C., Evans, S.A., Baines, E.A., Ttickland, N.C., (2009) Atlas anatomii psa i kota. Elsevier Urban&Partner London 333-337
- Federation Cynologique Internationale F.C.I. 2007
- Flood, P.F., Clayton, D.S., Rosenstein, D.S., (2008) Atlas anatomii klinicznej konia. Elsevier Urban&Partner
- Gruszecka, N., Hildebrand, W., Nicpoń, J., (2011) Fizjoterapia psów. Weterynaria w praktyce, 1-2/65
- Gulda, D., Tomaszewska, M., Zielińska, E., (2010) Wsparcie fizjoterapeutyczne w sportach kynologicznych, II Kongres Studenckich Kół Naukowych Bydgoszcz, 59-62
- Gulda, D., Gierszewska, B., Monkiewicz, M., Drewka, M., (2013) Kinestezja w rehabilitacji małych ssaków. V Kongres Studenckich Kół Naukowych Bydgoszcz, 239-242

- Halo, M., Mlyneková, E., Imrich, I. (2011a) Biologické a výkonnostné parametre koní plemena nonius na Slovensku. Slovenská poľnohospodárska univerzita, Nitra
- Halo, M. - Mlyneková, E. - Vaščáková, V. - Imrich, I. (2011b) Influence of training process on selected indicators of horse metabolism. Animal Physiology 2011: proceedings of scientific publication, Mojmírovce, Slovensko, Jún 1.-2
- Halo, M., Mlynek, J., Strapák, P., Massányi, P.(2008). Genetic efficiency parameters of Slovak warm-blood horses. Archiv Tierzucht, 51(1), 5-15
- Jaegger, G., Marcellin-Little, D.J., Levine, D., (2002) Reliability of goniometry in Labrador Retrievers. American Journal of Veterinary Research, 63:976-986
- Kotowski, J.M., Kaszuba-Warpechowska, E. (1991) ABC jeździectwa. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne. Warszawa
- Liljebrink, Y., Bergh A. (2010) Goniometry: is it a reliable tool to monitor passive joint range of motion in horses?. Equine Veterinary Journal, 42/676-682
- Marczak, B. (2007) Rehabilitacja po urazie neurologicznym u psa. Zastosowanie masażu, wolnozmiennego pola magnetycznego i wózka. Weterynaria w praktyce, 5/6
- Martuzzi, F., Vaccari, S. F., Gosi, S., Catalano, L. A.(2007) Kinematic characteristic of walk in the bardigiano horse breed., Medic Vet di Parma, 27:229-234
- Meadows, G., Flint, E. (2004) Pies, Wydawnictwo RW Warszawa.
- Millard, R.P., Headrick, J.F., Millis, D.L. (2010) Kinematic analysis of the pelvic limbs of health dogs during stair and decline slope walking. Journal of Small Animal Practice, 51/419-422
- Millis, D., Levine, D., Taylor, R. (2007) Rehabilitacja psów. Elsevier Urban & Partner, Wrocław
- Mlyneková, E., Halo, M., Gálik, B., Imrich, I. (2013) The analysis of heart frequency of horses under load. Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences, 2013(2), 1502-1509
- Polski Związek Jeździecki (2010) Regulamin rozgrywania zawodów Krajowych-skoki przez przeszkody.