

Pomiary parametrów ruchu koni z wykorzystaniem kamery cyfrowej

Ryszard Kolstrung, Aleksandra Pierzchała

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Katedra Hodowli i Użytkowania Koni,
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

Badano parametry ruchu 30 koni (10 koni dużych o wysokości w kłębie powyżej 156 cm oraz 20 kuców o wysokości poniżej 148 cm) w trzech chodach. Każdy koń był prezentowany w ręku i pod siodłem na długiej ścianie krytej ujeżdżalni. Ruch koni zarejestrowany kamerą cyfrową był poddany analizie po przetworzeniu w komputerze. Ustalono indywidualne długości kroku w każdym chodzie oraz maksymalne wysokości unoszenia kopyta. Analiza statystyczna wykazała, że bezwzględne średnie długości i wysokości kroku koni dużych i kuców różnią się istotnie, lecz obliczone indeksy tych parametrów są zbliżone (nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie). Przykładowo, wartości średnie indeksów ustalone dla kłusa koni wynosiły odpowiednio w ręku i pod siodłem 160% i 155%, a dla kuców – 165% i 160%. Długość kroku pod siodłem była zazwyczaj nieco krótsza niż w ręku. Stwierdzono przydatność komputerowej analizy obrazu do oceny ruchu koni; przy skalowaniu obrazu najlepszym odcinkiem porównawczym jest ustalona wcześniej wysokość konia w kłębie.

SŁOWA KLUCZOWE: konie / parametry ruchu / komputerowa analiza obrazu cyfrowego

Postęp techniki komputerowej oraz możliwość analizy zapisu cyfrowego daje hodowcom koni nowe narzędzia do analizy ruchu koni. Dotyczy to nie tylko rejestracji i obserwacji w zwolnionym tempie faz ruchu koni podczas treningu i przejazdów w konkursach jeździeckich. Możliwa jest także ocena [2] i ustalanie parametrów skoku koni [4] podczas prób dzielności i zawodów sportowych. Wydaje się być wskazane parametryzowanie ruchu koni ocenianych podczas przyznawania licencji hodowlanej.

W praktyce, przy uznawaniu koni lub na wystawach-przeglądach hodowlanych, stosowane są oceny punktowe za ruch obejmujące wiele cech: wydajność, efektywność, dynamikę, a także poprawność (czystość chodów) w stępie i kłusie [3]. Już 30 lat temu Zwoliński [5] wyraził na temat oceny punktowej następującą opinię: „Ocena punktowa ma wiele zalet, z których najważniejszymi są: prosty sposób wykonania i natychmiastowy wynik. Ma ona jednak wiele braków. Przede wszystkim jest w dużym stopniu subiektywna, a ponadto nie można za jej pomocą pokazać swoistych właściwości poszczególnych ocenianych osobników, ponieważ punktacja nie wyjaśnia w dostatecznym

stopniu jakiego rodzaju błąd budowy kończyny czy sposobu poruszania się jest przyczyną przyznania zwierzęciu niższej liczby punktów niż skala oceny”.

Obecnie tylko przy próbach dzielności ogierów w ZT wykorzystuje się ocenę ruchu uwzględniającą niezależną punktację kilku parametrów, takich jak: energia, długość wyroku, regularność, rozluźnienie. Cechy te są punktowane w wyniku subiektywnej oceny sędziów. W programie hodowlanym koni rasy małopolskiej [3] zalecana jest ocena cech mierzalnych, na podstawie indywidualnych pomiarów przy użyciu odpowiednich urządzeń, z uwzględnieniem mechaniki ruchu w podstawowych chodach (długość kroku, szybkość).

Chody konia, mające charakter krokowy, można opisać oraz zmierzyć, określając nie tylko długość, ale także wysokość przenoszenia kończyn, sposób uginania stawów (aktywność) oraz charakterystykę wykonywanych przez poszczególne części kończyny łuków i ruchów bocznych. Wszystkie te parametry mogą pozwolić na obiektywną ocenę ruchu i porównywanie koni w różnym czasie.

Do badań genetycznych potrzebne są również obiektywnie mierzone parametry „opisujące” ruch, które mogłyby być przydatne do analizy statystycznej. Pomiary te można wykonywać różnymi technikami.

W niniejszej pracy podjęto próbę określenia pomiarów długości i wysokości kroków koni w trzech podstawowych chodach na podstawie zapisu dokonanego kamerą cyfrową, a także sprawdzenia możliwości technicznych aparatury oraz opracowania prawidłowego systemu zapisu i analizy danych.

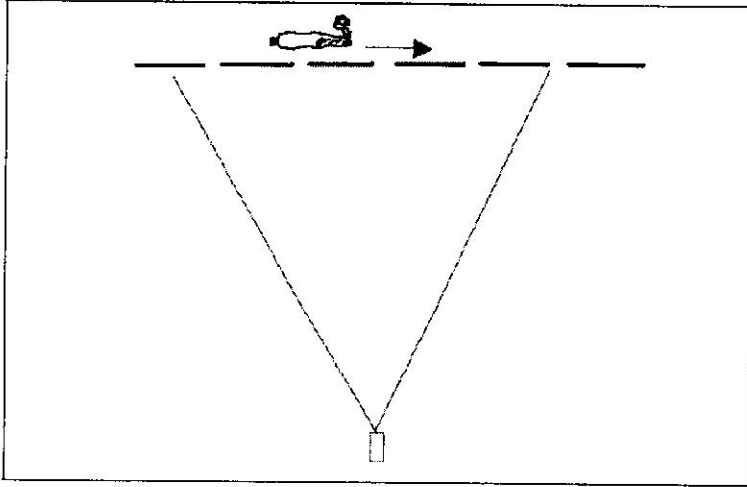
Materiał i metody

Analizowano zapisy ruchu 30 koni, tj. 10 koni dużych o wysokości w kłębie powyżej 156 cm oraz 20 kuców o wzroście poniżej 148 cm (4 arabokoników i 16 kuców felińskich). Wszystkie badane konie były w stałym użytkowaniu wierzchowym rekreacyjnym.

Rejestrowano ruch koni i kuców prowadzonych w ręku i prezentowanych pod siodłem w trzech chodach. Konie poruszały się ma prawo, wzdłuż długiej ściany krytej ujeżdżalni w odległości ok. 2,5 m od bandy, z zachowaniem równego tempa ruchu. W przypadku galopu bez jeźdźca badany koń był wyprowadzany w ręku na długą ścianę ujeżdżalni i puszczany luzem. W utrzymaniu prostego kierunku ruchu pomagały drągi położone wzdłuż długiej ściany, w odległości 3 m.

Kamera cyfrowa SONY Digital 8DCR-TRV 345E z automatyczną regulacją ostrości, ustawiona na nieruchomym statywie w odległości 15 m od linii prowadzenia koni, rejestrowała ruch na odcinku ok. 12 metrów (rys. 1).

Zarejestrowane odcinki były przegrywane do komputera i analizowane poklatkowo, w celu ustalenia faz podparcia poszczególnych kończyn. Za pomocą programu Multi Scan Base dokonywano pomiarów odległości pomiędzy punktami podparcia przedniej krawędzi kopyta prawego przedniego (w stępie i kłusie) oraz lewego tylnego (w galopie) dla każdego z badanych koni. W stępie i kłusie zmierzono także wysokość najwyższego uniesienia końca kopyta kończyny przedniej prawej i tylnej lewej. Zebrane dane



Rys. 1. Usytuowanie kamery oraz sposób prowadzenia konia podczas rejestracji ruchu
 Fig. 1. Location of the camera and the way of leading horse during the registration of movement

stanowiły bazę do obliczeń statystycznych długości i wysokości kroku w każdym chodzie.

Najistotniejszym problemem przy analizie obrazu jest właściwe skalowanie, pozwalające obliczyć rzeczywisty wymiar odcinka (np. w centymetrach) określonego w programie jako różnica współrzędnych na osi Y lub osi X na kolejnych klatkach filmu. Odcinkiem odniesienia przy skalowaniu serii obrazów dotyczących ruchu koni nie powinien być obiekt stały (belka, miarka), lecz taki wymiar ustalony na badanym koniu, który przy jego przemieszczaniu się w stosunku do kamery nie tylko nie ulegnie zmianie, ale także w każdych warunkach będzie łatwy do zmierzenia na obrazie konia w kadrze.

Wymiarem przydatnym do skalowania obrazu jest wysokość konia w kłębie; łatwa do zmierzenia przed dokonywaniem badań i dość stała u dorosłych koni. Zmiany wynikające z rozczyszczenia lub podkucia konia, wahające się w granicach 2 cm, mieszczą się w granicy 1-2% błędu.

Na podstawie uzyskanych wymiarów indywidualnych dla każdego badanego konia i kuca obliczono indeksy (wskaźniki procentowe) długości kroku oraz wysokości unoszenia kończyn do wysokości konia w kłębie. Dzięki temu łatwiej można było porównać między sobą poszczególne osobniki oraz badane grupy o dużej różnicy wzrostu.

Indywidualne pomiary i indeksy opracowano metodami statystycznymi z wykorzystaniem programu komputerowego Excel i SAS, uwzględniając: grupy wysokościowe (konie duże, kuce), rodzaje chodów (stęp, kłus, galop) i sposób prezentacji (w rękę, luzem, pod siodłem).

Wyniki i dyskusja

Charakterystyki statystyczne długości kroku w trzech chodach przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1 – Table 1

Długość kroku w trzech chodach (cm)
Length of steps in three gaits (cm)

Wyszczególnienie Specification		W rękę – In hand			Pod siodłem – Under saddle		
		stęp walk	klus trot	galop (luzem) canter (free)	stęp walk	klus trot	galop canter
Konie Horses	x	186,1	259,2	411,9^a	185,6	251,7	291,6^a
	S	8,61	24,05	57,30	17,88	37,18	45,47
	min	169	204	294	145	183	207
	max	199	292	493	209	305	348
		**	**	**	**	**	*
Kuce Ponies	x	149,8	218,2	307,3^b	147,1	212,2	251,1^b
	S	12,93	30,67	48,44	14,62	23,64	30,89
	min	122	165	217	123	162	178
	max	174	294	387	178	253	303

Różnice między średnimi ustalonymi dla kuców i koni istotne przy: * $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$

Differences between means in ponies and horses significant at: * $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$

a, b – istotne różnice między średnimi ustalonymi dla galopu w rękę i pod siodłem

a, b – differences between means in hand and under saddle in canter

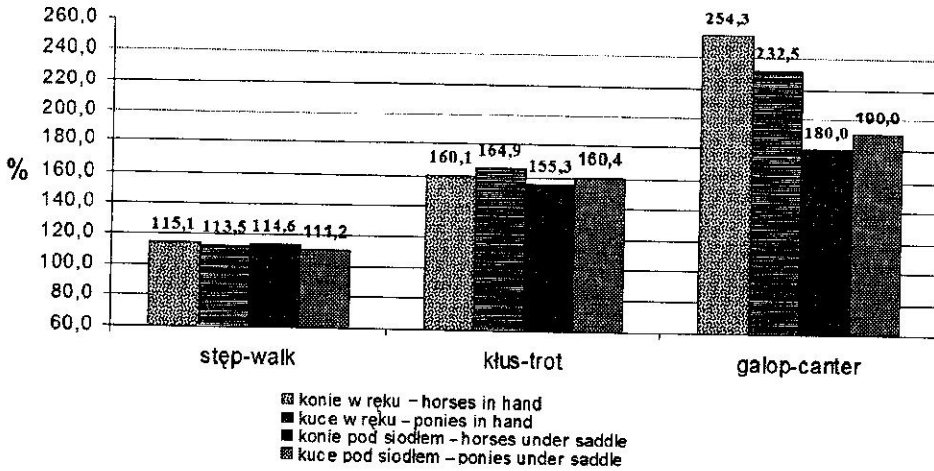
Zaobserwowano dużą zmienność indywidualną długości kroku, szczególnie w galopie luzem. Być może wynikało to z faktu, że konie po puszczeniu z ręki na prostej wykonywały w galopie skoki bardzo dynamiczne, ale o nierównym rytmie. Średnia długość kroku koni pod siodłem w poszczególnych chodach była nieco krótsza niż w rękę, ale różnice ustalone dla stępa i klusa nie były statystycznie istotne.

Obliczone indeksy długości kroku wykazywały odmienną charakterystykę niż wymiary bezwzględne (rys. 2).

Różnice pomiędzy średnimi indeksów długości kroków obliczonych dla koni dużych i kuców w poszczególnych chodach okazały się nieduże i statystycznie nieistotne. W stępie minimalną przewagę wykazały konie, w klusie nieznacznie większe były indeksy kroku kuców. Tylko w przypadku galopu luzem konie uzyskały wyraźną przewagę. W galopie roboczym pod siodłem różnica między końmi a kucami była dużo mniejsza, ale z przewagą kuców.

We wszystkich chodach pod siodłem indeks długości kroku był nieco mniejszy niż podczas prowadzenia w rękę – w stępie o ok. 2%, w klusie o ok. 5%.

W innych badaniach nad kucami felińskimi, przy bezpośrednim pomiarze długości kroku stwierdzono indeksy długości kroków w poszczególnych chodach na zbliżonym, ale nieco wyższym poziomie [1].



Rys. 2. Indeksy długości kroku (%)

Fig. 2. Indices of step length (%)

Niezwykle rzadko prezentowany w badaniach parametr wysokości unoszenia kopyt w ściepie i klusie został przedstawiony w tabeli 2.

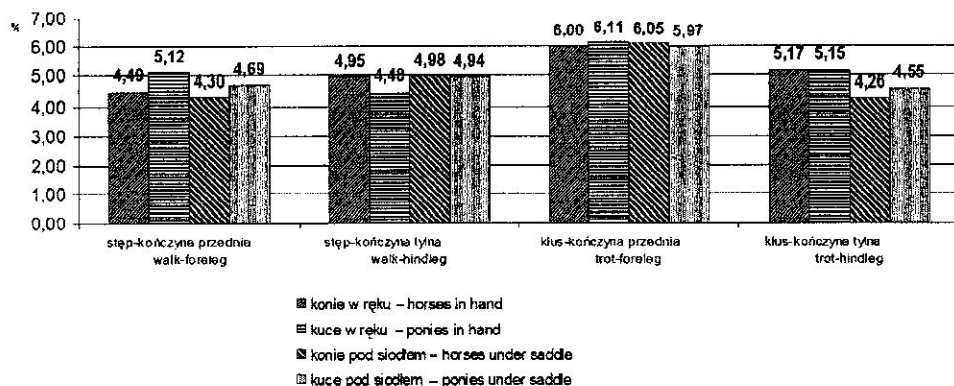
Tabela 2 – Table 2

Wysokość unoszenia kopyt w ściepie i klusie (cm)
Height of hoof lifting in walk and trot (cm)

Wyszczególnienie Specification	W ręku – In hand				Pod siodłem – Under saddle				
	stęp – walk		klus – trot		stęp – walk		klus – trot		
	kończyna przednia foreleg	kończyna tylna hindleg	kończyna przednia foreleg	kończyna tylna hindleg	kończyna przednia foreleg	kończyna tylna hindleg	kończyna przednia foreleg	kończyna tylna hindleg	
Konie Horses	x	7,40	8,00	9,90	8,30	7,00	8,10	9,70	6,90
	S	1,56	2,24	2,39	2,69	1,95	1,51	2,28	2,34
	min	5	3	5	3	3	5	6	4
	max	11	11	14	11	10	11	13	11
			*			*	*		
Kuce Ponies	x	6,85	5,95	8,00	6,85	6,25	6,60	7,85	6,05
	S	2,13	1,32	3,07	2,43	1,97	1,59	2,52	2,01
	min	3	3	4	3	2	4	4	2
	max	11	8	17	11	10	10	14	9

Różnice między średnimi ustalonymi dla kuców i koni istotne przy: * $P \leq 0.05$
Differences between means in ponies and horses significant at: * $P \leq 0.05$

Rzeczywiste indywidualne wysokości maksymalnego unoszenia kopyt w stępie i kłusie wynosiły od 2 do 17 cm. Średnie wartości indeksów mieściły się w przedziale 4,26-6,11% wysokości w kłębie (rys. 3), a różnice między średnimi ustalonymi dla koni i kuców okazały się statystycznie nieistotne.



Rys. 3. Indeksy wysokości unoszenia kopyta (%)
 Fig. 3. Indices of hoof lifting height (%)

Zaobserwowano, że w stępie kończyny tylne były na ogół wyżej podnoszone niż przednie, natomiast w kłusie sytuacja była odwrotna.

Stwierdzono, że w kłusie pod siodłem wysokość unoszenia kończyn przednich w porównaniu z ruchem w ręku była niemal taka sama, a kończyn tylnych – wyraźnie niższa.

Podsumowując można stwierdzić, że analiza obrazu cyfrowego ruchu koni okazała się przydatna do przeprowadzenia pomiarów długości kroku oraz wysokości unoszenia kończyn. Zastosowanie programu Multi Scan Base do analizy obrazu wykazało, jak istotne jest wybranie odpowiedniej skali wzorcowej dla prawidłowości obliczeń. Najlepszym rozwiązaniem wydaje się zastosowanie wymiaru wysokości konia w kłębie, ustalonej wcześniej przy pomocy laski zoometrycznej. Analizowany zapis określonego chodu powinien obejmować jak największą liczbę kroków o ustalonym tempie ruchu. Wartości bezwzględne średnich długości kroku i wysokości unoszenia kończyn ustalone dla koni dużych i kuców prowadzonych w ręku i prezentowanych pod siodłem różniły się istotnie. Obliczone średnie poszczególnych indeksów wykazały, że różnice między końmi dużymi a kucami są niewielkie i statystycznie nieistotne, pozwoliły jednak zaobserwować kilka interesujących ogólnych tendencji:

- we wszystkich chodach indeks długości kroku koni i kuców prezentowanych pod siodłem był nieco mniejszy niż u koni i kuców prowadzonych w ręku;
- w kłusie pod siodłem indeks wysokości unoszenia kończyn przednich nie zmienia się, a kończyn tylnych wyraźnie się obniża w porównaniu z ruchem w ręku.

PIŚMIENNICTWO

1. KOLSTRUNG R., STRZELEC K., GOLEMAN M., PAŁYS M., 2005 – Parametry ruchu kuców felińskich w wierzchowych próbach dzielności. *Annales UMCS*, sec. EE, vol. XXIII, 26, 189-199.
2. LEWCZUK D., 2000 – Zastosowanie komputerowej analizy obrazu w ocenie zdolności skokowych koni półkrwi w Zakładach Treningowych. *Folia Univesitatis Agriculturae Stetinensis*, Zootechnika, 91-98.
3. Program hodowli koni rasy małopolskiej, 2005 – PZHK, Warszawa, www.pzhk.pl
4. PUCHAŁA J., 2005 – Analiza parametrów skoku konia przez wybrane przeszkody podczas konkursów hippicznych. Rozprawa doktorska, AR Lublin.
5. ZWOLIŃSKI J., 1977 – Hodowla koni. PWRiL, Warszawa.

Ryszard Kolstrung, Aleksandra Pierzchała

Measurement of horse movement parameters with the use of digital camera

S u m m a r y

Movement parameters were examined in 30 horses (10 horses of over 156 cm at withers and 20 ponies of under 148 cm at withers). Each horse was shown in hand and under saddle at a long side of a manege. The horse movement registered with a digital camera was analyzed after computer transformation. Individual step length in different movements and maximum height of hoof lifting were determined. Statistical analysis has shown that absolute mean length and height of steps differ significantly, whereas indices of these parameters are similar (differences statistically insignificant). For instance, mean values of the indices for the trot in hand and under saddle equaled 160% and 155% in horses and 165% and 160% in ponies, respectively. The step length of the horse under saddle was usually lower than in hand. Computer picture analyses of the horse movement was found to be useful for the evaluation of horse movement parameters. The horse's height at withers estimated earlier is the best comparative measure for the picture calibration.

