

Wykorzystanie komputerowej analizy obrazu w określeniu parametrów dosiadu jeźdźca podczas zawodów w skokach przez przeszkody

**Sławomir Pietrzak, Magdalena Kycia,
Krzysztof Bocian, Katarzyna Strzelec**

Akademia Rolnicza w Lublinie, Katedra Hodowli i Użytkowania Koni, Pracownia Jeździectwa,
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

Celem przeprowadzonych badań była próba zastosowania komputerowej analizy obrazu w określeniu i ocenie układu ciała jeźdźców podczas pokonywania przeszkód pionowych (stacjonata) oraz wysoko-szerokich (okser) w regionalnych i ogólnopolskich zawodach jeździeckich. Badaniami objęto 360 jeźdźców dosiadających 371 koni podczas zawodów w skokach przez przeszkody w 2004 roku. Skonstatowano, że jednym z zasadniczych źródeł błędów popełnianych przez zawodników w badanych zawodach był brak równowagi w skoku, którego efektem było tzw. wyprzedzanie ciałem ruchu konia. Stwierdzono znaczne zróżnicowanie niektórych parametrów dosiadu jeźdźców w poszczególnych fazach skoku konia, co świadczy o braku jednolitości ich wyszkolenia.

SŁOWA KLUCZOWE: dosiad jeźdźca / fazy skoku konia / komputerowa analiza obrazu

Jeździectwo jest dyscypliną sportu różniącą się od innych, ponieważ biorą w niej udział jednocześnie dwie żywe istoty (człowiek i koń), które powinny ze sobą jak najlepiej współpracować i świetnie się rozumieć [7]. Dobre wyniki sportowe w jeździectwie są na ogół efektem długo trwającej i żmudnej pracy, szczególnie w dyscyplinie skoków przez przeszkody, gdzie zwykle w ciągu kilkudziesięciu sekund jeździec i koń pokonują kilkanaście, nierzadko bardzo trudnych przeszkód [14].

W treningu jeźdźca i konia od szeregu lat używa się kamer video, w celu analizy techniki i taktyki pokonywania parkuru. W niektórych krajach podczas treningu jeźdźca odtwarzany jest jego przejazd na dużym ekranie, aby on sam mógł się przekonać, jakie popełnia błędy i w których momentach, co w opinii badaczy szwedzkich daje pozytywne rezultaty szkolenia [3].

Obserwowany w ostatnich latach rozwój komputerowej analizy obrazu i jej zastosowanie w różnych dziedzinach życia [5, 10] pozwala sądzić, że także w szkoleniu jeźdźca może być ona przydatna.

Celem niniejszej pracy była próba zastosowania komputerowej analizy obrazu w określeniu i ocenie układu ciała zawodnika podczas pokonywania przeszkód w regionalnych i ogólnopolskich zawodach jeździeckich.

Materiał i metody

Badaniami objęto 360 jeźdźców posiadających 371 koni podczas regionalnych (województwo lubelskie) i ogólnopolskich (Janów Lubelski, Łąck koło Płocka) zawodów w skokach przez przeszkody w 2004 roku. Ogółem przeanalizowano 1097 startów zawodników, w klasach: LL, L, P, N, C i CC1. Przedmiotem badań była analiza parametrów dosiady jeźdźców podczas pokonywania przeszkód pionowych (stacjonata) oraz wysoko-szerokich (okser) [11].

Każdy przejazd na parkurze nagrywano za pomocą wypoziomowanych kamer video (marki Sony DCR-TRN 345 E oraz Sony DCR-TRU 22 EKT), stojących na statywach w odległości 10 m od przeszkód. Jedną z kamer rejestrowano cały przejazd jeźdźca i konia, drugą – ustawioną pod kątem 90° w stosunku do bocznej części przeszkód typu okser lub stacjonata – nagrywano poszczególne fazy skoków. Z wykonanych nagrań wybrano fragmenty w postaci stop-klatek, przedstawiające zapis pojedynczych skoków na przeszkodach typu stacjonata (trzy fazy: odskoku tylnymi kończynami, przenoszenia przednich kończyn nad najwyższym członem przeszkody i lądowania przednimi kończynami) oraz okser (pięć faz: odskoku tylnymi kończynami, przenoszenie przednich kończyn nad pierwszym członem oksera, przenoszenie przednich kończyn nad drugim członem oksera, przenoszenie tylnych kończyn nad pierwszym członem oksera, lądowanie przednimi kończynami). Uzyskane dane zapisano do pamięci komputera za pomocą programu MultiScanBase, a na obrazach określono położenie wybranych punktów jeźdźca w układzie współrzędnych [5, 10].

W każdej z badanych faz skoku konia analizowano ułożenie poszczególnych części ciała jeźdźca – dłoń, staw łokciowy, staw barkowy, staw biodrowy, staw kolanowy, pięta, poprzez zmierzenie:

- długości odcinka od wędzidla do dłoni jeźdźca (cm),
- długości odcinka od biodra do tylnego łęku siodła (cm),
- kąta rozwarcia stawu skokowego ($^{\circ}$),
- kąta rozwarcia stawu kolanowego ($^{\circ}$),
- kąta zawartego między tułowiem i udem ($^{\circ}$),
- kąta rozwarcia stawu łokciowego ($^{\circ}$),
- kąta nachylenia tułowia w stosunku do podłoża ($^{\circ}$).

Filmowanie całych przebiegów miało na celu ustalenie ogólnej liczby foulees wykonanych przez konia i jeźdźca w trakcie pokonywania trasy parkuru, faktycznego czasu jego trwania oraz zanotowania ewentualnych błędów popełnionych przez jeźdźców podczas skoku, takich jak: utrata równowagi (wyprzedzenie lub pozostanie ciałem),

zbyt bliski lub zbyt daleki odskok konia, zbyt gwałtowne zmiany tempa lub błędy ręki jeźdźca (szarpnięcia wodzy).

Wszystkie zebrane dane liczbowe opracowano obliczając podstawowe charakterystyki statystyczne, biorąc pod uwagę miejsca i rodzaje rozgrywanych zawodów (halowe i otwarte), klasy konkursów, typ przeszkód i fazy skoków oraz wiek koni (w przypadku Mistrzostw Polski Młodych Koni). Istotność różnic między średnimi obliczono przy użyciu programu Statistica 6.0.

Wyniki i dyskusja

W porozumieniu jeźdźca z koniem podczas pokonywania przeszkód istotną rolę pełnią dłonie, regulujące długość wodzy, które poprzez wędzidło utrzymują kontakt z pyskiem konia [9]. W poszczególnych fazach skoku konia zmienia się pozycja jego głowy i szyi, dlatego też zadaniem jeźdźcy jest utrzymanie takiej łączności z pyskiem konia, aby mógł on jak najlepiej użyć tych części swojego ciała w celu prawidłowego pokonania przeszkody.

Z wymienionych względów mierzono długość odcinka od wędzidła do dłoni jeźdźcy w poszczególnych fazach skoku. Jak wynika z obserwacji praktycznych, dosyć często jeźdźcy pozbawiają konie inicjatywy poprzez zbyt krótkie trzymanie wodzy i ograniczanie im swobody ruchu, zwłaszcza podczas skoku lub też przesadnie wydłużają wodze, tracąc kontakt z pyskiem konia. W obu przypadkach może to powodować błędy konia podczas skoku, np. strącenia przeszkód lub nieposłuszeństwa.

Odcinek pomiędzy pyskiem konia i dłonią jeźdźcy w poszczególnych fazach skoku przez przeszkodę typu stacjonarna (podczas zawodów halowych) różnił się długością, w zależności od klasy konkursu. W I fazie skoku, czyli podczas tzw. odskoku, średnie wartości długości wymienionego odcinka układały się w przedziale od 56,0 do 64,0 cm w klasie „N”. W pozostałych badanych klasach, o niższym stopniu trudności przeszkód, przedział ten był znacznie szerszy, co świadczy o tym, że jeźdźcy byli bardziej zróżnicowani pod względem stopnia wyszkolenia. Pomiary charakteryzujące II i III fazę potwierdziły tę prawidłowość, związaną z klasą konkursu, ponieważ każdorazowo w klasie „N” notowano najmniejszą zmienność badanego odcinka. W przypadku przeszkody typu okser pokonywanej na zawodach halowych, w drugiej, trzeciej i czwartej fazie skoku konia w klasie „LL” zanotowano najmniejsze różnice, natomiast w klasie „P” największe. Podczas zawodów otwartych ten sam parametr charakteryzował się dużo wyższymi średnimi wartościami w poszczególnych fazach skoku i klasach konkursu. Fakt ten może mieć związek z większym tempem pokonywania przeszkód oraz wydłużeniem ram konia, aby pokonać większe odległości między przeszkodami. Pomędzy badanymi fazami zaobserwowano, że największe różnice dotyczące długości odcinka od wędzidła do dłoni jeźdźcy występowały w klasie „L” (ok. 70-95 cm), natomiast najmniejsze w klasie „C” (ok. 61-66 cm). Analizując skoki przez przeszkody typu okser podczas zawodów otwartych, stwierdzono na ogół mniejsze różnice w przypadku niższych klas, konkursy trudniejsze charakteryzowały się większymi różnicami

w tym zakresie, co może świadczyć o znacznym zróżnicowaniu poziomu wyszkolenia jeźdźców startujących w tych konkursach.

W trakcie skoku jeździec powinien zapewnić koniowi maksymalny komfort pracy głowy, szyi oraz grzbietu. W chwili odbicia przód ciała konia unosi się ku górze, powodując jednoczesne zbliżenie do tułowia jeźdźca, którego zadaniem jest, poprzez rozwarcie stawów kolanowych, uniesienie miednicy i lekkie nachylenie tułowia, odciążenie grzbietu konia [1, 2]. Ogólnie odcinek od biodra do tylnego łęku siodła zawsze przyjmował wartości największe w pierwszej fazie, zarówno w zawodach halowych jak i w otwartych. Wydaje się to prawidłowe, bowiem jeździec podążał za środkiem ciężkości konia, natomiast omawiany odcinek ulegał skróceniu w ostatnich fazach skoku, ze względu na powrót miednicy jeźdźca (przygotowującego się do lądowania) w siodło. Zawsze jednak w przypadku zawodów halowych długość omawianego odcinka w dwóch pierwszych fazach skoku była krótsza (średnio o kilka centymetrów) w porównaniu do zawodów otwartych. Z kolei podczas skoku przez okser, w II i III fazie zmierzono podobne długości badanego odcinka, tak w zawodach halowych jak i otwartych. Maksymalną wartość tego parametru (50,6 cm) zanotowano w I fazie skoku w klasie „L” na zawodach halowych, a minimalną (10,2 cm) – w III fazie w otwartym konkursie klasy „C”.

Ważnym elementem przyjmowania obciążeń podczas skoku są nogi jeźdźca, a w szczególności jego staw skokowy i kolanowy, których zadaniem jest amortyzowanie wstrząsów [2, 6]. Wśród badanych jeźdźców zaobserwowano, że staw skokowy był najbardziej rozarty w ostatniej fazie, co można tłumaczyć tym, że zawodnicy w momencie lądowania opierali cały swój ciężar na strzemionach, niejednokrotnie przesuwając lydki do przodu. W nielicznych przypadkach kąt rozwarcia stawu skokowego jeźdźca osiągnął większe wartości w pierwszej fazie skoku konia aniżeli w trzeciej, co może wskazywać na to, że jeźdźcy w trakcie fazy odbicia nadmiernie unosili się w strzemionach, wyprzedzając niejako ruch konia. Średnie wartości tego kąta zawierały się w przedziale między $54,5^{\circ}$ (w klasie „LL”) w pierwszej fazie (zawody halowe) a $88,3^{\circ}$ w klasie „N” w trzeciej fazie (zawody otwarte) – tabela 1. Największe różnice wystąpiły w klasach najniższych („LL”, „L”) na zawodach halowych, podczas skoków przez przeszkody typu stacjonata. W przypadku skoków przez oksery w pierwszej, trzeciej i piątej fazie największe różnice stwierdzono w konkursach klasy „N”. Podobne zależności ustalono w konkursach rozgrywanych w warunkach otwartych.

Kąt zawarty między udem i podudziem jeźdźca, czyli kąt rozwarcia stawu kolanowego, jest zależny od rodzaju stosowanego dosiada. W dyscyplinie ujeżdżenia uważa się, że zawodnik powinien mieć jak najniżej opuszczone kolano wzdłuż tybinki siodła, aby jego podudzie w jak największym stopniu mogło oddziaływać na bok konia. Dlatego też u jeźdźca startującego w dyscyplinie ujeżdżenia kąt rozwarcia stawu kolanowego na ogół jest i powinien być mocno rozarty [4]. Natomiast podczas pokonywania przeszkód tułów jeźdźca dosiadającego konia powinien podążać harmonijnie i rytmicznie za ruchem środka ciężkości konia, aby ułatwić mu wykonywanie skoków. Stąd też kąt rozwarcia stawu kolanowego u jeźdźca-skoczka nie powinien być zbyt duży i raczej zbliżony w fazie najazdu przed skokiem do 90° , a nawet mniej. Klasyczny półsiad jest

Tabela 1 – Table 1

Statystyczna charakterystyka układu ciała jeźdźca podczas skoku przez przeszkodę typu stacjonata w badanych konkursach otwartych klasy "N"
 Statistical characteristic of rider's body position during jump over upright fences at open competition class "N"

Fazy skoku Jump phases	Badane odcinki i kąty Analysed sections and angles	Miejsce rozgrywania konkursu Place of competition		
		Białka (n=14)	Janów Lubelski (n=10)	LKJ (n=5)
I	1	\bar{x} 71,0 ^{AB}	66,5 ^A	64,2 ^B
		Sd 6,81	6,20	6,76
	2	\bar{x} 35,5 ^a	36,9	39,5 ^a
		Sd 8,96	7,26	3,21
	3	\bar{x} 61,6 ^{CD}	55,4 ^{DE}	83,1 ^{CE}
		Sd 13,30	15,33	5,46
	4	\bar{x} 137,8 ^F	145,9 ^F	142,0
	Sd 14,59	11,05	11,37	
II	5	\bar{x} 107,4 ^{GH}	118,6 ^{GI}	96,5 ^{HI}
		Sd 19,11	14,20	8,28
	6	\bar{x} 81,6 ^{JK}	59,6 ^L	67,8 ^{KL}
		Sd 36,15	13,85	19,44
	7	\bar{x} 129,8 ^M	128,3 ^N	116,4 ^{MN}
		Sd 7,51	10,69	7,67
	III	1	\bar{x} 77,6 ^A	71,4 ^B
		Sd 5,38	6,56	7,29
2		\bar{x} 29,0 ^{CD}	24,4 ^C	23,6 ^D
		Sd 8,37	6,19	4,47
3		\bar{x} 61,8 ^{EF}	74,2 ^E	77,6 ^F
		Sd 12,96	15,26	16,77
4		\bar{x} 120,0 ^G	124,7 ^H	112,0 ^{GH}
	Sd 14,85	12,02	18,61	
IV	5	\bar{x} 82,9 ^I	93,4 ^K	67,9 ^K
		Sd 17,76	16,37	13,31
	6	\bar{x} 71,6 ^{LM}	52,6 ^N	86,3 ^{MN}
		Sd 24,71	15,80	11,38
	7	\bar{x} 116,7 ^O	119,3 ^P	107,0 ^{OP}
		Sd 14,33	7,29	12,27
	V	1	\bar{x} 79,5 ^{AB}	74,7 ^{AC}
		Sd 6,47	5,67	3,49
2		\bar{x} 13,8	11,1	13,2
		Sd 4,28	2,30	4,03
3		\bar{x} 78,4	80,0	88,3
		Sd 16,04	10,29	9,57
4		\bar{x} 102,7 ^{DE}	114,6 ^{DF}	92,7 ^{EF}
	Sd 15,37	9,85	12,90	
VI	5	\bar{x} 118,1	134,6	106,7
		Sd 14,72	19,05	14,50
	6	\bar{x} 136,3 ^{GH}	125,7 ^{GI}	150,8 ^{HI}
		Sd 17,21	15,12	11,46
	7	\bar{x} 148,9 ^J	157,1 ^{JK}	150,9 ^K
		Sd 8,97	9,58	8,32

1 – długość odcinka od wędzidła do dłoni jeźdźca (cm) – length from bit to rider's hand (cm)

2 – długość odcinka od biodra do tylnego łęku siodła (cm) – length from hip to cantle (cm)

3 – kąt rozwarcia stawu skokowego jeźdźca (°) – rider's opening of ankle joint (°)

4 – kąt rozwarcia stawu kolanowego jeźdźca (°) – rider's opening of knee joint (°)

5 – kąt zawarty między tułowiem i udem jeźdźca (°) – angle between rider's torso and thigh (°)

6 – kąt rozwarcia stawu łokciowego jeźdźca (°) – rider's opening of elbow joint (°)

7 – kąt nachylenia tułowia w stosunku do podłoża (°) – degree of torso's slope (°)

A, B, C... – te same litery oznaczają istotność różnic w wierszach przy P≤0,01 – significance of differences at P≤0.01 (in the rows)

a, b, c... – te same litery oznaczają istotność różnic w wierszach przy P≤0,05 – significance of differences at P≤0.05 (in the rows)

formą dosiadau preferowanego w dyscyplinie skoków przez przeszkody, ponieważ ułatwia podążanie za ruchem konia [9]. Analizując skoki przez przeszkody typu stacjonata na zawodach halowych zauważono, że badany kąt przyjmował największe wartości w pierwszej fazie ($115,3-138,8^\circ$), a następnie zmniejszał się w kolejnych fazach ($96,1-112,8^\circ$), podobnie jak to określono dla skoków przez oksery (tab. 2). Podczas rozgrywania zawodów otwartych okazało się, że badane parametry przyjmowały z reguły większe wartości aniżeli podczas zawodów halowych. Wydaje się mieć to związek z większą powierzchnią placów konkursowych i odległościami między przeszkodami, które prowokują do większego tempa jazdy, a to z kolei przekłada się na większą dynamikę odbicia konia i zachowanie jeźdźcy. W wielu wypadkach stwierdzono, tak w zawodach halowych jak i otwartych, statystycznie istotne różnice między miejscami rozgrywanych zawodów w zakresie kąta rozwarcia stawu kolanowego jeźdźcy, porównując konkursy tych samych klas. Świadczyć to może o braku jednolitego wyszkolenia jeźdźców, na co uwagę zwracają także inni autorzy [8, 12].

Harmonijne podążanie jeźdźcy za ruchem konia podczas skoku przez przeszkodę jest związane ze zmianami kąta zawartego między tułowiem a udem jeźdźcy. Zmiany te jednak powinny być dostosowane w czasie do ułożenia ciała konia w poszczególnych fazach skoku tak, aby środek ciężkości jeźdźcy przemieszczał się w płaszczyźnie środka ciężkości konia. Przesadne przemieszczanie tułowia jeźdźcy podczas skoku może zaburzać równowagę konia i powodować błędy jego kończyn przednich lub tylnych, co czasami obserwuje się podczas zawodów [13, 14]. Z przeprowadzonej analizy skątownia tułowia i uda jeźdźcy w kolejnych fazach skoku wynika, że podczas pokonywania stacjonaty wartość omawianego kąta była najmniejsza w II fazie ($60-80^\circ$), zaś w przypadku oksera w III fazie. Największe wartości notowano w obu typach przeszkód podczas ostatniej fazy, czyli lądowania ($110-130^\circ$). Stwierdzono jednak szereg różnic statystycznie istotnych pomiędzy poszczególnymi zawodami, jak i klasami konkursów, co potwierdza wcześniejsze spostrzeżenia o znacznych różnicach pomiędzy jeźdźcami, dotyczących ich sylwetki na koniu podczas pokonywania przeszkód.

Jak wiadomo, zadaniem rąk jeźdźcy jest kontrola kierunku jazdy oraz regulacja tempa. Podczas skoku ręka jeźdźcy powinna podążać za ruchem głowy i szyi konia, co jest możliwe tylko wtedy, gdy staw łokciowy ma odpowiednią ruchomość i elastyczność. Wszystkie ruchy głowy i szyi konia są przyjmowane przez ramiona i łokcie jeźdźcy, ale czułość jego rąk zależy od prawidłowego i niezależnego dosiadau. W dużej mierze od stopnia ujeżdżenia i wrażliwości konia zależy będzie kontakt pomiędzy nim a jeźdźcem. Może być on bardzo delikatny, normalny lub twardy i nieprzyjemny dla konia, który okazuje swoje niezadowolenie poprzez ciągłe próby wyrwania wodzy [7]. Obserwując zawodników zarówno podczas zawodów halowych, jak i otwartych, stwierdzono, że największe wartości kąta rozwarcia stawu łokciowego przyjmował w ostatnich fazach skoków, a dotyczyło to obu badanych typów przeszkód. Podczas skoków przez przeszkodę typu stacjonata na zawodach halowych zauważono, że największe różnice dotyczące średnich wartości badanego kąta wystąpiły w klasach „LL” i „L”, najmniejsze zaś w konkursach najtrudniejszych („N” i „C”). W przypadku przeszkody typu okser wystąpiła odwrotna sytuacja, najmniejsze wartości stwierdzono w konkursach

Tabela 2 – Table 2

Statystyczna charakterystyka układu ciała jeźdźcy podczas skoku przez przeszkodę typu okser w badanych konkursach otwartych klasy "N"

Statistical characteristic of rider's body position during jump over oxer fences at open competitions class "N"

Fazy skoku Jump phases	Badane odcinki i kąty Analysed sections and angles		Miejsce rozgrywania konkursu Place of competition				
	1	2	3	4	5	6	7
			Białka (n=10)	Lubelski (n=10)	Felin (n=5)	LKJ (n=5)	
I	1	\bar{x}	70,6 ^A	59,8 ^{ABC}	69,3 ^B	61,2 ^C	
		Sd	10,99	6,98	11,98	10,23	
	2	\bar{x}	36,7 ^D	38,5 ^E	28,4 ^{DEF}	39,0 ^F	
		Sd	10,34	4,89	6,93	10,76	
	3	\bar{x}	71,4 ^{GH}	56,8 ^{GHI}	68,6 ^{IK}	78,4 ^{JK}	
		Sd	16,96	13,10	5,26	10,71	
	4	\bar{x}	130,2 ^{LMN}	142,1 ^{LO}	136,8 ^{MO}	139,5 ^N	
		Sd	19,34	9,76	3,06	21,41	
	5	\bar{x}	93,6 ^{PR}	100,1 ^{PST}	114,0 ^{RSU}	93,2 ^{TU}	
		Sd	21,00	10,73	11,63	23,22	
	6	\bar{x}	66,5 ^{WQZ}	71,7 ^{WYX}	121,4 ^{QYA'}	95,6 ^{ZXB'}	
		Sd	13,49	20,16	9,10	9,70	
	7	\bar{x}	131,2 ^{C'D'}	123,1 ^{C'E'F'}	138,8 ^{D'E'G'}	128,6 ^{F'G'}	
		Sd	12,49	9,22	10,13	4,72	
II	1	\bar{x}	73,4 ^{ABC}	59,6 ^A	62,7 ^B	62,1 ^C	
		Sd	10,74	5,12	5,98	8,94	
	2	\bar{x}	31,2 ^{ab}	32,9 ^{DE}	26,8 ^{Da}	26,5 ^{Eb}	
		Sd	6,41	4,80	6,22	8,67	
	3	\bar{x}	67,5 ^{FGH}	60,8 ^{FIJ}	74,4 ^{GJK}	77,7 ^{HJK}	
		Sd	9,96	13,44	10,56	6,62	
	4	\bar{x}	117,3 ^{LMN}	127,7 ^{LL}	124,2 ^{MO}	112,5 ^{NLO}	
		Sd	13,21	9,05	12,43	13,38	
	5	\bar{x}	78,3 ^P	81,5 ^R	78,5 ^S	67,4 ^{PRS}	
		Sd	12,83	13,80	13,78	11,07	
	6	\bar{x}	91,0 ^{TUW}	64,0 ^{TXY}	61,1 ^{UX}	117,7 ^{WXY}	
		Sd	30,38	16,31	18,50	19,28	
	7	\bar{x}	120,8	112,4	111,3	116,1	
		Sd	17,36	10,12	12,23	16,33	
III	1	\bar{x}	78,9 ^{AB}	62,6 ^C	69,1 ^{ACD}	60,6 ^{BD}	
		Sd	7,63	7,09	6,43	4,74	
	2	\bar{x}	19,9 ^E	16,3 ^F	25,1 ^{EFG}	16,1 ^G	
		Sd	5,61	3,76	5,51	6,46	
	3	\bar{x}	75,7 ^{HI}	70,0 ^{HJ}	69,7 ^{IK}	78,6 ^K	
		Sd	8,60	14,40	7,78	11,01	
	4	\bar{x}	96,3 ^L	89,2 ^{LLM}	95,0 ^L	96,8 ^M	
		Sd	12,64	7,42	13,37	10,72	
	5	\bar{x}	66,1 ^N	62,9 ^{OP}	61,3	69,8 ^{NOP}	
		Sd	15,94	9,90	10,22	13,28	
	6	\bar{x}	117,3 ^{RST}	97,1 ^{RUW}	72,0 ^{TUQ}	133,5 ^{SWQ}	
		Sd	21,88	24,25	28,88	14,16	
	7	\bar{x}	121,7 ^{XY}	113,3 ^{XZA'}	105,1 ^{YA'B'}	125,4 ^{ZB'}	
		Sd	14,45	9,05	16,03	17,98	

1	2	3	4	5	6	7
IV	1	\bar{x}	75,9 ^{ABc}	60,2 ^{AC}	70,8 ^{CDc}	62,3 ^{BD}
		Sd	7,91	5,16	10,68	8,91
	2	\bar{x}	13,2	12,7	15,2	13,5
		Sd	3,55	2,88	3,98	3,67
	3	\bar{x}	80,6 ^{EP}	70,8 ^{EGH}	76,7 ^{GI}	85,9 ^{FHI}
		Sd	14,41	9,62	8,18	5,07
	4	\bar{x}	89,3 ^I	85,8 ^L	85,1 ^K	93,3 ^{JKL}
		Sd	6,97	7,82	8,03	3,29
	5	\bar{x}	86,6 ^M	83,4 ^O	86,6 ^N	95,9 ^{MNO}
		Sd	9,40	12,01	16,51	10,51
	6	\bar{x}	143,0 ^{PSR}	132,7 ^{PU}	128,6 ^{RT}	153,8 ^{STU}
		Sd	12,75	17,31	35,13	8,13
	7	\bar{x}	137,4 ^{WQ}	127,9 ^{WZX}	133,3 ^{ZY}	147,2 ^{QXY}
		Sd	6,85	8,15	14,09	7,13
V	1	\bar{x}	75,8 ^{ABC}	54,9 ^{ADE}	65,0 ^{BD}	61,5 ^{CE}
		Sd	4,80	4,24	9,45	7,89
	2	\bar{x}	11,7	10,5	15,2	9,8
		Sd	4,07	2,05	1,07	2,76
	3	\bar{x}	84,0 ^{FG}	76,4 ^{FH}	77,3 ^{GI}	86,9 ^{HI}
		Sd	8,45	5,09	10,40	4,92
	4	\bar{x}	104,8 ^{JK}	110,0 ^{LM}	104,3 ^{LN}	114,9 ^{KMN}
		Sd	15,03	15,78	15,80	10,41
	5	\bar{x}	124,2 ^{OP}	134,8 ^{OR}	122,9 ^{RS}	133,5 ^{PS}
		Sd	16,42	14,75	10,81	9,87
	6	\bar{x}	147,1 ^{TUV}	158,1 ^{TJ}	159,1 ^{Uc}	163,2 ^{Wde}
		Sd	7,95	11,91	11,84	13,28
	7	\bar{x}	155,6 ^{ZI}	158,3 ^{QX}	150,3 ^{QXf}	166,6 ^{XYZ}
		Sd	19,30	9,88	10,42	8,84

1 – długość odcinka od wędzidla do dłoni jeźdźca (cm) – length from bit to rider's hand (cm)

2 – długość odcinka od biodra do tylnego łęku siodła (cm) – length from hip to cantle (cm)

3 – kąt rozwarcia stawu skokowego jeźdźca (°) – rider's opening of ankle joint (°)

4 – kąt rozwarcia stawu kolanowego jeźdźca (°) – rider's opening of knee joint (°)

5 – kąt zawarty między tułowiem i udem jeźdźca (°) – angle between rider's torso and thigh (°)

6 – kąt rozwarcia stawu łokciowego jeźdźca (°) – rider's opening of elbow joint (°)

7 – kąt nachylenia tułowia w stosunku do podłoża (°) – degree of torso's slope (°)

A, B, C... – te same litery oznaczają istotność różnic w wierszach przy $P \leq 0,01$ – significance of differences at $P \leq 0,01$ (in the rows)

a, b, c... – te same litery oznaczają istotność różnic w wierszach przy $P \leq 0,05$ – significance of differences at $P \leq 0,05$ (in the rows)

najniższych, a największe w najwyższych klasach. Generalnie w badaniach ustalono, że jeźdźcy w konkursach klas „LL” i „L” znacznie się różnili od zawodników startujących w klasach „N” i „C” pod względem ustawienia i rozwarcia łokci. Stwierdzono bowiem, że u tych pierwszych średnie wartości omawianego kąta były rzędu 80-110°, a u drugich znacznie mniejsze (60-100°), szczególnie w zawodach otwartych. Być może ma to związek z wielkością koni i wzajemnymi proporcjami jeźdźcy i konia, co ma istotne znaczenie w konkursach dla kuców, dosiadanych przez najmłodszych zawodników.

Analizując średnią wartość kąta nachylenia tułowia względem podłoża zauważono, że kąt ten zmienia się zaledwie o kilka stopni w I i II fazie skoku na stacjonacie oraz w I, II i III fazie na okserze, co świadczy o stopniowym pochylaniu się jeźdźców wraz ze zmianą środka ciężkości konia. Wartości maksymalne kąt ten osiągnął w ostatnich fazach, kiedy to zawodnicy prostują tułów, aby w trakcie lądowania utrzymać równowagę własną i nie zakłócić równowagi konia. Biorąc pod uwagę wysokość przeszkód zauważono, że badany parametr przyjmuje wyższe wartości wraz ze wzrostem ich wysokości, co potwierdza potrzebę mocniejszego pochylecia tułowia przez zawodników w celu podążenia za środkiem ciężkości konia. W przypadku zawodów halowych podczas pokonywania przeszkody typu stacjonata największe różnice wartości tego kąta zanotowano w konkursach klasy „P”, a najmniejsze w konkursach o najniższym stopniu trudności. Analizując skoki na przeszkodzie typu okser zauważono identyczną sytuację.

Ogólnie nachylenie tułowia badanych jeźdźców w stosunku do podłoża, podczas wykonywanych skoków, zawierało się w granicach od 115° do 170° , przy czym najmniejsze skątowanie dotyczyło drugiej, a największe ostatniej fazy skoku.

Sfilmowane całe przejazdy parkuru posłużyły do ich analizy w zakresie ruchów jeźdźca i jego oddziaływania na konia. Poklatkowa analiza filmu pozwoliła na wyodrębnienie różnego typu błędów popełnianych przez zawodników, które niejednokrotnie wpływały na wyniki uzyskane w konkursie.

Jednym z zasadniczych źródeł błędów popełnianych przez jeźdźców w badanych zawodach był brak równowagi w skoku, którego efektem było tzw. wyprzedzanie ciałem ruchu konia (tab. 3 i 4). Dotyczyło to przede wszystkim konkursów klas „LL”, „L” i „P”, w których omawiany błąd stanowił niemal 1/3 wszystkich błędów, a w przypadku niektórych zawodów nawet więcej (Janów Lubelski – 36,8%, Białka – 38,6%). W konkursach klas „N” i „C” omawiany błąd stanowił na ogół poniżej 20%. Różnice średnich w tym zakresie pomiędzy badanymi klasami konkursów okazały się statystycznie istotne (tab. 3). Wydaje się, że mniejszy odsetek utraty równowagi zawodników startujących w konkursach o wyższym stopniu trudności wynika z ich lepszego poziomu wyszkolenia i zdobytego doświadczenia. Rozpatrując omawiany błąd równowagi jeźdźców z uwzględnieniem grup wiekowych koni stwierdzono, że był on zdecydowanie większy w grupach koni 6- i 7-letnich (nawet do 40%) aniżeli 4- i 5-letnich. Jest to zaskakujące stwierdzenie i dowodzi raczej faktu dużej przypadkowości doboru jeźdźców, którzy prezentują konie podczas Mistrzostw Polski Młodych Koni (tab. 4). W tej sytuacji obiektywizm oceny wartości użytkowej młodych koni w Polsce pozostawia wiele do życzenia, co władze hodowlane i sportowe powinny wziąć pod uwagę.

Drugim istotnym źródłem błędów badanych jeźdźców były tzw. błędy ręki, związane ze zbyt drastycznym oddziaływaniem poprzez wodze i wędzidło na kąty pyska konia, czy też szarpnięcia wodzami w momentach utraty równowagi. Stwierdzono istotne statystycznie różnice pomiędzy średnimi odsetkami tego błędu w określonych klasach konkursów, przy czym na ogół w klasach „N” i „C” odsetki te były większe (20-25%) w porównaniu z klasami „L” i „P” (16-18%) – tabela 3. Taki stan rzeczy można upatrywać w tym, że w przypadku konkursów o większych rozmiarach przeszkód

Tabela 3 – Table 3

Charakterystyka błędów popełnionych przez badanych jeźdźców w określonych klasach konkursów
 Characteristic of faults made by riders at definite competitions classes

Klasa konkursu i liczba przejazdów Competition class and number of rounds	Utrata równowagi podczas skoku Balance loss during jump						Błędy ręki Hand faults	Za bliski odskok Too close take-off	Za daleki odskok Too far take-off	Zbyt gwałtowne zmiany tempa Too sudden changes of speed				
	wyprzedzenie tubowiem upper body too far forward		pozostanie ciałem upper body behind the movement		x (%)	Sd					x (%)	Sd	x (%)	Sd
	x (%)	Sd	x (%)	Sd										
I.L. (n=44)	29,2 ^{ABC}	4,30	11,6 ^{ABCD}	1,19	20,7 ^{ABC}	9,93	14,4 ^{ABC}	2,07	4,7 ^{ABCD}	4,14	11,6 ^{ABCD}	3,57		
L. (n=93)	31,3 ^{ADEF}	6,73	9,3 ^{AEF}	1,19	16,6 ^{ADEF}	5,64	12,1 ^{AD}	1,92	9,0 ^{AEF}	2,47	10,4 ^{AE}	5,36		
P. (n=72)	29,1 ^{DGH}	5,35	9,3 ^B	2,21	18,0 ^{BDEGH}	3,31	12,6 ^{BE}	6,52	10,3 ^{BEGa}	4,96	13,8 ^{BDEFG}	4,84		
N. (n=62)	18,4 ^{BEGI}	12,77	11,9 ^{CEG}	14,69	20,3 ^{EGI}	9,90	19,7 ^{CDEF}	3,83	15,1 ^{CFGH}	12,77	9,9 ^{CF}	8,83		
C. (n=28)	19,5 ^{CFHI}	3,74	15,7 ^{DFG}	10,25	25,1 ^{CFHI}	4,10	13,8 ^F	9,12	9,9 ^{DHa}	6,85	10,9 ^{DG}	4,94		

A, B, C... – te same litery oznaczają istotność różnic w kolumnach przy $P \leq 0.01$ – significance of differences at $P \leq 0.01$ (in columns)
 a, b, c... – te same litery oznaczają istotność różnic w kolumnach przy $P \leq 0.05$ – significance of differences at $P \leq 0.05$ (in columns)

Tabela 4 – Table 4

Procentowy rozkład liczebności błędów popełnionych przez badanych jeźdźców biorących udział w finale Mistrzostw Polski Młodych Koni w Łącku z uwzględnieniem grup wiekowych koni

The percentage share of faults number made by riders taking part at final Championship of Young Horses in respect to age of the horses

Grupy wiekowe koni Horses' age groups	Utrata równowagi podczas skoku Balance loss during jump		Za bliski odskok Too close take-off (%)	Za daleki odskok Too far take-off (%)	Zbyt gwałtowne zmiany tempa Too sudden changes of speed (%)				
	wyprzedzenie tułowiem upper body too far forward (%)	pozostanie ciałem upper body behind the movement (%)							
	4-latki 4-years old n=20	25,0				25,0	15,0	20,0	15,0
	5-latki 5-years old n=41	19,0				13,0	27,0	22,0	19,0
6-latki 6-years old n=18	30,9	10,2	30,8	23,0	5,1				
7-latki 7-years old n=8	41,0	0,0	12,0	12,0	35,0				

kód zawodnicy nierzadko próbują przesadnie manipulować wodzami przed odskokiem, co powoduje bunt koni, brak porozumienia z ręką jeźdźcy i zaburzenia rytmu. Nie świadczy to dobrze o poziomie wyszkolenia jeźdźców. Brak należytej umiejętności porozumienia z pyskiem konia podczas przejazdu parkuru skutkowało również innym rodzajem stwierdzonego błędu, w postaci tzw. zbyt bliskiego odskoku, który często jest przyczyną strącenia przeszkody lub też odmowy skoku. W przeprowadzonych badaniach tego typu błędów było od 12 do 19% (tab. 3), choć w przypadku niektórych zawodów przekraczały 20%. Zbyt bliski odskok był szczególnie widoczny w przejazdach zawodników dosiadających koni 6-letnich podczas Mistrzostw Polski Młodych Koni w Łącku (tab. 4).

Zbyt gwałtowne zmiany tempa, powodujące utratę płynności przejazdu, na ogół występowały w granicach 10%, aczkolwiek jeźdźcy prezentujący konie 7-letnie podczas wymienionych Mistrzostw Polski Młodych Koni aż w 35% demonstrowali tego typu błędy.

Czas przejazdu i liczba faktycznie wykonanych przez konie foulees w trakcie konkursu są pewnymi wyznacznikami techniki i umiejętności jeźdźcy w powodowaniu koniem. Z przeprowadzonych badań wynika, że występowała w tym zakresie bardzo duża zmienność. W obrębie tych samych klas konkursów różnice czasu przejazdu sięgały 100% (klasa „LL”, tab. 5). Pomiędzy klasami konkursów także występowały różnice o charakterze statystycznie istotnym, szczególnie w klasie „N” czas przejazdu był najdłuższy i wynosił 71,7 sekund. Spore różnice dotyczące średniego czasu przejazdu

parkuru dotyczyły także miejsc rozgrywanych zawodów, co przede wszystkim wynika z różnic wielkości placów konkursowych. Jeszcze większe różnice stwierdzono w zakresie liczby faktycznie wykonanych foulees przez badane konie. Średnie wartości zawierały się w granicach od 116,3 (kl. „P”) do 135,6 (kl. „LL-kuce”). Wartości skrajne

Tabela 5 – Table 5

Statystyczna charakterystyka czasu przejazdu i liczby foulees badanych koni podczas analizowanych zawodów ogółem

Statistical characteristic of course time and strides number of analysed horses during competitions (total)

Wyszczególnienie Specification	Klasy konkursów – Competition class					
	LL-kuce (n=12)	LL (n=44)	L (n=93)	P (n=72)	N (n=62)	C (n=28)
Czas przejazdu (s) Course time (s)						
\bar{x}	69,0 ^{AB}	67,6 ^F	67,2 ^E	65,7 ^{AD}	71,7 ^{BCDEF}	67,7 ^C
Sd	5,35	11,07	7,21	9,96	10,06	9,58
min	62,0	40,0	53,0	45,0	55,0	52,0
max	80,0	87,9	94,0	84,0	96,3	87,0
Liczba foulees Strides number						
\bar{x}	135,6 ^{ABC}	135,5 ^{DEF}	120,5 ^{ADGH}	116,3 ^{BEGH}	133,1 ^{HIK}	120,0 ^{CFK}
Sd	16,75	22,22	11,34	16,11	21,79	13,23
min	111,0	105,0	98,0	90,0	97,0	98,0
max	175,0	188,0	152,0	155,0	185,0	140,0

A, B, C... – te same litery oznaczają istotność różnic w wierszach przy $P \leq 0,01$ – significance of differences at $P \leq 0,01$ (in rows)

Tabela 6 – Table 6

Statystyczna charakterystyka czasu przejazdu i liczby foulees stwierdzonych w badanych startach zawodników biorących udział w finale Mistrzostw Polski Młodych Koni w Łącku z uwzględnieniem grup wiekowych koni

Statistical characteristic of course time and strides number noted at examined starts of competitors during final Championship of Young Horses consider horses' age groups

Wyszczególnienie Specification	Grupy wiekowe koni – Horses' age groups			
	4-latki 4-years old (n=20)	5-latki 5-years old (n=41)	6-latki 6-years old (n=18)	7-latki 7-years old (n=8)
Czas przejazdu (s) Course time (s)				
\bar{x}	71,1	82,0	82,1	81,2
Sd	4,12	5,56	5,01	6,51
min	62,0	74,2	71,4	70,0
max	81,0	93,2	96,5	94,5
Liczba foulees Strides number				
\bar{x}	118,5 ^{ABC}	142,3 ^{AD}	141,5 ^{BE}	124,7 ^{CDE}
Sd	7,77	9,89	7,73	6,18
min	105,0	107,0	132,0	116,0
max	133,0	173,0	162,0	137,0

A, B, C... – te same litery oznaczają istotność różnic w wierszach przy $P \leq 0,01$ – significance of differences at $P \leq 0,01$ (in rows)

w obrębie tej samej klasy konkursów znacznie odbiegały od siebie, a w klasie „N” różniły się prawie dwukrotnie (97-185). Wydaje się, że przyczyną takiego stanu rzeczy jest zbyt duże zróżnicowanie poziomu wyszkolenia jeźdźców, co stwierdzono analizując zawody regionalne rozegrane na terenie Lubelskiego Związku Jeździeckiego w 2004 roku. Podobna ocena dotyczy także Mistrzostw Polski Młodych Koni rozegranych w Łącku w 2004 roku, w czasie których stwierdzono również, szczególnie u jeźdźców dosiadających konie 5-letnie, dużą zmienność liczby foulees (od 107 do 173) – tabela 6.

Podsumowując można stwierdzić, że komputerowa analiza obrazu pozwala na szczegółowe analizowanie ułożenia poszczególnych części ciała jeźdźca w kolejnych fazach skoku konia przez przeszkodę. Wyniki tej analizy mogą być wykorzystane w szkoleniu jeźdźców, jak również umożliwiają badania wpływu jeźdźca na wyniki uzyskane przez konie, co ma istotne znaczenie z hodowlanego punktu widzenia. Przeprowadzone badania wykazały istotne różnice pomiędzy jeźdźcami startującymi w konkursach klas „LL”, „L” i „P” a zawodnikami uczestniczącymi w konkursach klas wyższych.

PIŚMIENNICTWO

1. BACK W., 1994 – Development of equine locomotion from foal to adult. Praca doktorska. Utrecht.
2. BECHER R., 1987 – Nauka skoków przez przeszkody. ZTK Zbrosławice.
3. CLAYTON H.M., 1996 – Time-motion analysis of show jumping competitions. *Jurnal of Equine Veterinary Science* 16, 6, 62.
4. DIETZE S., 1999 – Balance in movement. The Seat of the Rider. J.A. Allen.
5. LEWCZUK D., 1998 – Komputerowa analiza obrazu jako metoda oceny użyteczności sportowej ogierów w zakładach treningowych. Praca doktorska, IGiHZ PAN, Jastrzębiec.
6. NEMETHY B., 1997 – Nowoczesna technika doskonalenia konia skoczka i jego jeźdźca. PZJ&JK Zbrosławice.
7. PAALMAN A., 1979 – Jeździectwo – skoki przez przeszkody. ZTK Zbrosławice.
8. PIETRZAK S., 2000 – Wyniki osiągnięte przez konie sportowe z czołowych klubów jeździeckich w skokach przez przeszkody i wkkw, ocenione na podstawie nowego współczynnika powodzenia. *Prace i Materiały Zootechniczne* 56, 97-106.
9. PRUCHNIEWICZ W., 2003 – Akademia jeździecka (cz. I). Chaber-PR, Warszawa.
10. PUCHAŁA J., 2004 – Analiza parametrów skoku konia przez wybrane przeszkody podczas konkursów hippicznych. Praca doktorska. AR Lublin.
11. SASIMOWSKI E., PIETRZAK S., 1983 – Wskaźnik trudności przeszkód jako miara zmienności wymagań konkursów hippicznych ocenianych z pozycji zootechnicznych. *Folia Societ. Scient. Lublin*, Biol. 1-2, 25, 39-45.
12. SASIMOWSKI E., PIETRZAK S., 1983 – Warunki oceny koni wierzchowych na podstawie wyników oficjalnych konkursów skoków a zasięg występujących w ich ramach bezbłędnych przejazdów. *Annales UMCS*, sectio EE, 251-258.
13. WYŻNIKIEWICZ-NAWRACAŁA A., 1985 – Zróżnicowanie budowy somatycznej amazońki i jeźdźców. *Roczniki Naukowe AWF Poznań*, zeszyt 34, 39-46.
14. WYŻNIKIEWICZ-NAWRACAŁA A., 1989 – Szkolenie młodych jeźdźców. AWF Gdańsk.

Sławomir Pietrzak, Magdalena Kycia,
Krzysztof Bocian, Katarzyna Strzelec

The use of computer scanning techniques for defining the parameters of rider position in show jumping events

S u m m a r y

The aim of this work was an attempt to use computer scanning techniques in order to define some parameters of rider position in jumping over oxers and verticals in equestrian competition. This work was inspired by the belief that the rider body position and the way of using aids in particular stages of a jump might have crucial influence on the effectiveness and the style of the jump. The study focused on 360 riders mounting 371 horses during national competition in show jumping that took place in Poland in 2004. The analysis included 1097 performances in jump with the obstacle height ranging from 80 to 130 centimeters. All the events were recorded with digital cameras. From all the digital data obtained we chose images presenting 3 stages of a jump over vertical and 5 stages over oxer. The data were saved into computer memory with MultiScanBase software. On each of the images we outlined the position of the rider particular body parts and placed the data on the graph. In each of the tested stages of the jump we analysed the position of the rider particular body parts by measuring two distances (1 – from bit to rider hand, 2 – from hip to cantle) and five angles (1 – opening of ankle joint, 2 – opening of knee joint, 3 – between torso and thigh, 4 – opening of elbow joint, 5 – degree of torso's slope). It was concluded that the length of the distance from a bit to rider hand depends, to large extent, on the class of the competition, its speed and the size of the arena. The riders taking part in the less advanced events differed tremendously from the competitors in higher classes in terms of the gape between particular joints. This theory was confirmed by the number of faults, caused mainly by the lack of balance in the jump, which resulted in forestalling of the horse's movement so typical of lower class competitors.