

STRESZCZENIE

Wpływ struktury przeszkody i parametrów parkuru na biomechanikę skoku koni

mgr inż. Katarzyna Becker

Słowa kluczowe: : IMU, skoki, trening koni, chody

W ostatnich latach znacznie zwiększyły się możliwości pomiaru biomechaniki ruchu. Monitorowanie aktywności koni jest przydatne dla opiekunów, trenerów i jeźdźców, ponieważ pozwala zapewnić koniom odpowiednią opiekę zdrowotną, a także dobrać odpowiednią dietę i intensywność ćwiczeń. Jest to możliwe dzięki nowoczesnym urządzeniom do pomiaru inercji (IMU), nieinwazyjnym urządzeniom elektronicznym. Ilościowy i jakościowy monitoring aktywności koni może odgrywać kluczową rolę w zapewnieniu odpowiednich warunków bytowych i odpowiednich obciążeń treningowych. Tego typu badania są obecnie wykorzystywane na szeroką skalę w badaniach biomechanicznych koni, jak również w praktyce. Zastosowanie komercyjnych inercyjnych jednostek pomiarowych stało się popularne w sportach jeździeckich, co może przyczynić się do wyeliminowania luki w wiedzy dotyczącej wielu aspektów biomechaniki treningu. W badaniach wykorzystano system Seaver IMU do pomiaru charakterystyki skoku koni na przeszkodach o różnej budowie i parametrach, u koni w różnym wieku i o różnym doświadczeniu startowym podczas treningu roboczego. Postawiono hipotezę, że wyższy wiek i większe doświadczenie skutkują mniejszą zmiennością parametrów skoków. Oczekuje się również wysokich korelacji między chodami a charakterystyką skoku, ponieważ nawet wyspecjalizowani skoczkowie potrzebują jakości ruchu, aby spełnić wymagania czasowe. Dwanaście koni gorącokrwistych w wieku od 5 do 6 lat z doświadczeniem startowym/bez oraz w wieku od 7 do 11 lat z doświadczeniem zostało przebadanych podczas regularnego treningu w dwóch ośrodkach treningowych. Dwóch wysokiej klasy jeźdźców (po jednym w każdym ośrodku) skakało przez losowo wybrane przeszkody o znanej charakterystyce najeżdżając prostopadle do przeszkody. Analizie poddano stałą liczbę 10 kolejnych skoków indywidualnie wybranego toru przeszkód pionowych i szerokich (5-15) oraz zmierzono następujące parametry: wysokość skoku, zapas i długość; kąt odbicia, przyspieszenie, prędkość; przesunięcie przestrzenne skoku, energię przy lądowaniu i częstotliwość kroków podejścia. Urządzenie mierzyło 10 parametrów ruchu. Oceniano częstotliwość, wysokość i regularność stępa, kłusa i galopu oraz symetrię kłusa.

Wstępna analiza potwierdziła porównywalny wysiłek fizjologiczny w dwóch ośrodkach treningowych na podstawie pomiarów tętna, dystansu i czasu trwania. Konie pokonywały dystans 3-4 km pokonując maksymalnie 30 przeszkód.

Wieloczynnikowa analiza wariancji danych biomechanicznych skoków obejmowała w modelu statystycznym losowy wpływ konia oraz stałe wpływy ośrodka treningowego, grupy wiekowo-doświadczeniowej, liczby kolejnych skoków, rodzaju przeszkody i wysokości. Zależności między parametrami skoków i chodów analizowano za pomocą prostych korelacji (SAS, CORR), a korelacje cząstkowe zastosowano dla zależności między skokami a chodami (skorygowane na wpływy stałe typu i wysokości przeszkody, numer kolejnego skoku, ośrodek treningowy/jeździec i wiek konia- doświadczenie; SAS, GLM). Struktura przeszkody (rodzaj) nie miała wpływu na żadne badane parametry skokowe, natomiast parametry parkuru (wysokość przeszkody i kolejność skoku) miały istotny wpływ na parametry skoku. Wysokość przeszkody była statystycznie istotna (p od 0.0001 do 0.01) dla prawie wszystkich parametrów skokowych (za wyjątkiem częstotliwości podejścia do przeszkody i rezerwy skoku), natomiast kolejność skoku (p od 0.009 do 0.03) dla ponad połowy z nich (za wyjątkiem kąta odbicia, częstotliwości kroków podejścia, prędkości odbicia, przesunięcia w czasie skoku). Cztery parametry istotnie różniły się między młodszą, niedoświadczoną grupą a doświadczonymi młodszymi i starszymi końmi: wysokość wyskoku ($p = 0,01$), częstotliwość podchodzenia ($p = 0,005$), przyspieszenie odbicia ($p = 0,01$) i energia lądowania ($p = 0,0013$). Błędy standardowe dla prawie wszystkich parametrów osiągnęły wyższe wartości u koni najmłodszych, niedoświadczonych. Zmienność parametrów skokowych była mniejsza dla doświadczonych grup koni, co sugeruje większą precyzję na torach przeszkód. Proste korelacje w zakresie parametrów skoków (-0,48 – 0,95) oraz parametrów chodów (-0,64 – 0,78) były istotne co najmniej dla $p < 0,05$. Uzyskane korelacje cząstkowe między chodami a skokami (powyżej 0,3) wykazały, że niektóre cechy chodów są związane z jakością skoku. Jednak większość korelacji cząstkowych była niska. Umiarkowane wartości odnotowano dla częstotliwości kroków podejścia do przeszkody i częstotliwości kroków galopu (0,44) oraz regularności stępu i trzech parametrów skoku (0,33-36).

ABSTRACT

Influence of obstacle structure and course parameters on the biomechanics of horse jumping

Katarzyna Becker, MSc

Key words: IMU, jumping, horse training, gaits

In recent years, the possibilities of measuring movement biomechanics have increased significantly. The monitoring of horses' activity is useful for carers, trainers and riders, because it allows them to provide the horses with appropriate health care, as well as to select appropriate diet and exercise intensity. This was made possible by modern inertia measuring devices (IMUs), non-invasive electronic devices. The quantitative and qualitative monitoring of horses' activity can play a key role in ensuring adequate living conditions and appropriate training loads. Such research is currently used on a wide scale in biomechanical studies of horses, as well in practice. The application of commercial inertial measurement units has become popular in equestrian sports, which may help to eliminate a gap of knowledge concerning many aspects of biomechanics in training. This study employed the Seaver IMU system to measure horse jumping characteristics on obstacles of different structure and parameters with differing horse age-competition experience during regular training. It was hypothesized that greater age-experience level results in lower variability of jumping parameters. As well as high correlations between gaits and jump characteristics are expected because even specialized jumpers need quality of movement to fulfill temporal performance requirements. Twelve Warmblood horses aged 5 to 6 years with/without competition experience and 7 to 11 years with experience were investigated during regular training in two training centers. Two high class riders (one in each centre) jumped randomly chosen obstacles of the known characteristics from the basic, perpendicular approach. Consistent number of 10 successive jumps of the individual chosen course of vertical and spread obstacles (5th –15th) were analyzed and the following parameters were measured: jump height, reserve and length; taking off angle, acceleration, velocity; jump spatial shifting, energy by landing, and frequency of approach strides. The device measured 10 movement parameters. Frequency, elevation and regularity of walk, trot and canter, as well as trot symmetry were available.

Preliminary analysis confirmed comparable physiological effort in two training centers based on heart rate, distance and duration measurements. Horses covered a 3-4 km

distance overcoming up to 30 obstacles. The multifactorial analysis of variance for biomechanical jumping data included in the statistical model the random effect of horse and fixed effects of training center, age-experience group, successive jump number, obstacle type and height. Relationships between parameters for jumping and gaits were analyzed using simple correlations (SAS, CORR) and partial correlations were used for relationships between jumping and gaits (corrected for fixed effects of obstacle type and height, successive jump number, training center/rider and horse age-experience; SAS, GLM). The structure of the obstacle (type) had no effect on any of the investigated jumping parameters, while the parameters of the course (obstacle height and successive jump) had a significant influence on the jumping parameters. The height of obstacle was statistically significant (p from 0.0001 to 0.01) for almost all jumping parameters (except for the frequency of approach strides and jump reserve), while the successive jump (p from 0.009 to 0.03) for more than half of them (except for the angle at taking off, frequency of approach strides, velocity of take-off, spatial shifting). Four parameters were significantly different between the younger, inexperienced group and experienced younger and older horses: height of jump ($p = .01$), frequency of approach strides ($p = .005$), acceleration of taking off ($p = .01$), and energy by landing ($p = .0013$). Standard errors for almost all the parameters reached higher values for the youngest, inexperienced horses. Variability of jumping parameters was lower for experienced groups of horses, suggesting higher precision on obstacle courses. Simple correlations within jumping parameters (-0.48 – 0.95) and within gaits parameters (-0.64 – 0.78) were significant at least for $p < 0.05$. Obtained partial correlations between gaits and jumping (above 0.3) showed that some gait characteristics are connected with jump quality. However, most partial correlations were low. Moderate values were noted for jump and canter frequencies (0.44), with walk regularity and three jumping parameters (0.33-36).