

**Samanta SZYPIELEWICZ<sup>1</sup>, Marek ANDRYSZCZYK<sup>2</sup>, Patryk SIEMIANOWSKI<sup>2</sup>,  
Tomasz TOPOLIŃSKI<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Koło Naukowe „Tech Med Team”, Zakład Inżynierii Biomedycznej, Uniwersytet Technologiczno - Przyrodniczy im. J. J. Śniadeckich, Bydgoszcz

<sup>2</sup>Zakład Inżynierii Biomedycznej, Uniwersytet Technologiczno - Przyrodniczy im. J. J. Śniadeckich, Bydgoszcz

## **ANALIZA BIOMECHANIKI KRĘGOSŁUPA W JEŹDZIECTWIE**

**Streszczenie:** Niniejsza praca przedstawia możliwości analizy motoryki jeźdźca podczas jazdy konnej oraz doskonalenia treningu jeździeckiego poprzez wykorzystanie pomiarów zmian kątów kręgosłupa oraz potencjałów elektrycznych mięśni pleców jeźdźca.

**Słowa kluczowe:** biomechanika sportu, biomechanika kręgosłupa, sEMG, jeździectwo

### 1. WSTĘP

Kręgosłup stanowi jeden z kluczowych elementów utrzymania równowagi podczas jazdy konnej na każdym stopniu zaawansowania jeźdźca. Jest jednym z segmentów ciała wchodzących w skład aparatu ruchowego jeźdźca biorących udział w kontroli ruchów wierzchowca. Istotne jest zatem aby w treningu jeździeckim segment ten posiadał odpowiednią elastyczność i giętkość. Długotrwałe obciążanie kręgosłupa siłami o wysokiej wartości skutkować może występowaniem chorób o podłożu przeciążeniowym. W roku 2014, u 12,9% mężczyzn i 19,6% kobiet zdiagnozowano choroby przewlekłe w obszarze środkowej części kręgosłupa [5]. W przypadku jeździectwa, szacuje się, że co piąta osoba jeżdżąca konno zawodowo i co czwarta osoba jeżdżąca rekreacyjnie zgłasza dolegliwości bólowe ze strony kręgosłupa. Dostrzeżono również, że dolegliwości te korelują z ograniczoną ruchomością kręgosłupa [2].

Mimo, iż jeździectwo staje się co raz bardziej popularnym i powszechnym sportem w Europie oraz doskonalone są stale techniki jeździeckie i osprzęt używany do jazdy konnej, jest ono uważane za jeden z najbardziej kontuzyjnych sportów. Urazy w sportach jeździeckich podzielić można na systematyczne i losowe. Urazy losowe spowodowane są wszelkiego rodzaju upadkami. Urazy systematyczne są to urazy, które powstają w wyniku długotrwałego działania na ciało jeźdźca licznych sił wieloosiowych o wysokiej wartości ze strony końskiego grzbietu oraz nienaturalnego, нефизjologicznego ułożenia ciała jeźdźca podczas treningu. Na eliminację tych sił ma wpływ zarówno dobór siodła i osprzętu jeździeckiego, stopień wyszkolenia konia, ale również umiejętności jeźdźca, którego zadaniem jest nie tylko prowadzenie wierzchowca w sposób umożliwiający efektywną jazdę, ale także amortyzacja własnym ciałem sił działających ze strony końskiego grzbietu.

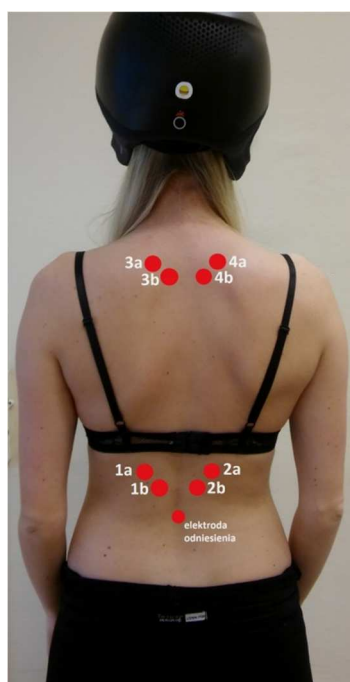
Przeprowadzone badania mają na celu uzyskanie informacji na temat odpowiedzi motorycznej ze strony kręgosłupa jeźdźca na siły wieloosiowe działające na ciało podczas jazdy konnej.

## 2. MATERIAŁ I METODA

Badania przeprowadzone zostały na osobie jeżdżącej konno w stopniu średniozaawansowanym, która uprawia jeździectwo w dyscyplinie ujeżdżenie. Parametry antropologiczne osoby badanej wyniosły odpowiednio: wzrost 1,72 m oraz masa ciała 62 kg. BMI osoby badanej mieści się w normie i wynosi 20,96 kg/m<sup>2</sup>. Podmiot badany poruszał się konno w trzech chodach: stępie, kłusie i galopie po okręgu o średnicy ok. 30 m. Przeprowadzono badanie pomiaru potencjałów elektrycznych mięśni grzbietu oraz rejestrowano zmiany kątów pomiędzy odcinkami kręgosłupa w czasie jazdy konnej. Podczas badania korzystano z aparatury NORAXON serii MyoMotion oraz MyoMuscle. Pierwsze z urządzeń składa się z czujników ruchu działających z wykorzystaniem żyroskopów i akcelerometrów. Czujniki pozwalają badać zmiany katowe w funkcji czasu dla wybranego stawu. Urządzenie MyoMuscle jest 4 kanałowym sEMG umożliwiającym pomiar potencjałów elektrycznych mięśni z bezprzewodową transmisją zarejestrowanych danych do komputera.

### 2.1. Pomiar potencjałów elektrycznych mięśni grzbietu

Podczas badania jeździec miał przymocowane do skóry grzbietu łącznie dziewięć elektrod EMG – na wysokości dolnego i górnego przyczepu mięśnia czworobocznego (zgodnie ze standardami SENIAM i zgodnie z zaleceniami producenta oprogramowania), po stronie prawej i lewej (po dwa odprowadzenia dla każdego punktu) oraz elektrodę odniesienia, która pobierała informację o potencjale elektrycznym całego ciała. Mięsień czworoboczny został wybrany do prowadzenia badania ze względu na duże zaangażowanie podczas ruchu kręgosłupa, zwłaszcza podczas jazdy konnej.



Rys. 7. Schemat rozmieszczenia elektrod EMG [opracowanie własne]

Jeździec do odzieży przymocowany miał minikomputer przenośny, do którego podłączone były odprowadzenia EMG, transponder przesyłał rejestrowany sygnał do komputera z dedykowanym oprogramowaniem firmy Noraxon.

## 2.2. Pomiar zmian kątów pomiędzy odcinkami kręgosłupa

Pomiar zmian kątów kręgosłupa dokonywany był za pomocą 4 czujników ruchu MyoMotion. Rozmieszczenie czujników przedstawiono na rys. 2 – wzdłuż linii kręgosłupa, gdzie czujnik nr 1 był przymocowany do kasku, czujnik nr 2, 3 i 4 zamocowano do ciała jeźdźcy za pomocą dedykowanych opasek. Czujniki bezprzewodowo przekazywały informację o zmianach kątowych względem siebie do komputera z dedykowanym oprogramowaniem firmy Noraxon.



Rys. 8. Schemat rozmieszczenia czujników ruchu [opracowanie własne]

Przed wykonaniem każdego z pomiarów dokonywano kalibracji. Dzięki zastosowaniu czujników MyoMotion możliwe było dokonywanie badania w trzech płaszczyznach: strzałkowej, czołowej i poprzecznej.

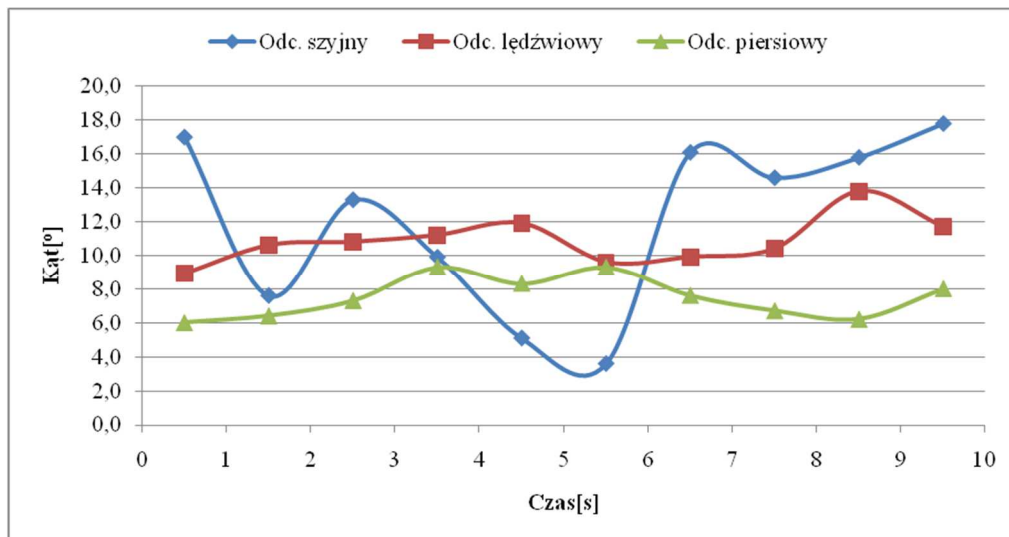
## 2.3. Metodyka transformacji wyników

Dla pomiaru zmian kątów występują wartości ujemne oraz dodatnie, gdzie pozycja kalibracji jest wartością zerową, a wartości ujemne oznaczają wychylenia do tyłu, natomiast wartości dodatnie to wychylenia w przód.

Z wyników otrzymanych z pomiaru zostały wyodrębnione 3 dziesięciosekundowe fragmenty nieprzerwanego, nieposiadającego artefaktów sygnału (dla każdego chodu). Każdy z fragmentów został podzielony na dziesięć części, z których odczytane zostały wartości maksymalne.

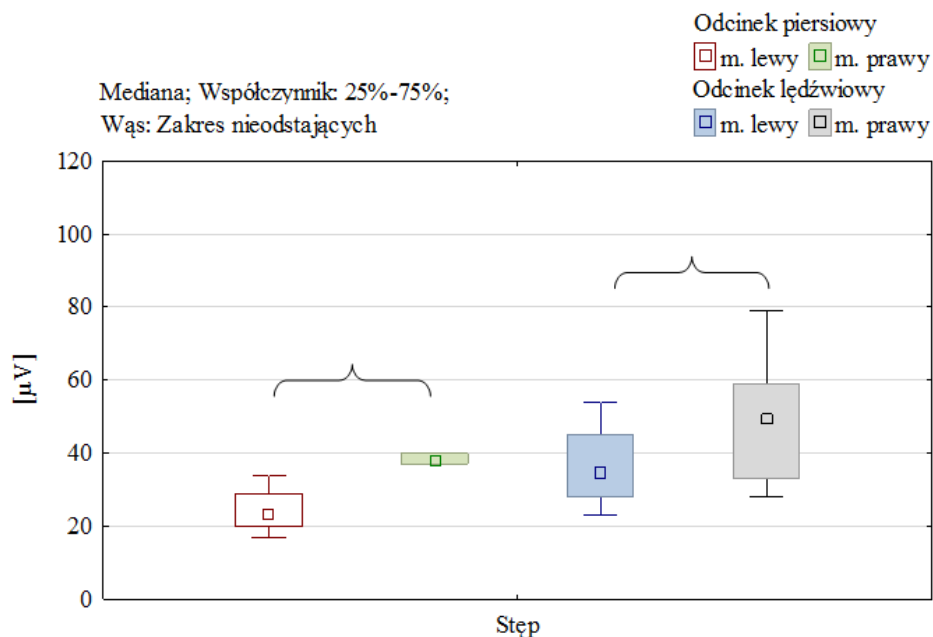
### 3. WYNIKI I DYSKUSJA

Ruchy kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej odgrywają kluczową rolę w utrzymaniu elastyczności i amortyzacji kręgosłupa. W badaniach szczególną uwagę poświęcono odcinkowi piersiowemu i lędźwiowemu, ponieważ stanowią one podstawowy aparat amortyzujący ludzkiego ciała. Zmiany w odcinku szyjnym zaś brane były pod uwagę jako wartości drugorzędne ze względu na liczne ruchy głową jeźdźca takie jak obrót, uniesienie, obniżenie głowy, które konieczne były do utrzymania prawidłowego toru jazdy.



Rys. 9. Zmiany kątów w odcinku szyjnym, piersiowym i lędźwiowym w funkcji czasu w płaszczyźnie strzałkowej dla stępa [opracowanie własne]

Na powyższym wykresie zauważyć można wychylenia w płaszczyźnie strzałkowej o wartości dodatniej, co oznacza, iż jeździec przechylony był do przodu względem pozycji zerowej. Niemniej jednak widoczne są zmiany wartości kątów w każdym z odcinków, co odzwierciedla odpowiedź kręgosłupa na działające z końskiego grzbietu siły [3].



Rys. 10. Wyniki pomiaru potencjałów elektrycznych mięśni grzbietu na odcinku lędźwiowym i piersiowym dla Stępa [opracowanie własne]

Rysunek 4 obrazuje rozrzut wartości potencjałów elektrycznych mięśni dla odcinków lędźwiowego i piersiowego dla strony prawej i lewej. Ze względu na prowadzenie badań na jeźdźcu, który jeździł konno po okręgu można zauważyć zwiększenie potencjałów elektrycznych po prawej stronie, czyli po wewnętrznej stronie toru jazdy. Należy to tłumaczyć kompensacją ustawienia jeźdźca w siodle przez zwiększenia napięcia mięśni po jednej stronie.

Według aktualnej wiedzy z zakresu jeździectwa, stopień napięcia mięśni po obu stronach ciała (również kręgosłupa) powinien być taki sam niezależnie od tego, czy jeździec porusza się konno po kole czy po linii prostej. Występowanie rozbieżności między danymi literaturowymi a uzyskanymi podczas pomiaru może wynikać z nieodpowiedniej techniki jeździeckiej [5].

#### 4. PODSUMOWANIE I PERSPEKTYWY BADAŃ

Choroby przeciążeniowe kręgosłupa spowodowane są działaniem sił o wysokiej wartości na kręgosłup, który przystosowany jest do odbierania ich tylko w niewielkim stopniu [1]. Można zatem uznać, że długotrwałe uprawianie jeździectwa może powodować tego typu choroby przeciążeniowe niezależnie od stopnia zaawansowania jeźdźca w sportach konnych.

Pomimo wysoko rozwiniętej technologii produkowania sprzętu jeździeckiego, nie jest możliwe wyeliminowanie wszystkich negatywnych skutków jazdy konnej na ciało jeźdźca. Płaszczyzna czołowa i poprzeczna odzwierciedlają ruchy obrotu i przechylenia jeźdźca, których w treningu jeździeckim na każdym etapie powinno być jak najmniej. Związane jest to z odczuwaniem ruchu w tych płaszczyznach przez grzbiet konia, które mogą zaburzać jego równowagę oraz równowagę jeźdźca.

#### 5. WNIOSKI

- I. Występują związki zmian parametrów kątowych między trzema odcinkami kręgosłupa, które są odzwierciedleniem kompensacji ruchu względem grzbietu konia.
- II. Ruch po okręgu powoduje zwiększenie potencjałów elektrycznych po zewnętrznej stronie ciała.
- III. Występuje powiązanie potencjałów elektrycznych mięśni z kierunkiem zmian parametrów kątowych kręgosłupa co odzwierciedla wieloosiowy charakter obciążeń kręgosłupa.

Zastosowana metoda badawcza może znaleźć zastosowanie w doskonaleniu treningu jeździeckiego, ponieważ daje obraz postawy jeźdźca, który nie jest widoczny z punktu widzenia obserwatora.

#### LITERATURA

- [1] Bojarczuk J.: Atlas jeździectwa. Wydawnictwo SBM, Warszawa 2016, s. 100-104.
- [2] Dąbek J., Koczy B., Piotrkowicz J.: Horse riding as a form of recreation and professional sport taking into account the spine mobility of riders - a preliminary results. *Polski Merkurusz Lekarski*, no 39, 2015, p. 297-304.
- [3] Greve L., Dyson S.: The horse–saddle–rider interaction. *The Veterinary Journal*, vol. 135, 2012, p. 275-281.
- [4] Kiwerski J.: Schorzenia i urazy kręgosłupa. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2014, s. 70-72.
- [5] Piekarzewska M.: Stan zdrowia ludności w 2014 r. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2016, s. 67.

## **THE ANALYSIS OF SPINE BIOMECHANICS IN EQUINE SPORTS IN USE OF PROGRESSIVE MEASURE TECHNOLOGIES**

**Abstract:** The following research shows the possibilities of motorics analysis of horse-rider in equine sports and improvement of equine training throughout using the progressive measure technologies. Researches includes EMG potential measures of back muscles and measures of angle changes between spine segments.