ZASTOSOWANIE TESTÓW PERFORMANCE MATRIX W PROFILAKTYCE URAZÓW UKŁADU MIĘŚNIOWO-SZKIELETOWEGO U MŁODYCH ZAPAŚNIKÓW STYLU KLASYCZNEGO

Małgorzata Wójcik[1], **Idzi Siatkowski**[2,3], **Piotr Żurek**[4], **Tadeusz Rynkiewicz**[4]

[1] *Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa, Instytut Ochrony Zdrowia w Pile,*
[2] *Wydział Matematyki i Metod Statystycznych, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu,*
[3] *Wydział Zdrowia Publicznego, Wyższa Szkoła Pedagogiki I Administracji w Poznaniu,*
[4] *Wydział Wychowania Fizycznego w Gorzowie Wlkpolskim, Akademia Wychowania Fizycznego w Poznaniu*

STRESZCZENIE

Wstęp i cel pracy. Zapasy są sportem kontaktowym, w którym istnieje wysokie ryzyko wystąpienia urazu spowodowanego z typowymi dysfunkcjami układu ruchu. W treningu sportowym w zapasach duże znaczenie przykłada się do kształtowania mocy i siły mięśniowej. Nie wprowadza się jednak programu ukierunkowanego na poprawę kontroli motorycznej. Praca ta służy jego prezentacji.

Materiał i Metody. W badaniach uczestniczyło 25 juniorów – zapaśników Szkoły Mistrzostwa Sportowego w Radomiu (Polska). Do identyfikacji słabych ogniw układu mięśniowo-szkieletowego zastosowano testy niskiego progu Performance Matrix. Wykonano analizę występowania słabych połączeń łańcucha biokinematycznego, określono lokalizację i kierunek występowania słabych ogniw stosując analizę wariancji ANOVA.

Wyniki. Wyniki przeprowadzonych testów niskiego progu dostarczyły informacji, że u wszystkich badanych zawodników (n=25) wystąpiły słabe ogniwa w układzie mięśniowo- szkieletowym. Istotny wpływ na ich występowanie ma staż treningowy zawodników Pr(>F)=0.0180. Wartości p3=Pr(>F)=0.032 i p5=Pr(>F)=0.040 dowodzą istotnego związku z występowaniem liczby słabych ogniw w różnych miejscach układu mięśniowo-szkieletowego zapaśników. Wyniki Pr(>F) dla częstotliwości treningów, wieku zapaśników i klasy sportowej wskazują na brak istotnego wpływu tych charakterystyk na lokalizację słabych ogniw układu mięśniowo-szkieletowego.

Wnioski. Wyniki przeprowadzonych badań pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków: 1. Obciążenia treningowe w zapasach powodują występowanie słabych ogniw łańcucha mięśniowo-szkieletowego wśród zapaśników w kategorii juniorów. 2. Staż treningowy tych zapaśników istotnie wpływa na występowanie słabych ogniw łańcucha mięśniowo-szkieletowego w różnych lokalizacjach. 3. Częstotliwość treningów zapaśników nie wywiera istotnego wpływu na lokalizację słabych ogniw ocenionych przy zastosowaniu testów niskiego progu.

Słowa kluczowe: zapasy, profilaktyka, testy Performance Matrix, słabe połączenia, ANOVA

Wstęp

Walka sportowa w zapasach prowadzona jest według zasad stylu klasycznego lub wolnego. Zapasy są sportem kontaktowym, co sprzyja powstawaniu dysfunkcji mięśniowo-szkieletowych u zawodników. Trening i walka w zapasach charakteryzuje się znacznym ryzykiem powstawania typowych urazów narządu ruchu [1-3]. W treningu sportowym w zapasach duże znaczenie przykłada się do kształtowania mocy i siły mięśniowej, nie stosuje się jednak działań ukierunkowanych na poprawę kontroli motorycznej. Zapomina się, że nieodpowiednia kontrola motoryczna przekłada się na zaburzenia wzorca ruchowego, co w efekcie zmniejsza efektywność treningu sportowego [4]. Udowodniono, że istnieje zależność pomiędzy siłą i mocą mięśniową a stabilnością niezbędną dla prawidłowo funkcjonującej kontroli motorycznej [5-6]. Profilaktyka dysfunkcji układu mięśniowo-szkieletowego jest procesem zło-

żonym, wymagającym holistycznego traktowania zawodnika, związanego ze ścisłą współpracą trenerów, fizjoterapeutów i lekarzy. Pozytywnym efektem działania holistycznego jest poprawa kontroli motorycznej, której efektem winno być wydłużenie czasu kariery sportowej zawodnika i obniżenie kosztów leczenia. Ze względu na znaczenie problemu podjęto próbę oceny układu mięśniowo-szkieletowego zapaśników przy wykorzystaniu standaryzowanych testów Performance Matrix.

Cele

Ze względu na znaczenie poznawcze podjętej problematyki postawiono następujące cele: 1. Określenie wpływu obciążeń treningowych w zapasach na występowanie słabych ogniw w układzie mięśniowo-szkieletowym. 2. Określenie związku pomiędzy występowaniem słabych ogniw w układzie mięśniowo-szkieletowym a stażem treningowym i częstotliwością treningów u juniorów zapaśników stylu klasycznego.

Sformułowano następujące hipotezy badawcze: 1. Obciążenia treningowe w zapasach, powodują występowanie słabych ogniw w układzie mięśniowo-szkieletowym. 2. Występowanie słabych ogniw w układzie mięśniowo-szkieletowym nie jest uzależnione od stażu treningowego, wieku zawodników, klasy sportowej i częstotliwości treningów. 3. Staż treningowy, wiek zawodników, poziom sportowy oraz częstotliwość treningów nie ma wpływu na lokalizację słabych ogniw.

Metody

Uczestnicy

W badaniach uczestniczyło 25 młodych, wysokokwalifikowanych zapaśników Szkoły Mistrzostwa Sportowego w Radomiu, Polska: wiek 16.7±1.2 lat (mean ± standard deviation), masa ciała 77.7±18.7 kg, wysokość ciała 175.2±14.1 cm. Średni staż treningowy badanych wynosił 6.4±2.4 lat. Wśród badanych znajdowali się członkowie polskiej kadry narodowej juniorów i medaliści Mistrzostw Polski Juniorów. Badani uczestniczyli tygodniowo średnio w 5.4±0.5 jednostkach treningowych.

Procedury badawcze

Do oceny obecności słabego ogniwa wykorzystano testy niskiego progu Performance Matrix [7, 8]. Analizując i identyfikując wykonywany ruch znajdowano najsłabsze ogniwa układu mięśniowo-szkieletowego. Testy wykonywane były zawsze przez tę samą osobę. Przed testem zawodnikom objaśniano sposób jego wykonania i przeprowadzano pokaz, a wyniki wpisywano do specjalnego arkusza badawczego. Przeprowadzono 5 testów niskiego progu aktywności, które umożliwiają ocenę kontroli motorycznej zapaśników: test 1-kontrola stania na lekko zgiętej nodze; test 2-dysocjacja kręgosłupa; test 3-kontrola stawu barkowego w staniu; test 4-kontrola kończyn w leżeniu tyłem z ugiętymi stawami kolanowymi; test 5-kontrola kończyn w klęku podpartym.

Analiza statystyczna

W statystycznym opracowaniu wyników wykorzystano analizę wariancji ANOVA dla doświadczenia wieloczynnikowego oraz doświadczenia jednoczynnikowego. Lokalizację słabych ogniw oznaczono jako: A - odcinek szyjny kręgosłupa, B - odcinek piersiowy kręgosłupa, C - staw ramienno-łopatkowy, D - staw ramienny, E - odcinek lędźwiowy kręgosłupa, F - staw kolanowy. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej stosując pakiet statystyczny R [9].

Wyniki

U wszystkich badanych 25 zawodników stwierdzono występowanie słabych ogniw w układzie mięśniowo-szkieletowym. Odnotowano ich obecność na sześciu poziomach: odcinku szyjnym, odcinku piersiowym i odcinku lędźwiowym kręgosłupa, oraz w stawie ramienno-łopatkowym, stawie ramiennym i stawie kolanowym. Nie zaobserwowano słabych ogniw na poziomie stawu biodrowego. Wśród badanych w odcinku szyjnym kręgosłupa zaobserwowano słabe ogniwa w kierunku zgięcia u dwóch zawodników, w odcinku piersiowym kręgosłupa u trzech zawodników słabe ogniwo pojawiło się w kierunku zgięcia a w kierunku rotacji u dziewięciu zapaśników. Natomiast w odcinku lędźwiowym kręgosłupa słabe ogniwa odnotowano w kierunku rotacji aż u 24. badanych, wśród 10 zapaśników w kierunku zgięcia i zgięcia bocznego. W stawie ramienno-łopatkowym zaobserwowano brak kontroli łopatki u dwóch zapaśników. W stawie ramiennym wśród 19 badanych słabe ogniwa wystąpiły w kierunku ślizgu przedniego oraz u 10. zawodników w kierunku rotacji. Na poziomie stawu kolanowego słabe ogniwo wystąpiło w kierunku rotacji u 5 badanych.

Zweryfikowano istnienie związku pomiędzy stażem treningowym, wiekiem zawodników, poziomem sportowym oraz liczbą treningów w mikrocyklu tygodniowym a występowaniem słabych ogniw w testach niskiego progu wykorzystując analizę wariancji ANOVA dla doświadczenia wieloczynnikowego (Tabela I). Analizując wartości Pr(>F) należy stwierdzić brak istotnego wpływu wieku zapaśników, ich poziomu sportowego oraz liczby stosowanych jednostek treningowych na występowanie słabych ogniw w testach niskiego progu aktywności. Natomiast staż treningowy zapaśników ma istotny wpływ na występowanie słabych ogniw w układzie mięśniowo-szkieletowym (P=0.018).

Tabela I. ANOVA wpływu stażu treningowego, wieku zawodników, poziomu sportowego oraz liczby treningów w mikrocyklu tygodniowym na występowanie słabych ogniw w testach niskiego progu.

Lokalizacje	MeanSq	F-value	P-value
Staż treningowy	0.263	6.629	0.018*
Wiek	0.102	2.581	0.124
Poziom sportowy	0.026	0.664	0.425
Liczba treningów	2.5E-05	0.001	0.980
Reszta	0.040		

Kody: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Kolejną analizę wariancji ANOVA przeprowadzono dla sprawdzenia hipotezy o wpływie stażu treningowego na lokalizację słabych ogniw (Tabela II). Uzyskane wartości P-values dla lokalizacji odcinka szyjnego kręgosłupa, staw ramienno-łopatkowy (P=0.032) i E, odcinek lędźwiowy kręgosłupa (P=0.040) upoważniają do wnioskowania o ich istotnym wpływie na występowanie słabych ogniw w różnych miejscach układu mięśniowo-szkieletowego zapaśników. Stwierdzono też, że, wartości P-value lokalizacji A (odcinek szyjny kręgosłupa), B (odcinek piersiowy kręgosłupa), D (staw ramienny) i F (staw kolanowy) nie wpływają istotnie na obecność słabych ogniw.

Tabela II. ANOVA wpływu stażu treningowego zapaśników na lokalizację słabych ogniw w testach niskiego progu.

Lokalizacje	MeanSq	F-value	P-value
A	0.043	0.011	0.919
B	5.692	1.424	0.248
C	21.559	5.393	0.032*
D	12.046	3.012	0.010
E	19.499	4.877	0.040*
F	4.964	1.248	0.280
Reszta	3.998		

Kody: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Następnym etapem analizy statystycznej było sprawdzenie istotności wpływu treningów zapaśniczych na lokalizację słabych ogniw w testach niskiego progu (Tabela III). Wartości P-values wskazują na brak istotnego wpływu częstotliwości treningów zawodników na lokalizację słabych ogniw.

Tabela III. ANOVA wpływu częstotliwości treningów zapaśniczych na lokalizację słabych ogniw w testach niskiego progu.

Lokalizacje	MeanSq	F-value	P-value
A	0.288	1.216	0.285
B	0.145	0.626	0.439
C	0.331	1.430	0.247
D	0.636	2.745	0.115
E	0.001	0.004	0.952
F	0.195	0.843	0.370
Reszta	0.232		

Kody: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Kolejną ANOVA przeprowadzono dla sprawdzenia istotności związku pomiędzy wiekiem badanych zawodników a lokalizacją występowania słabych ogniw (Tabela IV). Obliczone wartości P-value wskazują na brak istotnego wpływu wieku zapaśników na lokalizację słabych ogniw. Wartości P-values dla poziomu A(=0.098) i poziomu B(=0.082) były jednak bliskie wartości granicznej dowodzącej istnienia istotnego wpływu wieku zawodników na występowanie słabych ogniw.

Tabela IV. ANOVA wpływu wieku zapaśników na lokalizację słabych ogniw w testach niskiego progu.

Lokalizacje	MeanSq	F-value	P-value
A	4.021	3.039	0.098
B	4.491	3.394	0.082
C	2.039	1.541	0.230
D	0.457	0.346	0.564
E	0.011	0.008	0.929
F	0.926	0.699	0.414
Reszta	1.323		

Kody: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Następnie przeprowadzono ANOVA dla oceny wpływu poziomu sportowego zapaśników na loka-

lizacje słabych ogniw (Tabela V). Uzyskane wyniki P-value wskazują brak istotnego wpływu poziomu sportowego zawodników na lokalizację słabych ogniw układu mięśniowo-szkieletowego.

Table V . ANOVA wpływu poziomu sportowego zapaśników na lokalizację słabych ogniw w testach niskiego progu.

Lokalizacje	MeanSq	F-value	P-value
A	0.383	0.579	0.456
B	0.019	0.029	0.866
C	0.458	0.693	0.416
D	1.039	1.570	0.226
E	0.001	0.001	0.972
F	0.025	0.038	0.847
Reszta	0.662		

Kody: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Dyskusja

Przeprowadzone badania potwierdziły pierwszą hipotezę badawczą, iż obciążenia treningowe w zapasach powodują występowanie słabych ogniw (określonych testami niskiego progu) w układzie mięśniowo-szkieletowym. Szczególnie istotna w ocenie zawodników jest umiejętność wskazania miejsca w układzie mięśniowo-szkieletowym, w którym może wystąpić słabe ogniwo. Ta wiedza przyczynia się do poprawy zabezpieczenia zawodnika przed wystąpieniem urazu. Tak dokładna i wszechstronna analiza układu mięśniowo-szkieletowego zapaśników pozwala też na zastosowanie precyzyjnego programu terapeutycznego, stanowiącego ważne uzupełnienie treningu sportowego. Zweryfikowano hipotezy badawcze wskazujące na to, iż występowanie słabych ogniw w układzie mięśniowo-szkieletowym nie jest uzależnione od wieku zapaśników, ich poziomu sportowego oraz częstotliwości uczestnictwa w treningach. Stwierdzono natomiast, że staż treningowy istotnie wpływa na występowanie słabych ogniw P-value=0.018 (Tabela I).

Zbadano także, czy staż treningowy, wiek zawodników, poziom sportowy oraz częstotliwości treningów nie mają istotnego wpływu na lokalizację słabych ogniw. Na podstawie otrzymanych wartości P-value przedstawionych w Tabeli II można stwierdzić, że dla lokalizacji A (odcinka szyjnego kręgosłupa), B (odcinka piersiowego kręgosłupa), D (stawu ramiennego) i F (stawu kolanowego) staż treningowy nie ma istotnego wpływu na występowanie słabych ogniw układach mięśniowo-szkieletowego. Natomiast dla lokalizacji C (stawu ramienno-łopatkowego) i E (odcinka lędźwiowego kręgosłupa) ma istotny wpływ, ponieważ dla C jest P=0.032 a dla E jest P=0.040 (Tabela II). Na przykładzie przeprowadzonych badań własnych u kajakarzy i kanadyjkarzy dowiedziono, że im dłuższy staż treningowy zawodników poza występowaniem słabych ogniw w odcinku lędźwiowym kręgosłupa występowało ograniczenie ruchomości w odcinku lędźwiowym kręgosłupa we wszystkich kierunkach [10]. Częstotliwość treningów określona na podstawie liczby jednostek treningowych w mikrocyklu, nie wykazuje istotnego wpływu na lokalizację słabych ogniw układów mięśniowo-szkieletowych (Tabela III). Również wartości P-value dla wieku i poziomu sportowego nie wpływają istotnie na lokalizację słabych ogniw (Tabela IV, Tabela V).

Sztuki walki charakteryzują się dużym ryzykiem występowania urazów [1, 3]. Najczęściej wymienianymi lokalizacjami urazów układów mięśniowo-szkieletowych u zapaśników są: stawy kolanowe, stawy barkowe, głowa i twarz, odcinek lędźwiowy kręgosłupa, stawy skokowe, odcinek szyjny kręgosłupa oraz naciągnięcia mięśni [11-16]. Częstsze urazy stawów łokciowych i kolanowych oraz głowy, twarzy i nosa występują wśród zawodników uprawiających zapasy w stylu klasycznym [17]. Te same urazy odnotowano wśród zawodników World Cup nartach i snowbordzie w sezonie 2006-2007 i 2007-2008 [18]. Porównując częstość występowania urazów wśród młodych piłkarzy i zapaśników okazało się, że liczba ich była identyczna dla tych dyscyplin [19]. Częściej niż w zapasach urazy głowy i szyi występują w baseball, softball, koszykówce i piłce nożnej [20]. W innym eksperymencie wśród 95 badanych wysoko zaawansowanych zapaśników u ponad 80% stwierdzono w trakcie kariery sportowej urazy tkanek miękkich układów mięśniowo – szkieletowych [2]. Naciągnięcie lub rozerwanie mięśni stanowi też przyczynę znaczącego procentu urazów wśród zawodników innych dyscyplin sportowych [21, 22]. Badania własne dostarczyły informacji, że miejscami narządu ruchu o osłabionej kontroli motorycznej u badanych są staw ramienno-łopatkowy i odcinek lędźwiowy kręgosłupa. Pozyskane wyniki z przeprowadzonych badań na grupie sportowców innych dyscyplin: szermierka, kajakarstwo, wioślarstwo, hokeiści również dostarczyły informacji, że odcinek lędźwiowy kręgosłupa jest pozbawiony kontroli motorycznej, co w efekcie może predys-

ponować do odczuwania bólu, dysfunkcji i urazów w tym odcinku [4, 10, 23, 24]. Urazy w obrębie odcinka lędźwiowego często są odnotowywane wśród zawodników trenujących tenis, kręglistów, krykiecistów i rzeglarzy [25-27]. Uzyskane wyniki stanowią cenną informację wskazującą na konieczność wprowadzenia u zapaśników ze stażem treningowym 6,36±2,38 lat działań prewencyjnych, które zapobiegałyby występowaniu słabych ogniw układów mięśniowo-szkieletowych wśród badanych. Do działań prewencyjnych należy zaliczyć trening stabilizacyjny kompleksu lumbo-pelvo-hip (LPHC) [28, 29]. Wprowadzony trening dla sytemu lokalnego i globalnego kompleksu LPHC przyczynia się do zmniejszenia słabych ogniw w odcinku lędźwiowym kręgosłupa [24]. Zastosowany program ćwiczeń the „11" wśród młodych zawodniczek trenujących piłkę nożną nie wpłynął prewencyjnie na występowanie urazów u nich [30]. Częstym problemem wśród sportowców a głównie wśród piłkarzy jest odczuwanie bólu w pachwinie. Program interwencyjny zastosowany na dużej grupie piłkarzy zredukował liczbę odczuć bólu w pachwinie, ale tylko u 31% biorących udział w programie [31]. Należy stwierdzić, że nie poświęca się należytej uwagi profilaktyce występowania urazów wśród zapaśników. Trenerzy najczęściej w pracy z zawodnikami koncentrują uwagę na rozwoju i poprawie techniki sportowej [32]. Z pewnością większa świadomość trenerów dotycząca zastosowania profilaktyki występowania urazów i wprowadzanie tych działań w praktyce treningowej przyczyniłoby się do zmniejszenia występowania urazów u zawodników [33].

Wnioski

1. Obciążenia treningowe w zapasach w stylu klasycznym powodują występowanie słabych ogniw łańcucha mięśniowo-szkieletowego wśród juniorów.
2. Staż treningowy zapaśników w kategorii juniorów istotnie wpływa na występowanie słabych ogniw łańcucha mięśniowo-szkieletowego w różnych lokalizacjach.
3. Częstotliwość treningów zapaśników nie wywiera istotnego wpływu na lokalizację słabych ogniw układu mięśniowo-szkieletowego ocenionych przy zastosowaniu testów niskiego progu.

Piśmiennictwo

[1] Yard E. E., Collins C. L., Dick R. W. et al.: An epidemiologic comparision of high school and college wrestling injuries. The American Journal of Sports Medicine, 2008; 36: 57-64.

[2] Barosso B. G., da Silva J. M. A., da Costa Garcia A. et al.: Musculoskeletal injuries in wrestling athletes. Acta Orthopedica Brasileira, 2011;19:98-101.

[3] Stanev S., Dimitriva E.: Training risk factors associated with wrestling injury. British Journal of Sports Medicine, 2011;45:80-81.

[4] Wójcik M., Rynkiewicz T., Rynkiewicz M. et al.: Attempt at use of Performance Stability conception tests to diagnosis muscular system connections as illustrated with the example of professional kayakers. The Polish Journal of Sports Medicine, 2011;27:213-221.

[5] Comerford M. J., Mottram S. L.: Movement and stability dysfunction – contemporary developments. Manual Therapy, 2001;6:15-26.

[6] McGill S. M.: Low Back Disorders: Evidence – based prevention and rehabilitation. Human Kinetics Publishers Champaign. 2007;2:79, 109.

[7] Comerford M.: Screening to identify injury and performance risk: movement control testing – the missing piece of the puzzle. SportEx Medicine, 2006;29:21-26.

[8] Mottram S., Comerford M.: A new perspective on risk assessment. Physical Therapy in Sport, 2008;9:40-51.

[9] R Development Core Team: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna. Austria, 2009; URL http://www. r-project.org.

[10] Wójcik M., Siatkowski I.: Occurence of weak links biokinematics chain and pain feeling the lumbar spine in kayakers and female rowers – preliminary observation. Rheumatology, 2011; http://dx.doi.org/10.4172/2161-1149.S2-001

[11] Lightfoot A. J., McKinley T., Doyle M. et al.: ACL Tears in Collegiate Wrestlers. The Iowa Orthopedic Journal, 2005;25:145-148.

[12] Agel J., Ransone J., Dick R. et al.: Descriptive epidemiology of collegiate men's wrestling injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988-1989 through 2003-2004. Journal of Athletic Training, 2007;42:303-310.

[13] Michael J. W., Müller L., Schikora N. et al.: Injuries to the upper limbs in competitive wrestlers. Sportverletz Sportschaden, 2008;22:89-92.

[14] Bonza J. E., Fields S. K., Yard E. E. et al.: Shoulder injuries among United States high school athletes during the 2005-2006 and 2006-2007 school years. Journal of Athletic Training, 2009;44:76-83.

[15] Myers R. J., Linakis S. W., Mello M. J. et al.: Competitive Wrestling-related Injuries in School Aged Athletes in U.S. Emergency Departments. Western Journal of Emergency Medicine, 2010;11:442-449.

[16] Aydos L.: Effect of wrestling on the foot sole of elite wrestlers. International Journal of Physical Sciences, 2011;6:3143-3154.

[17] Yard E. E., Comstock R. D.: A comparison of pediatric freestyle and Greco-Roman wrestling injuries sustained during a 2006 US national tournament. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 2008;18:491-497.

[18] Florenes T. W., Nordsletten L., Heir S. et al.: Injuries among World Cup ski and snowboard athletes. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 2012;22:58-66.

[19] Yard E. E., Schroeder M. J., Fields S. K. et al.: The epidemiology of United States high school soccer injuries, 2005-2007. The American Journal of Sports Medicine, 2008;36:1930-1937.

[20] Purnell M., Shirley D., Nicholson L. et al.: Acrobatic gymnastics injury: occurrence, site and training risk factors. Physical Therapy in Sport, 2010;11:40-46.

[21] McNally E. G.: Ultrasonografia narządu ruchu Elsevier Urban & Partner, Wrocław, 2008; 1:223.

[22] Battermann N., Appell H. J., Dargel J.,et al.: An anatomical study of the proximal hamstring muscle complex to elucidate muscle strains in this region. International Journal of Sports Medicine, 2011;32:211-215.

[23] Wójcik M., Siatkowski I., Nowakowski A. et al.: Performance Matrix tests usage for diagnosing weak links of musculoskeletal system occurred in fencers. Surgery of the Motor Systems and Polish Orthopedics, 2011;76:41-46.

[24] Wójcik M., Siatkowski I., Bodnar-Nanuś A.: The influence of segmental stabilization training upon the reduction of motor system weak connections in hockey players. Surgery of the Motor Systems and Polish Orthopedics, 2011;76:145-150.

[25] Hadała M., Barrios C.: Sports injuries in America's Cup yachting crew: a 4-year epidemiological study covering the 2007 challenge. Journal of Sports Sciences, 2009;27:711-717.

[26] Hjelm N., Werner S., Renstrom P.: Injury risk factors in junior tennis players: a prospective 2-year study. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 2012;22:40-48.

[27] Johnson M., Ferreira M., Hush J.: Lumbar vertebral stress injuries in fast bowlers: a review of prevalence and risk factors. Physical Therapy in Sport, 2012;13:45-52.

[28] Panjabi M.: The stabilizing system of the spine. Part 1. Function and dysfunction, adaptation, and enhancement. Journal of Spinal Disordes, 1992;5:383-389.

[29] Richardson C. A., Snijders C. J., Hides, J. A.: The relationship between the transversus abdominis muscles sacroiliac joint mechanics and low back pain. Spine, 2002;27:399-405.

[30] Steffen K., Myklebust G., Olsen O. E., Holme I., Bahr, R.: Preventing injuries in female youth football – a cluster-randomized controlled trial. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 2008;18:60-614.

[31] Hölmich P., Larsen K., Krogsgaard K. et al.: Exercise program for prevention of groin pain in football players: a cluster-randomized trial. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 2010;20:814-821.

[32] Sadowski J., Gierczuk D.: Effectiveness of coordination training in technical preparation of freestyle wrestlers at various levels of sports advancement. Archives of Budo, 2010;6:143-148.

[33] Boostani M. H., Boostani M. A., Rezaei A. M. et al.: The study of sport injuries in the national team karate of Iran (kumite field). Journal of Martial Arts Anthropology, 2011;11:27-34.

Autor odpowiedzialny za korespondencję: Małgorzata Wójcik, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa, Instytut Ochrony Zdrowia w Pile, Polska 64-920 Pila, Podchorazych 10, malgo_wojcik@interia.pl