

KOMPLEKSOWA OCENA FIZJOTERAPEUTYCZNA PODSTAWĄ PROFILAKTYKI PIERWOTNEJ URAZÓW SPORTOWYCH

COMPLEX PHYSIOTHERAPEUTIC ASSESSMENT AS THE FOUNDATION OF PRIMARY PREVENTION OF SPORT INJURY

¹Zakład Fizjoterapii
Instytut Ochrony Zdrowia
Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. St. Staszica w Pile
²Rehasport Clinic, Poznań
³AN-REH, Łódź
⁴Zakład Kinezyterapii
Akademia Wychowania Fizycznego w Poznaniu
e-mail: monika.grygorowicz@rehasport.pl

Streszczenie

Celem pracy jest przedstawienie koncepcji wykorzystania kompleksowej oceny fizjoterapeutycznej w profilaktyce pierwotnej urazów sportowych. Zdaniem autorek zasadne jest włączenie oceny współdziałania układu nerwowo-mięśniowego, diagnostyki stanu tkanek miękkich narządu ruchu oraz poprawności wykonania podstawowych wzorców ruchowych (poza kontrolą przygotowania kondycyjnego czy specjalnego) w holistyczną analizę poziomu sportowego zawodnika czy zawodniczki. Wykorzystanie obiektywnych narzędzi pomiarowych wraz z funkcjonalną oceną pozwala na efektywne wskazanie czynników predysponujących do uszkodzenia aparatu ruchu, zapobiegając tym samym ewentualnym kontuzjom.

SŁOWA KLUCZOWE: urazy, profilaktyka, FMS, izokinytyka, propriocepcja, ocena fizjoterapeutyczna.

Summary

The purpose of this paper is to present the concept of using a complex medical-physiotherapeutic-biomechanical evaluation in primary prevention of sport injury. Authors believe that a holistic analysis of an athlete's condition (apart from physical or discipline specific conditioning) should include an evaluation of the neuromuscular system, diagnostics of soft tissues of the musculoskeletal system, or the correctness of basic movement patterns. Employing objective measurement tools together with functional evaluation allows for effective indicating of factors that may lead to a damage of the musculoskeletal system, thus preventing possible injuries.

KEY WORDS: injury, prevention, FMS, isokinetics, proprioception, physiotherapeutic assessment.

Profilaktyka urazów sportowych jest procesem złożonym, wymagającym multidyscyplinarnego podejścia całego zespołu medycznego i sztabu trenerskiego; jego główne korzyści to wydłużenie okresu kariery sportowej i podniesienie potencjału motorycznego zawodnika oraz redukcja kosztów leczenia sportowca.

Działania profilaktyczne zazwyczaj dzielone są na trzy stopnie. Celem profilaktyki pierwotnej (I stopnia) jest zmniejszenie prawdopodobieństwa wystąpienia urazu i problemów zdrowotnych oraz przeciwdziałanie czynnikom mogącym do nich prowadzić. Efektem skutecznego postępowania w zakresie profilaktyki pierwotnej jest przede wszystkim niedoznanie urazu przez osobę czynnie uczestniczącą w zajęciach sportowych. Profilaktyka wtórna (II stopnia) obejmuje wczesną diagnostykę i leczenie wszelkich objawów uszkodzenia tkanek. Jej zadaniem jest wdrożenie terapii i powstrzymanie rozwoju negatywnych skutków urazu (np. procedura PRICE w skręceniach stawu skokowego). Profilaktyka III stopnia (prewencja) ma na celu zapobieganie skutkom przebytego urazu oraz przeciwdziałanie jego nawrotom, a także minimalizację wtórnych

uszkodzeń i komplikacji. Zazwyczaj obejmuje postępowanie fizjoterapeutyczne zmniejszające lub/i korygujące zaburzenia biomechaniczne i funkcjonalne występujące wskutek urazu (np. wykorzystanie ćwiczeń na trenerach równowagi i wykorzystanie stabilizatora stawu skokowego u zawodnika po skręceniu tego stawu w czasie jego stopniowego powrotu do pełnych obciążeń sportowych) [1, 2].

Kompleksowa ocena fizjoterapeutyczna powinna stanowić podstawę profilaktyki pierwotnej wśród zawodników i zawodniczek różnych dyscyplin sportowych. Niestety, w realiach polskich nie zawsze jest ona wykonywana; o ile zazwyczaj monitorowany jest poziom przygotowania kondycyjnego czy specjalnego zawodnika, o tyle trenerzy i działacze sportowi rzadko rozważają konieczność oceny współdziałania układu nerwowo-mięśniowego, diagnostyki stanu tkanek miękkich narządu ruchu czy prawidłowości wykonywania wzorców ruchowych typowych dla danej dyscypliny sportowej. Nieuwzględnienie wyżej wymienionych czynników w ocenie stanu zdrowia i poziomu przygotowania motorycznego sportowca może skutkować wystąpieniem urazu i tym samym może doprowadzić do

wykluczenia zawodnika z udziału w treningach czy zawodach sportowych oraz długofalowym obniżeniem jego potencjału sportowego. W opinii auterek podstawowe badania wydolnościowe zawodnika należy rozszerzyć o szczegółowe badanie fizjoterapeutyczne i motoryczne, w tym ocenę stabilności posturalnej i propriocepcji, ocenę potencjału siłowego w warunkach dynamicznych, a także o funkcjonalną ocenę poprawności wykonywania podstawowych czynności ruchowych.

Kompleksowa ocena stanu sportowca (obejmująca wymienione powyżej elementy składowe) powinna być wykonana przed okresem przygotowawczym, poprzedzającym duże obciążenia treningowe i startowe. Celem takiej oceny przedsezonowej nie jest wykluczenie zawodnika z procesu treningowego, ale zapewnienie, że jego udział w zajęciach nie zwiększy niepotrzebnie ryzyka pojawienia się urazu [3]. Badania powinny być przeprowadzone na kilka tygodni przed rozpoczęciem sezonu. W wyniku dobrze przeprowadzonej holistycznej oceny stanu funkcjonalnego zawodnika można wykryć stany predysponujące do urazu i już na wczesnym etapie przygotowania zawodnika do ścisłego sezonu wdrożyć postępowanie profilaktyczne.

Ocena fizjoterapeutyczna

Poza lekarskim badaniem kwalifikacyjnym do sportu wyczynowego szczegółowa ocena fizjoterapeutyczna powinna obejmować wywiad, badanie podmiotowe, ocenę zakresu ruchu w stawach obwodowych i stawach kręgosłupa, ocenę długości mięśni i wybrane testy kliniczne narządu ruchu. Wśród zawodników i zawodniczek piłki nożnej najczęściej analizie poddawana jest długość mięśni biodrowo-lędźwiowych, mięśnia prostego uda i grupy kulszowo-goleniowej, a także oceniana jest ruchomości stawów biodrowych oraz stawu rzepkowo-udowego i wykonywane są testy więzadłowe stawów kolanowych. Nieprawidłowości czynnościowe związane z ograniczeniem ruchomości stawów, asymetria napięcia mięśniowego czy nieprawidłowy ślizg i gra stawowa mogą przyczynić się do zaburzeń funkcjonalnych objawiających się na różnych poziomach całego łańcucha biokinematycznego w obrębie kończyn dolnych i tułowia. Skrócenie czynnościowe mięśni może przyczynić się do zaburzenia ich prawidłowej pracy, skutkować kompensacją czynnościową w innych segmentach narządu ruchu i pojawieniem się dysfunkcji pochodzenia mięśniowego; skutkując tym samym zwiększeniem ryzyka pojawienia się urazu. Ewentualnie, istniejące zmiany strukturalne mogą powodować, że nawet niewielkie obciążenia treningowe mogą stanowić poważne zagrożenie dla struktur stawowych w postaci przeciążenia i zaburzenia właściwej pracy stawów.

Ocena stabilności posturalnej i propriocepcji

Zaburzenia układu sensomotorycznego zawodnika mogą skutkować zwiększonym ryzykiem pojawienia się urazu

ze strony narządu ruchu, dlatego monitorowanie zdolności utrzymania stabilnej postawy i czucia głębokiego jest kluczowe w kompleksowej analizie poziomu przygotowania motorycznego zawodnika. Ocena kontroli nerwowo-mięśniowej może odbywać się zarówno w warunkach statycznych, jak i dynamicznych. W warunkach stabilnego podłoża, w trakcie pomiarów realizowanych na platformach stabilometrycznych, najczęstszymi parametrami wykorzystywanymi w ocenie stabilności i propriocepcji jest środek nacisku stóp na podłoże (COP – centre of pressure) i środek ciężkości (COG – centre of gravity) [4, 5].

Diagnostyka zdolności utrzymania stabilnej postawy, gdy czynnikiem destabilizującym jest nieruchome podłoże, wymusza na osobie testowanej wykonywanie ciągłych ruchów w celu utrzymania prawidłowej postawy. Precyzyjna kontrola stanu układu nerwowo-mięśniowego sportowca możliwa jest dzięki szczegółowym raportom wygenerowanym przez dołączone do urządzeń oprogramowanie komputerowe i ilościowym parametrom uzyskiwanym w trakcie pomiaru. Najczęściej wykorzystywane z nich to indeks stabilności przednio-tylnej (APSI – anterior-posterior stability index), przyśrodkowo-bocznej (MLSI – medial-lateral stability index) oraz wartość indeksu całkowitego (OSI – overall stability index (rejestrowane w trakcie pomiarów na Biodex Balance System) oraz wynik w postaci globalnej oceny stabilności (uzyskany z pomiarów na platformie Libra). Powtarzalność pomiarów jest wysoka i literaturowo potwierdzona ICC = 0.93 (OSI), ICC = 0.90 (APSI), ICC = 0.89 (MLSI) [6].

Niestabilne podłoże jest tym elementem, które najlepiej testuje mechanoreceptory w warunkach testów dynamicznych w porównaniu do badań na klasycznych platformach stabilometrycznych. Dynamiczna, nerwowo-mięśniowa kontrola stawu skokowego, może być kluczem do uzyskania jego funkcjonalnej stabilizacji. Ma to ogromne znaczenie w sporcie, w takich dyscyplinach jak gry zespołowe, gdzie stabilność gwarantuje dynamiczne funkcjonowanie w biegu, skokach, hamowaniu czy zmianie kierunku poruszania się. W piłce nożnej, ręcznej czy koszykówce wiele czynności motorycznych polega na szybkich zmianach pozycji bądź wielokrotnej zmianie tempa biegu. Niejednokrotnie różne elementy techniczne wykonywane są bez kontroli wzroku i wymagają od zawodnika czy zawodniczki właściwego poziomu czucia proprioceptywnego.

Wyniki, uzyskane z pomiarów stabilności i czucia głębokiego, mogą wskazywać na deficyty w zakresie współdziałania układów proprioceptywnego, przedsionkowego i wzrokowego oraz pozwalają na identyfikację tzw. „słabych obszarów”, gdzie widoczny jest brak właściwej kontroli sensomotorycznej. Obiektywne wskaźniki stabilności mogą być wykorzystane jako parametry wskazujące na ryzyko pojawienia się urazu wskutek zaburzenia kontroli nerwowo-mięśniowej i obniżenia poziomu sportowego [7]. Nieprawidłowości w kontroli czuciowo-ruchowej mogą zwiększać **groźbę** pojawienia się kontuzji sportowych, takich jak: skręcenia stawu skokowego, skręcenia stawu kolanowego czy zerwania więzadła krzyżowego przedniego kolana. By zmniejszyć prawdopodobieństwo wystąpienia urazu

zasadniczy trening powinien być rozszerzony o elementy postępowania profilaktycznego redukującego występowanie kontuzji w sporcie, w tym w szczególności ćwiczenia stabilności i propriocepcji [8, 9, 10].

Ocena prawidłowości wykonania funkcjonalnych wzorców ruchowych

W celu funkcjonalnej oceny poziomu motoryczności podstawowej autorki pracy korzystają z koncepcji 7 testów ruchowych Functional Movement Screen (FMSTM) autorstwa Graya Cooka z dwoma testami wykluczającymi najczęściej spotykane dysfunkcje [11]. Próby obejmują: 1) wykonanie głębokiego przysiadu – oceniana jest symetryczność wykonania i funkcjonalna mobilność stawów biodrowych, kolanowych i skokowych, 2) przeniesienie kończyny dolnej nad płotkiem – pozwala na ocenę mechaniki ciała w trakcie asymetrycznego wzorca wyroku, 3) wykonanie przysiadu w wyroku – w trakcie którego analizuje się mobilność stawów biodrowych i stabilność tułowia, elastyczność mięśnia czworogłowego uda oraz stabilność stawu kolanowego i skokowego, 4) ocenę mobilności obręczy barkowej – pozwalającą zdiagnozować bilateralny zakres ruchu stawów obręczy barkowej, mobilność kompleksu ramienno-łopatkowego i wyprost odcinka piersiowego kręgosłupa, 5) aktywne uniesienie kończyny dolnej – które ocenia elastyczność grupy kulszowo-goleniowej i mięśnia brzuchatego łydki z jednoczesną stabilizacją miednicy, 6) ugięcie ramion w podporze – oceniające stabilność tułowia w trakcie symetrycznej ruchu uniesienia, 7) wykonanie testu stabilności rotacyjnej tułowia – która diagnozuje wielopłaszczyznową stabilność tułowia w trakcie wykonywania połączonych czynności kończynami górnymi i dolnymi.

Zestaw testów pozwala na analizę podstawowych wzorców ruchowych, których wykonanie wymaga połączenia: mobilności (zakresu ruchu), stabilności i koordynacji siły zaangażowanych grup mięśniowych. Powtarzalność wyników pomiarów jest literaturowo potwierdzona – ICC = 0,98 [12]. Za wykonanie próby osiąga się od 0 (ból w trakcie wykonania wzorca ruchowego) do 3 punktów (prawidłowe wykonanie wzorca ruchowego). Wyniki z wszystkich siedmiu testów są sumowane i stanowią wartość końcową testu FMSTM. Maksymalna liczba punktów do uzyskania to 21. Przeprowadzenie tego rodzaju diagnostyki pozwala na ocenę stabilności segmentów ciała podczas prostego ruchu, siły potrzebnej do wykonania podstawowych czynności ruchowych, koordynacji i kontroli nerwowo-mięśniowej rozumianej jako współpraca grup mięśniowych zaangażowanych w daną czynność ruchową. Przeprowadzenie testów umożliwia wychwycenie asymetrii i funkcjonalnych ograniczeń oraz zróznicowanie występujących dysfunkcji. Najczęściej w trakcie testów pojawiają się braki w stabilności kompleksu biodrowo-łędźwiowego, ograniczenia ruchomości w stawach biodrowych i skokowych, nieprawidłowe osiowe ustawienie kończyn dolnych, deficyty w zakresie stabilności centralnej i rotacyjnej tułowia, które zmniejszają ilość punktów uzyskanych przez

zawodnika bądź zawodniczkę w ocenie końcowej. Badania naukowe potwierdzają, że suma punktów uzyskanych z testów FMSTM poniżej 14 zwiększa ryzyko pojawienia się urazu z 15% do 51% w trakcie sezonu sportowego [13]. Na podstawie tak przeprowadzonej oceny, w miejsca stanowiące najsłabsze ogniwo całego łańcucha biokinematycznego należy skierować specjalistyczne działania usprawniające jako niezbędne uzupełnienie treningu sportowego.

Ocena siły mięśniowej w warunkach dynamicznych

Ocena siły mięśniowej w warunkach izokinetycznych może odbywać się w warunkach otwartego (OKC) lub zamkniętego (CKC) łańcucha biokinematycznego i prowadzona jest m.in. w celu: uzyskania obiektywnych danych charakteryzujących dynamiczną pracę określonych grup mięśniowych. Pomiar izokinetyczny w warunkach OKC dotyczy określonego ruchu i grupy mięśni odpowiedzialnych za ten ruch, np. zgięcie i wyprost w stawie kolanowym, a przez to ocenę grupy zginaczy i prostowników stawu kolanowego [14].

Diagnostyka izokinetyczna jest od lat wykorzystywana w ocenie stopnia ryzyka pojawienia się urazu aparatu ruchu, który może wynikać z zaburzenia pracy poszczególnych grup mięśniowych. Wielu autorów podkreśla konieczność zachowania właściwego stosunku pomiędzy wielkością siły antagonistycznych grup mięśniowych, biorących udział w wysiłku fizycznym w profilaktyce urazów, zwłaszcza urazów stawu kolanowego [15, 16, 17, 18]. Nieprawidłowy rozkład wartości sił mięśniowych wokół danego stawu lub segmentu ciała, prowadzić może do nieprawidłowej kontroli ruchu. Dla precyzyjnego określenia balansu mięśniowego stosuje się m. in. badanie izokinetyczne. Często w tym celu wykorzystywany jest wskaźnik siły mięśniowej pomiędzy grupą zginaczy i prostowników stawu kolanowego rejestrowany w warunkach pracy koncentrycznej. Taki sposób wyliczenia wartości powyższego wskaźnika określany jest w literaturze jako wskaźnik konwencjonalny Hcon/Qcon i równy jest ilorazowi wartości momentu siły zginaczy (mięśni grupy kulszowo-goleniowej) do prostowników (mięśnia czworogłowego uda). Literatura podaje, iż wartość siły prostowników stawu kolanowego powinna przewyższać wartość siły zginaczy tego stawu w stosunku 3:2 [19]. Wśród doniesień naukowych odnotowano różne wartości wskaźnika konwencjonalnego Hcon/Qcon zależnie od prędkości testu, pozycji testowanego, grupy badawczej [20, 21]. Niemniej, wielu autorów przyjmuje wartość 0,6 jako wielkość normatywną dla opisywanego wskaźnika, przy prędkości kątowej pomiaru wynoszącej 60°/s, a zwiększa się ona do 0,8 przy wyższych prędkościach testu [22, 23]. Heiser i in. na tej podstawie wnioskuje o możliwości wystąpienia urazów, w przypadku niewłaściwych wartości balansu mięśniowego [24]. Im bardziej wskaźnik ten zbliża się do wartości 1 tym w większym stopniu wzrasta funkcjonalna zdolność mięśni grupy kulszowo-goleniowych do zapewnienia stabilizacji stawu kolanowego [25]. Ta zwiększona stabilność może być czynnikiem ograniczającym lub

redukującym możliwość wystąpienia urazu [26]. Wartość tego wskaźnika poniżej 0,6 z występującą jednocześnie asymetrią pomiędzy zginaczami uda większą niż 5% według niektórych autorów powinna powodować wykluczenie zawodnika ze współzawodnictwa sportowego i włączenie go w proces postępowania fizjoterapeutycznego [27]. Zatem na podstawie wartości wskaźnika konwencjonalnego H_{con}/Q_{con} można niebezpiecznie próbować określić możliwość wystąpienia urazu ze strony układu mięśniowo-ścięgnistego, co stanowi składową postępowania profilaktycznego u zawodników i zawodniczek różnych dyscyplin sportowych [16, 28, 29, 30].

Diagnostyka izokinetyczna pozwala na monitorowanie parametrów biomechanicznych testowanych zespołów mięśniowych w całym zakresie czynnościowym analizowanego ruchu. Wykorzystując te możliwości wykazano, że nieprawidłowe wartości wskaźnika równowagi funkcjonalnej pomiędzy mięśniami odwracającymi i nawracającymi stopę są najbardziej widoczne w krańcowym zakresie ruchu. Wysokie wartości wskaźnika uzyskane przy 20° ruchu odwracania mogą wskazywać na problemy ze stabilnością stawu skokowego [31].

Czynnikiem sprzyjającym urazom jest także asymetria w zarejestrowanych parametrach pomiędzy obiema stronami ciała. Knapik i in. potwierdzili, że deficyt w wartości momentu siły mięśni grupy kulszowo-goleniowej pomiędzy jedną a drugą stroną ciała większy niż 15% zwiększa ryzyko wystąpienia urazu 2,6-krotnie [32].

Uzyskane z badania izokinetycznego obiektywne wyniki diagnostyczne mogą stanowić podstawę uzupełnienia treningu specjalistycznego o indywidualnie dobrane ćwiczenia profilaktyczne redukujące możliwość pojawienia się urazu u zawodników i zawodniczek różnych dyscyplin sportowych.

Podsumowanie

Profilaktyka urazów sportowych jest procesem złożonym. Postępowanie profilaktyczne jest determinowane przez różnorodne czynniki zwiększające prawdopodobieństwo urazu, związane z charakterem uprawianej dyscypliny sportowej, świadomością trenerów, zawodników, wiedzą i doświadczeniem lekarzy, fizjoterapeutów czy trenerów przygotowania motorycznego współpracujących z drużyną bądź jednostkami. W ocenie przyczyn mogących prowadzić do uszkodzenia należy wykorzystywać narzędzia pomiarowe wystarczająco wrażliwe by wykryć deficyty funkcjonalne, które mogą mieć znaczenie kliniczne. Im bardziej kompleksowa jest to ocena tym lepiej. Bowiemy dopiero różnorodność analizy (uwzględniająca metody obiektywne oraz funkcjonalne podejście do testowanej osoby) i uzyskanych wyników może przyczynić się do zdiagnozowania tzw. „słabych ogniw” w całym łańcuchu biokinematycznym.

Skuteczność postępowania profilaktycznego bądź nieefektywność tych działań jest wypadkową wielu czynników. Nie zawsze jest wiadome, zwłaszcza przy niepowodzeniach, który z elementów procesu prewencyjnego był niewystarczający. Ta złożoność sprawia, że zagadnienie

profilaktyki jest trudne, ale nie niemożliwe [33]. W piśmiennictwie można znaleźć potwierdzenie, że wdrożenie właściwych działań profilaktycznych zmniejszających ryzyko urazu skutkuje spadkiem liczby odnotowanych kontuzji. W oparciu o prawidłowo przeprowadzoną diagnostykę narządu ruchu, rozumianą jako identyfikację czynników mogących prowadzić do uszkodzenia (profilaktykę pierwotną) w grupie zawodników i zawodniczek różnych dyscyplin sportowych wprowadzono ćwiczenia specjalistyczne przyczyniające się do redukcji urazów związanych z uszkodzeniem np. więzadła krzyżowego przedniego [34, 35].

Ilość prac potwierdzających słusność takich działań zwiększa się z roku na rok, z korzyścią dla zawodniczek i zawodników. Tym samym stanowi podstawę do zastosowania kompleksowej oceny fizjoterapeutycznej zawodniczek i zawodników jako elementu profilaktyki pierwotnej urazów sportowych.

Piśmiennictwo

1. Charlton J., Kidman L.: A soccer team's injury prevention strategies. *New Zealand J. Sports Med.*, 1997, 25 (3), 46-9.
2. Meeuwisse W., Bahr R.: A systematic approach to sports injury prevention. In: *Sports Injury Prevention*. Ed. Bahr R., Engebretsen L., John Wiley and Sons, 2009, 7-16.
3. Sechrist F., Silver S.: Return to Play After Musculoskeletal Injury. In: *Sports Medicine: a Comprehensive Approach* Ed. Scuderi G., McCann P., Elsevier Mosby, 2005, 40-5.
4. Paillard T., Noé F., Rivière T. et al.: Postural performance and strategy in the unipedal stance of soccer players at different levels of competition. *J. Athl. Train.*, 2006 Apr-Jun; 41(2), 172-6.
5. Eils E., Rosenbaum D.: A multi-station proprioceptive exercise program in patients with ankle instability. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 2001 Dec; 33(12), 1991-8.
6. Pereira H.M., de Campos T.F., Santos M.B. et al.: Influence of knee position on the postural stability index registered by the Biodex Stability System. *Gait Posture*. 2008 Nov, 28(4), 668-72.
7. Vrbančić T.S., Ravlić-Gulan J., Gulan G. et al.: Balance index score as a predictive factor for lower sports results or anterior cruciate ligament knee injuries in Croatian female athletes--preliminary study *Collegium Anthropologicum [Coll Antropol]* 2007 Mar, 31 (1), 253-8.
8. Caraffa A.C.G., Proietti M., Aisa G. et al.: Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer. A prospective controlled study of proprioceptive training. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.*, 1996, 4, 19-21.
9. Hewett T., Lidenfeld T., Riccobene J. et al.: The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. *Am. J. Sports Med.*, 1999, 27, 699-705.
10. Heidt R.S. Jr, Sweeterman L.M., Carlonas R.L. et al.: Avoidance of soccer injuries with preseason conditioning. *Am. J. Sports Med.*, 2000, 28, 659-62.
11. Cook G., Burton L., Hogenboom B.: The use of fundamental movements as an assessment of function – Part 1. *NAJSPT*. 2006, 1, 62-72.
12. Anstee L., Docherty C., Gansneder B., Shultz S.: Inter-tester and intra-tester reliability of the Functional Movement Screen Paper presented at: National Athletic Training Association National Convention, 2003, St. Louis, MO.
13. Kiesel K., Plisky P., Voight M.: Can serious injury in professional football be predicted by a preseason Functional

- Movement Screen? *North Am. J. Sports Physic. Ther.*, 2007, Aug 2(3), 147-158.
14. Rzepka R., Grygorowicz M.: Obiektywna ocena w warunkach Izokinetycznych w medycynie i sporcie – jej przydatność i zastosowanie. *Rehab. Prakt.*, 2007(4), 14-6.
 15. Lee H., Holcomb W., Rubley M. et al.: Hamstring to quadriceps strength ratios: an analysis and strength training study. *J. Athlete Training*, 2004, 39(2), 29-34.
 16. Magalhaes J., Oliviera J., Ascensao A. et al.: Concentric quadriceps and hamstring isokinetic strength in volleyball and soccer players. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 2004, 44(2), 119-125.
 17. Siatras T., Mameletzi D., Kellis S.: Knee flexor: extensor isokinetic ratios in young male gymnasts and swimmers. *Pediatr. Exerc. Sci.*, 2004, 16, 37-43.
 18. Grygorowicz M., Kubacki J., Pilis W. et al.: Selected isokinetic tests in knee injury prevention *Biol. Sport*, 2010, 27, 47-51
 19. Wilkerson G., Colston M., Short N. et al.: Neuromuscular changes in female collegiate athletes resulting from a plyometric jump training program. *J. Athlete Training.*, 2004, 39(1), 17-23.
 20. Aagaard P., Simonsen E., Trolle M. et al.: Isokinetic hamstring/quadriceps strength ratio: influence from joint angular velocity, gravity correction and contraction mode. *Acta Physiol. Scand.*, 1995, 154(4), 421-7.
 21. Worrell T, Perrin D, Denegar C: The influence of hip position on quadriceps and hamstring peak torque and reciprocal muscle group ratio values. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, 1989, 11, 104-7.
 22. Rosene J., Fogarty T., Mahaffey B.: Isokinetic hamstring quadriceps ratios in intercollegiate athletes. *J. Athlete Training*, 2001, 36(4), 378-383.
 23. Wilk K., Romaniello W., Soscia S. et al.: The relationship between subjective knee scores, isokinetic testing and functional testing in the ACL-reconstructed knee. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, 1994, 20, 60-73.
 24. Heiser T., Weber J., Sullivan G. et al.: Prophylaxis and management of hamstring muscle injuries in intercollegiate football players. *Am. J. Sports Med.*, 1984, 12, 368-370
 25. Harter R., Osternig L., Standifer L.: Isokinetic evaluation of quadriceps and hamstring symmetry following anterior cruciate ligament reconstruction. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 1990, 71, 465-8.
 26. Li R., Maffulli N., Hsu Y. et al.: Isokinetic strength of the quadriceps and hamstring and functional ability of anterior cruciate deficient knees in recreational athletes. *Br. J. Sports Med.*, 1996;30:161-4.
 27. Dauty M., Potiron-Josse M., Rochcongar P.: Identification of previous hamstring muscle injury by isokinetic concentric and eccentric torque measurement in elite soccer player. *Isokinet Exerc. Sci.*, 2003, 11, 139-143.
 28. Croisier J.L., Crielaard J.M.: Hamstring muscle tear with recurrent complaints: an isokinetic profile. *Isokinet Exerc. Sci.*, 2000;8:175-180.
 29. Kellis S., Gerodimos V., Kelis E. et al.: Bilateral isokinetic concentric and eccentric strength profiles of the knee extensors and flexor in young soccer players. *Isokinet. Exerc. Sci.*, 2000, 9, 31-9.
 30. Hiemstra L., Webber S., MacDonald P. et al.: Hamstring and quadriceps strength balance in normal and hamstring anterior cruciate ligament-reconstructed subjects. *Clin. J. Sport Med.*, 2004, 14(5), 274-280.
 31. Lentell G., Katzman L., Walters M: The Relationship between muscle function and ankle instability. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, 1990, 11, 605-611.
 32. Bonci C.: Assessment and evaluation of predisposing factors to anterior cruciate ligament injury. *J. Athlete Training.*, 1999, 34(2), 155-164.
 33. Engebretsen L., Bahr R.: Why is injury prevention in sports important? In: *Sports Injury Prevention*. Ed. Bahr R, Engebretsen L., John Wiley and Sons, 2009,1-6.
 34. Lim B.O., Lee Y.S., Kim J.G. et al.: Effects of sports injury prevention training on the biomechanical risk factors of anterior cruciate ligament injury in high school female basketball players. *Am. J. Sports Med.*, 2009 Sep, 37(9), 17, 28-34.
 35. Zebis M.K., Bencke J., Andersen L.L. et al.: The effects of neuromuscular training on knee joint motor control during sidcutting in female elite soccer and handball players. *Clin. J. Sport Med.*, 2008 Jul, 18(4), 329-37.

Adres do korespondencji:

Monika Grygorowicz
ul. Paczkowska 31/1
60-171 Poznań