

Siminska, Joanna, Baczyński, Łukasz, Kitschke, Ewa, Nowacka, Krystyna. Importance and influence of sensorimotor exercises of the knee joint muscles on body stability. *Journal of Education, Health and Sport*. 2022;12(11):33-37. e-ISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.12775/JEHS.2022.12.11.004> <https://apcz.umk.pl/JEHS/article/view/40515> <https://zenodo.org/record/7213477>

The journal has had 40 points in Ministry of Education and Science of Poland parametric evaluation. Annex to the announcement of the Minister of Education and Science of December 21, 2021. No. 32343. Has a Journal's Unique Identifier: 201159. Scientific disciplines assigned: Physical Culture Sciences (Field of Medical sciences and health sciences); Health Sciences (Field of Medical Sciences and Health Sciences). Punkty Ministerialne z 2019 - aktualny rok 40 punktów. Załącznik do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 21 grudnia 2021 r. Lp. 32343. Posiada Unikatowy Identyfikator Czasopisma: 201159. Przypisane dyscypliny naukowe: Nauki o kulturze fizycznej (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu); Nauki o zdrowiu (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu).
© The Authors 2022;
This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Nicolaus Copernicus University in Torun, Poland
Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author (s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non commercial license Share alike. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.
The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.
Received: 15.09.2022. Revised: 10.10.2022. Accepted: 16.10.2022.

Importance and influence of sensorimotor exercises of the knee joint muscles on body stability Znaczenie i wpływ ćwiczeń sensomotorycznych mięśni stawu kolanowego na stabilność ciała

Joanna Siminska, Łukasz Baczyński, Ewa Kitschke, Krystyna Nowacka

Katedra i Klinika Rehabilitacji, Collegium Medicum w Bydgoszczy, UMK w Toruniu

Summary:

Introduction: The concept of proprioception is known as the flow of signals that arise from the proprioceptors that reach the spinal cord, where they can give rise to various reflex responses. In rehabilitation of patients with disturbances within the knee joint, attention should be paid to the great correlation between neuromuscular feedback reactions and proprioception. The correlation between neuromuscular feedback reactions and proprioception is an important factor influencing the maintenance of functional joint stability, regulation of muscle tone, balance and motor coordination.

Aim of the study: The aim of the study is to assess the effect of sensorimotor exercises of the knee joint muscles on body stability. It was assessed whether one-time training could contribute to the improvement of body stability.

Material and methods: 20 patients were subjected to the study. There were 11 women and 9 men among the respondents. To evaluate the improvement results before and after the applied set of sensorimotor exercises, a study on the Easy Tech Libra balance platform was used. A fitting with a radius of 20 cm was used in the tests. The research group was tested on the platform twice. The first test was performed immediately after warming up, and the next test was performed after completing the set of sensorimotor exercises for the knee joint muscles.

Results: One-time sensorimotor training of the muscles of the knee joint has a positive effect on improving the stability of the body. The studies indicated that there was no influence of gender on the obtained results. It is stated that the applied therapy resulted in a greater improvement of the results in people without a knee joint injury.

Conclusions: The applied one-time therapy of sensorimotor training resulted in a greater improvement of the results in patients without injuries of the knee joint. One-time sensorimotor training of the knee joint muscles showed no statistically significant differences with regard to the significance of BMI. One should notice a weak positive correlation, statistically insignificant, showing that the heavier the person, the worse the results were. The study showed that the patients experienced a subjectively large positive effect of the sensorimotor exercises of the knee joint muscles on the body stability.

Key words: sensorimotor exercises, knee joint muscles, body stability

Streszczenie:

Wprowadzenie: Pojęcie propriocepcji znane jest jako przepływ sygnałów, które powstają z proprioceptorów, które docierają do rdzenia kręgowego, gdzie mogą dać początek różnym reakcjom odruchowym. W rehabilitacji pacjentów z zaburzeniami w obrębie stawu kolanowego należy zwrócić uwagę na ogromną współzależność zwrotnych reakcji nerwowo-mięśniowych i propriocepcji. Współzależność zwrotnych reakcji nerwowo-

mięśniowych i propriocepcji jest to ważny czynnik mający wpływ na zachowanie czynnościowej stabilności stawów, regulację napięcia mięśniowego, zachowanie równowagi, a także koordynację ruchową.

Cel pracy: Celem pracy jest ocena wpływu ćwiczeń sensomotorycznych mięśni stawu kolanowego na stabilność ciała. Oceniano czy jednorazowy trening może przyczynić się do poprawy stabilności ciała.

Materiał i metody: Badaniu poddano 20 pacjentów. Wśród badanych było 11 kobiet i 9 mężczyzn. Dla oceny wyników usprawniania przed i po zastosowanym zestawem ćwiczeń sensomotorycznych zastosowano badanie na platformie balansowej Libra firmy Easy Tech. Badaniach wykorzystano kształtkę o promieniu 20cm. Grupę badawczą poddano badaniu na platformie dwa razy. Pierwsze badanie było wykonane od razu po rozgrzewce, a kolejne badanie po skończeniu zestawu ćwiczeń sensomotorycznych mięśni stawu kolanowego.

Wyniki: Jednorazowy trening sensomotoryczny mięśni stawu kolanowego ma pozytywny wpływ na poprawę stabilności ciała. W badaniach wskazano na brak wpływu płci na uzyskane wyniki. Stwierdza się fakt, iż zastosowana terapia spowodowała większą poprawę wyników u osób bez urazu stawu kolanowego.

Wnioski: Zastosowana jednorazowa terapia treningu sensomotorycznego spowodowała większą poprawę wyników u osób bez urazów stawu kolanowego. Jednorazowy trening sensomotoryczny mięśni stawu kolanowego nie wykazywał różnic istotnie statycznych w odniesieniu do znaczenia BMI. Zauważyć należy słabą dodatnią korelację nieistotną statystycznie pokazującą, że im osoba cięższa tym gorsze wyniki uzyskiwała. W badaniu wykazano, że pacjenci odczuli subiektywnie duży wpływ pozytywny ćwiczeń sensomotorycznych mięśni stawu kolanowego na stabilność ciała.

Słowa kluczowe: ćwiczenia sensomotoryczne, mięśnie stawu kolanowego, stabilność ciała

Wstęp: Staw kolanowy jest największym stawem organizmu ludzkiego. Jego budowa i zachowanie w czasie ruchu kończyny wskazuje na jego dobre przystosowanie do pełnionych funkcji. Jednocześnie kształt powierzchni stawowych nie sprzyja stabilności stawu. Zależy ona od silnego a także rozbudowanego aparatu więzadłowego oraz czynności mięśni otaczających staw [1]. Aby z biomechanicznego punktu widzenia staw kolanowy mógł sprawnie działać niezbędne są układ nerwowy sprawujący kontrolę poprzez proprioceptory, które znajdują się w strukturach anatomicznych stawu kolanowego. Główną ich funkcją jest dostarczanie informacji o przestrzennym położeniu wszystkich elementów stawu. Należą do nich kolejno: 1. Narząd wzroku. 2. Narząd równowagi w uchu wewnętrznym, mózdzku oraz innych części układu nerwowego. 3. Priopriocepcja.

Równowaga, stabilność, kontrola i biomechaniczna struktura utrzymania pionowej postawy ciała

Informację płynące do ośrodkowego układu nerwowego pochodzą z receptorów zawartych w trzech poziomach: narządzie przedsionkowym, wzroku oraz stawach, mięśniach i skórze. Sygnały te wykrywane przez mechanoreceptory zostają przetworzone i oddziałują na mięśnie, które są narządem końcowym. Mamy tu do czynienia z szerokim systemem sprzężeń zwrotnych, równowagą kontrolowaną na poziomie rdzenia kręgowego oraz system poznawczy [2]. Prawidłowe funkcje układu równowagi fizycznej uwarunkowane są więc od stałej, przebiegającej bez świadomości integracji trzech zmysłów: czucia głębokiego, wzroku oraz narządu przedsionkowego. Równowaga człowieka to umiejętność utrzymania rzutu środka masy ciała (COMcenter of mass) znajdującego się w okolicy podbrzusza i wyznaczonej przez obrys stóp wewnątrz powierzchni podparcia. Inna definicja określa równowagę jako koordynacyjną zdolność, która umożliwia utrzymanie ciała lub przedmiotu w relatywnie stabilnym położeniu [3]. Równowaga dzieli się na dwie główne składowe: równowaga statyczna i równowaga dynamiczna. Równowaga statyczna jest zdolnością utrzymania ciała w spoczynku przy niewielkim odchyleniu pozycji wyjściowej, przy pomocy wykorzystania pełnej kontroli wzroku lub bez tej kontroli. Ciało, choć w tym przypadku znajdować się będzie w bezruchu, ulega niewielkim wychyleniom. Równowaga dynamiczna to również zdolność utrzymania oraz kontroli ciała, ale warunkująca wykonywanie czynności ruchowych, w których ciało ulega przemieszczeniu w przestrzeni. Następstwem tego są niewielkie wychylenia i poruszanie bez upadku [4].

Ćwiczenia sensomotoryczne

Ćwiczenia sensomotoryczne są to ćwiczenia, których celem jest poprawa koordynacji mięśniowej, zręczności, wytrzymałości oraz kontroli posturalnej [5]. w treningu takim bardzo ważne miejsce zajmują ćwiczenia

funkcjonalne z utrzymaniem stabilności posturalnej. Taki sposób treningu jeszcze bardziej usprawnia procesy integracji w ośrodkowym układzie nerwowym. Stopa, okolica lędźwiowo-miedniczna i szyjny odcinek kręgosłupa to główne punkty działania terapeutycznego [6]. w treningu takim każdy wykonywany ruch podlega świadomej kontroli czuciowej. w trakcie treningu dochodzi do integracji proprioceptorów i eksterceptorów. Ich wzajemne oddziaływanie usprawnia koordynację nerwowo-mięśniową. Eksteroreceptory odpowiedzialne są za planowanie oraz inicjowanie ruchu, a proprioceptory odpowiedzialne są za dostarczenie informacji zwrotnej dotyczącej napięcia mięśni, ich długości czy pozycji w której znajduje się ciało w przestrzeni [7]. Bardzo ważnym jest podczas wykonywania tego typu ćwiczeń, aby zachować koncentrację. Pacjent musi być świadom tego jaką czynność wykonuje i być zaangażowanym w wykonywane zadania ruchowe. Dzięki temu dochodzi do lepszego pobudzenia odpowiedniego pola ruchowego w korze mózgowej. Pozwala to na utrwalenie się wzorca ruchowego. Ćwiczenia wykonuje się głównie w łańcuchach zamkniętych. Należy zaangażować do pracy jak najwięcej mięśni agonistycznych, antagonistycznych oraz synergistycznych. Ciężar ciała spoczywa na częściach dystalnych. Niezbędna jest również prawidłowa asekuracja osób poddanych treningowi, aby wyeliminować ryzyko kontuzji oraz upadku. Aby trening stosowany przez dłuższy czas przynosił oczekiwane efekty niezbędne jest włączenie progresji, czyli zwiększenie obciążenia treningowego dla całego układu sensomotorycznego.

Progresję uzyskujemy przez:

1. Wykonywanie ćwiczeń w łańcuchach zamkniętych.
2. Coraz mniejsza płaszczyzna podparcia dla stóp.
3. Wyłączenie jednego z kluczowych elementów systemu równowagi, np., narządu wzroku.
4. Wprowadzenie niestabilnego podłoża, np., poduszka sensomotoryczna, lub deska równoważna.
5. Przechodzenie z ćwiczeń w pozycjach niskich do ćwiczeń w pozycjach wyższych.
6. Stosowanie coraz większej liczby powtórzeń lub czasu wykonania danego ćwiczenia.
7. Wprowadzenie ruchów głową co jeszcze bardziej stymuluje układ przedsionkowy. [8]

W pracy zadano następujące cele badawcze:

1. Czy jednorazowy trening sensomotoryczny mięśni stawu kolanowego ma wpływ na poprawę stabilności ciała?
2. Czy rodzaj płci ma znaczenie na wyniki badania?
3. Czy BMI ma znaczenie w uzyskanych wynikach?
4. Czy obecność urazu ma wpływ na uzyskane wyniki?
6. Czy poziom aktywności sportowej ma wpływ na wyniki
7. Czy badani odczuwają subiektywną różnicę podczas badania stabilności ciała na platformie balansowej LIBRA firmy Easy Tech?

Materiał i metody: Badaniu poddano 20 pacjentów. Wśród badanych było 11 kobiet i 9 mężczyzn. Do badania stabilności ciała wykorzystałem platformę balansową Libra firmy Easy Tech. Do przeprowadzenia poprawnie badan niezbędne było stanowisko badawcze, na które składało się: platforma balansowa Libra, komputer wraz z oprogramowaniem. Urządzenie posiada profile regulacji wychyleń oraz trzy rodzaje kształtek o promieniu: 20cm, 12cm, 5cm. Badaniach wykorzystano kształtkę o promieniu 20cm. Urządzenie posiada wbudowany detektor, który połączony jest ze specjalną dźwignią, która przylegając bezpośrednio do podłoża pozwala na odczytanie kąтового położenia platformy względem podłoża. (zdjęcie 1) Badaniu poddano grupę 20 osób dwa razy. Pierwsze badanie było wykonane od razu po rozgrzewce, a kolejne badanie po skończeniu zestawu ćwiczeń sensomotorycznych mięśni stawu kolanowego. Urządzenie znajdowało się na podłożu w tym samym miejscu, aby uzyskać jak najlepszą precyzyjność pomiaru. Urządzenie posiada swój własny zakres wychyleń mieszczący się w zakresie od -15 stopni do +15 stopni, a dokładność pomiarowa określona przez producenta do 1 stopnia. Każdy uczestnik badania został dokładnie poinstruowany o sposobie przeprowadzenia badania. Zadaniem badanego było wejście na platformę z gołymi stopami, odpowiednie ich rozmieszczenie, a w dalszej części utrzymanie postawy wyprostowanej i stanie prosto na tyle na ile to możliwe. Platforma była ruchoma w

poziomą powierzchnię czołową. Ułożenie platformy było równoległe, pozycja stojąca, stopień amplitudy wychyleń określono na poziomie 5. Badanie trwało 1 min, bez kontroli wzrokowej. Badani wypełniali również ankietę własnego autorstwa. Pytania ankietowe zostały tak dobrane, aby w jak najlepszy sposób scharakteryzować grupę badawczą, a uzyskane wyniki poddać dalszym porównaniom. Badani zostali poproszeni o wypełnienie ankiety przed rozpoczęciem rozgrzewki i badań. O odpowiedź na ostatnie pytanie zostali poproszeni na końcu badania. Celem ostatniego pytania było sprawdzenie subiektywnych odczuć samych badanych. Badani zostali poddani treningowi sensomotorycznemu, a ćwiczenia poprzedzone były rozgrzewką, której czas wyniósł około 5 minut. Po rozgrzewce badani przystąpili do pierwszego badania stabilności ciała na platformie balansowej Libra, a zaraz po nim do zestawu pięciu ćwiczeń sensomotorycznych mięśni stawu kolanowego. Przed rozpoczęciem tych ćwiczeń bardzo dokładnie badani zostali poinformowani o sposobie przeprowadzenia każdego ćwiczenia oraz ilości powtórzeń.

Wyniki: Pod względem płci w badanej grupie było 11 kobiet (55%) i 9 mężczyzn (45%). Statystyka opisowa uzyskanych wyników pokazuje że zarówno w pierwszym jak i drugim badaniu średnio mężczyźni mieli gorsze rezultaty, ale to wśród mężczyzn są osoby które w największym stopniu poprawiły wynik w 1 badaniu w stosunku do wyniku 2 badaniu. Oceniając BMI badanych w normie było 15 osób (75%), a nadwaga występowała u 5 osób co stanowiło (25%). Zdecydowana większość badanych to osoby o BMI w normie, tylko ¼ osób miało nadwagę. Statystyka opisowa uzyskanych wyników pokazuje że zarówno w pierwszym badaniu osoby które miały współczynnik BMI w normie uzyskiwały bardzo podobne rezultaty jak osoby z nadwagą. Porównanie drugiego wyniku zwraca już różnicę w średnich sięgającą ponad dwa punkty. Można również zauważyć, że to wśród pacjentów z podniesionym BMI uzyskano największe pogorszenie wyniku. Tabela 1 przedstawia analiza statystyczną przeprowadzona testem U Manna Whitneya dla zmiennych z podziałem na BMI nie potwierdza jego wpływu na uzyskane wyniki ani na powstałą zmianę wyników po terapii. Dzięki danym tym można zauważyć że odsetek osób z poprawą i bez poprawy po terapii jest bardzo zbliżony niezależnie od tego czy badane osoby miały nadwagę czy też nie. Biorąc pod uwagę deklarowaną przez badanych aktywność sportową grupie respondentów: rozkład osób nieuprawiających sportu było 5 (25%), uprawiających sport sporadycznie 1 raz w tygodniu było również 5 (25%), sport sporadycznie do 3 razy w tygodniu uprawiało (15%) badanych, a systematycznie aż (35%) badanych. (wykres 1) Zdecydowana większość badanych to ludzie aktywni fizycznie uprawiający sport sporadycznie i systematycznie. Tylko ¼ z badanych deklarowała brak uprawiania aktywności fizycznej. Wśród wszystkich badanych osób zdecydowana większość poczuła subiektywną poprawę skuteczności przeprowadzonych ćwiczeń. Az 13 osób (65%) zadeklarowało umiarkowaną poprawę, 4 osoby z badanych odczuło znaczną różnicę (20%), słabe działanie subiektywne zadeklarowało (5%) czyli 1 osoba. Brak poprawy subiektywnej zgłosiły 2 osoby (10%). Wykres 1 przedstawia uzyskane wyniki przez poszczególnych pacjentów ilustrując poziom różnicy. Największą różnicę zanotowano u pacjenta numer 14 która wyniosła 10,8 (spadek z 21,8 do wyniku 11) i była pozytywną zmianą. Do największych negatywnych zmian, czyli zwiększenia wyniku doszło u pacjenta numer 9 gdzie wynik zamiast spać wzrósł o 3,1 punkty (wzrost z 14,2 do poziomu 17,3).

Analiza statystyczna przeprowadzona testem kolejności par Wilcoxon dla zmiennych zależnych zwróciła wynik istotny statystycznie. Potwierdza to hipotezę mówiącą o pozytywnym jednorazowym wpływie zastosowanej terapii treningu sensomotorycznego mięśni stawu kolanowego. Wśród urazów stawu kolanowego wyróżniłem naciągnięcia (15% całej grupy) oraz stłuczenia (35% całej grupy). Osób bez urazu było 50% co stanowi odpowiednio 10 osób.

Statystyka opisowa uzyskanych wyników pokazuje u osób bez urazu stawu kolanowego średnie wyniki były gorsze. Porównanie wyników z drugiego badania pokazuje już występującą różnicę. Dodatkowo w przedstawionej tabeli 2 można zauważyć że odsetek osób z poprawą i bez poprawy po terapii diametralnie się różni. U aż 9 na 10 osób bez urazu stawu kolanowego wynik się poprawił a tylko u 5 z 10 pacjentów gdzie uraz występował. Można wnioskować z tego, że bardzo prawdopodobna jest potrzeba dłuższej terapii u osób z urazami stawu kolanowego. Propriocepcja w zaburzonym stawie może wymagać dłuższych bodźców i w dłuższym czasie aby pobudzić receptory czucia głębokiego w stawie a przez to poprawić jego funkcję.

Dyskusja: Pojęcie propriocepcji znane jest już od 1906 roku. Zdefiniował je Sherrington jako przepływ sygnałów, które powstają z proprioceptorów, które docierają do rdzenia kręgowego, gdzie mogą dać początek różnym reakcjom odruchowym. Od tamtego czasu nadawano różne znaczenie pojęciu propriocepcji, koncentrując się głównie na świadomym czuciu z proprioceptorów. Zwrócono uwagę na ogromną współzależność zwrotnych reakcji nerwowo-mięśniowych i propriocepcji. Uznano to za ważny czynnik mający wpływ na zachowanie czynnościowej stabilności stawów, regulację napięcia mięśniowego, zachowanie równowagi, a także koordynację ruchową [9,10]. Prawidłowe funkcje układu równowagi fizycznej

uwarunkowane są więc od stałej, przebiegającej bez świadomości integracji trzech zmysłów: czucia głębokiego, wzroku oraz narządu przedsionkowego. Wyniki bardzo wielu najnowszych badań jednoznacznie wskazują, że ćwiczenia wykonywane na niestabilnym podłożu mają ogromny wpływ na poprawę zarówno statycznej jak i dynamicznej równowagi [35]. Potwierdzają to wyniki prezentowanych badań jednoznacznie mówiące o pozytywnym wpływie jednorazowych ćwiczeń sensomotorycznych mięśni stawu kolanowego na stabilność ciała.

Poprawa nastąpiła u 70% pacjentów co stanowi 14 z 20-sto osobowej grupy pacjentów. Średnie uzyskane wyniki w drugim badaniu były mniejsze o 2,7 punktu, a największe zmiany zaszły wśród pacjentów, którzy wcześniej charakteryzowali się największymi wynikami. Warto wskazać, że wynik maksymalny spadł z 22,1 do 17,3. rozpatrywano różnicę uzyskanych wyników ze względu na obecność urazu stawu kolanowego i zauważono, że odsetek osób z poprawą i bez poprawy po terapii diametralnie się różni. U aż 9 na 10 osób bez urazu stawu kolanowego wynik się poprawił a tylko u 5 z 10 pacjentów gdzie wynik występował. Sądzić, można, że to być może wynik tego, że u osób ze schorzeniem stawu kolanowego zaburzenie propriocepcji stawu może wymagać większej ilości ćwiczeń i czasu, aby poprawić funkcję stawu a przez to i stabilność ciała. Korzystny wpływ ćwiczeń na dyskach sensomotorycznych i ćwiczeń na powierzchniach niestabilnych potwierdzają prace innych autorów. W badaniach przeprowadzonych przez Vera-Garcia udokumentowano dodatnią zależność pomiędzy ćwiczeniami na piłce rehabilitacyjnej a pracą mięśni posturalnych oraz kontrolą motoryczną. [11] Stanton R. w swoich badaniach jednoznacznie wskazuje, że systematycznie prowadzone ćwiczenia sensomotoryczne przyczyniają się do poprawy stabilności ciała. [12] Staw kolanowy jako największy staw człowieka jest najbardziej narażony uszkodzenia. Każdy uraz, czy też sumujące się mikrourazy mogą prowadzić do uszkodzenia i zaburzenia funkcji wszystkich jego 71 elementów. Z najważniejszych czynników decydujących o prawidłowej funkcji statycznej i dynamicznej stawu kolanowego jest jego stabilność.

Wnioski:

1. Jednorazowy trening sensomotoryczny mięśni stawu kolanowego ma pozytywny wpływ na poprawę stabilności ciała i jest istotny statystycznie.
2. Nie potwierdzono wpływu płci na uzyskane wyniki.
3. Nie potwierdzono znaczenia BMI na uzyskane wyniki. Zauważono słabą dodatnią korelację nieistotną statystycznie pokazującą, że im osoba cięższa tym gorsze wyniki uzyskiwała.
4. Zastosowana terapia spowodowała większą poprawę wyników u osób bez urazów stawu kolanowego.
5. Poziom wysportowania nie był istotny w porównaniu do wyników.
6. Pacjenci odczuli subiektywnie duży wpływ pozytywny ćwiczeń sensomotorycznych mięśni stawu kolanowego na stabilność ciała.

Referencje:

1. Łukasik P, Widuchowski J, Fallus R, Widuchowski W, Kwiatkowski W, Reszka P. Epidemiologia uszkodzeń więzadła krzyżowego przedniego. Chirurgia kolana, Artoskopia, Traumatologia sportowa 2006;
2. Konturek S., Neurofizjologia Tom IV w: Fizjologia człowieka, Kraków 2013
3. Kasa J., Antropomotoryka - materiały na seminare, Univerzita Komenskeho, Bratislava 2000
4. Błaszczyk J. i wsp., Evaluation of the postural stability in man: movement and posture interaction, Acta Neurobiol. Exp.; 53: 155-166.
5. Ebenbichler G., Kollos S., Bohdansky T., Rehabilitacja po operacjach stawu skokowego i stopy, Reh. Med. 2005; 9(3): 59.
6. Page P., Trening sensomotoryczny, Materiały szkoleniowe z Kongresu Reha 21- 22.09.2002, Kraków AWF;2002: 12.
7. Mętel S., Milert A., Szczygieł A. i(inni), Wpływ 6-miesięcznego treningu sensomotorycznego na sprawność funkcjonalną osób starszych z przewlekłym bólem krzyża, Postępy Rehabilitacji 2010;(3):53.
8. Mętel, A. Milert, A. Szczygieł i(inni), Wpływ 6-miesięcznego treningu sensomotorycznego na sprawność funkcjonalną osób starszych z przewlekłym bólem krzyża, Postępy Rehabilitacji 2010;(3): 51-65.
9. Lephart S. M., Fu F. H., Proprioception and neuromuscular control in joint stability, Human Kinetics, 2000
10. Riva D., P. Trevisson, Il controllo posturale, Sport Med., 2000;4:47-51.
11. Vera-Garcia FJ, Grenier SG, McGill SM. Abdominal muscle response during curl-ups on both stable and labile surfaces. Phys Ther 2000, 80(6): 564-569.
12. Stanton R, Reaburn PR, Humphries B. The effect of shortterm Swiss ball training on core stability and running economy. J Strength Cond Res 2004, 18(3): 522-528.