

Streszczenie w języku polskim

Wstęp. Urazy inwersyjne stawu skokowo-goleniowego są najczęstszymi urazami wśród osób uprawiających sport. Do urazu najczęściej dochodzi podczas lądowania, biegu lub nagłych zmian kierunku ruchu, szczególnie w stanie zmęczenia. Wśród wszystkich urazów stawu skokowo-goleniowego i stopy najczęściej dochodzi do uszkodzenia więzadła skokowo-strzałkowego przedniego. Jest ono głównym stabilizatorem bocznego przedziału stawu skokowego, ogranicza przednie przesunięcie oraz rotację wewnętrzną kości skokowej. Pomimo przebycia urazu bądź urazów inwersyjnych w przeszłości niektórzy pomyślnie wracają do wysokiego poziomu aktywności sportowej, bez występowania uporczywych objawów. W literaturze anglojęzycznej definiowani są jako „copers”, oznaczające radzić sobie, mimo przebytego w przeszłości urazu.

Cel pracy. Celem badania była ocena czasu stabilizacji po lądowaniu (TTS), stabilności statycznej i dynamicznej pod wpływem zmęczenia u osób z przewlekłą niestabilnością stawu skokowo - goleniowego w porównaniu do grupy kontrolnej, osób zdrowych. Celem praktyczny było opracowanie nowej metody służącej do określania czasu stabilizacji po lądowaniu oraz ocena jej skuteczności w różnicowaniu osób zdrowych i z przewlekłą niestabilnością oraz uzyskanie praktycznych wytycznych klinicznych do opracowania programu fizjoterapeutycznego u osób po urazie inwersyjnym stawu skokowo-goleniowego.

Material i metody. W badaniu wzięło udział 60 aktywnych fizycznie osób. Grupa badana ($n = 29$) składała się z osób z przewlekłą niestabilnością stawu skokowego (potwierdzoną badaniem MRI, USG). Grupę tę podzielono na Grupę I z niestabilnością jednostronną ($n = 14$) i Grupę II z niestabilnością obustronną ($n = 15$). Grupa kontrolna ($n = 31$) składała się z osób zdrowych. Przebieg badania obejmował wykonanie 3 pomiarów biomechanicznych, następnie przeprowadzenia szybkiego protokołu zmęczenia Short-Term Fatigue Protocol, po którym następowały ponowne badania biomechaniczne. Badania biomechaniczne obejmowały: trzykrotne lądowanie na jednej nodze na platformie stabilograficznej HUR z podestu o wysokości 30 cm -na podstawie którego obliczano Czas Stabilizacji po lądowaniu (TTS), pomiar stabilografii statycznej z wykorzystaniem platformy HUR oraz pomiar stabilografii dynamicznej z wykorzystaniem platformy Biodex Balance System. Pomiar TTS określano

do wyciszenia amplitudy długości środka parcia stóp na podłoże (COP) do poziomu normalnego stania.

Analiza statystyczna. Analizy wykonano przy użyciu IBM SPSS Statistics 25.0. Analizę wariancji przeprowadzono w schemacie mieszanym (grupa: test I vs test II vs kontrola; pomiar: przed vs po teście wysiłkowym). Poziom istotności wyniósł $\alpha < 0,05$.

Wyniki. Przeprowadzona analiza nie wykazała efektu głównego dla średniej z 3 skoków dla niestabilnej kończyny dolnej, $F(1,43) = 0,08$; $p = 0,784$; $\eta^2 < 0,01$. Nieistotny okazał się także efekt główny dla grupy, $F(2,43) = 0,54$; $p = 0,587$; $\eta^2 = 0,02$ oraz interakcja obu zmiennych: grupy i pomiaru, $F(2,43) = 1,41$; $p = 0,255$; $\eta^2 = 0,06$. Przeprowadzona analiza jakościowa wykazała istotne różnice między grupami dla ocen skoku 1 dla kończyny dolnej niestabilnej. W grupie badanej I odsetek badanych, u których skok był oceniany jako ze znacznym przesunięciem był istotnie większy niż w grupie kontrolnej. W grupie osób z grupy II odsetek skoków niestabilizowanych był istotnie większy niż w kontrolnej. Przeprowadzona analiza nie wykazała efektu głównego dla długości ścieżki COP dla prób z oczami otwartymi, $F(1,48) = 2,41$; $p = 0,127$; $\eta^2 = 0,05$. Istotna natomiast okazała się interakcja obu zmiennych, $F(2,48) = 6,94$; $p = 0,002$; $\eta^2 = 0,22$. Szczegółowa analiza efektów prostych wykazała wzrost poziomu długości ścieżki COP po próbie zmęceniowej w grupie badanej I ($F(1,48) = 12,75$; $p = 0,001$; $\eta^2 = 0,21$). Przeprowadzona analiza wykazała istotny efekt główny dla COP dla prób z oczami zamkniętymi, $F(1,48) = 6,03$; $p = 0,018$; $\eta^2 = 0,11$. Poziom COP dla prób z oczami zamkniętymi przed próbą wysiłkową ($M = 3779,72$; $SE = 217,88$) był istotnie niższy niż po próbie zmęceniowej ($M = 4392,15$; $SE = 271,20$). Wszystkie pozostałe parametry były nieistotne statystycznie.

Wnioski.

1. Występowanie strukturalnej niestabilności stawu skokowo-goleniowego nie jest skorelowane z występowaniem funkcjonalnej niestabilności. Osoby z niestabilnością stawów skokowo-goleniowych „copers” wykazywały dobry poziom funkcjonalny, umożliwiając im uczestnictwo w aktywnościach sportowych.
2. „Copers” charakteryzowali się osłabieniem czucia głębokiego (propriocepcji) w testach stabilografii statycznej i sprawną kontrolą nerwowo-mięśniową w testach TTS i stabilografii dynamicznej.



3. Krótki i intensywny protokół zmęczenia organizmu nie wpłynął na wydłużenie TTS oraz możliwości utrzymania równowagi w warunkach dynamicznych. Osłabieniu uległa możliwość utrzymania równowagi w testach stabilografii statycznej z oczami zamkniętymi.

4. Opracowana metoda pomiaru czasu stabilizacji na podstawie przebiegu środka parcia stóp na podłoże nie różnicowała osób zdrowych i z przewlekłą niestabilnością stawu skokowo-goleniowego.

Na podstawie uzyskanych wyników stworzono program usprawniania po ostrym urazie inwersyjnym realizując cel praktyczny badań.

Słowa kluczowe. Czas stabilizacji, TTS, zmęczenie, propriocepcja, równowaga, kontrola nerwowo-mięśniowa, przewlekła niestabilność stawu skokowego, CAI, boczne skreślenie stawu skokowego, LAS.

Małgorzata Kosińska

Streszczenie w języku angielskim

The impact of fatigue on balance and Time to Stability after landing in people with chronic ankle instability

Background. Ankle inversion injuries are the most common injuries among physically active people practicing sports. Injury most often occurs during landing, running or sudden changes in movement direction, especially under fatigue. Of all the ankle and foot injuries, the most common is the anterior talofibular ligament rupture. It is the main stabilizer of the lateral aspect of joint, limiting the anterior displacement and internal rotation of the talus. Despite having had an injury or inversion trauma in the past, some athletes successfully return to high levels of sporting activities without persistent symptoms. In English-language literature they are defined as „copers” meaning to cope with a past injury.

The aim of the study was to evaluate Time to Stability (TTS) after landing, static and dynamic stability under the influence of fatigue in people with chronic ankle instability compared to the control group, healthy people. The practical goal was to develop a new method for determining Time to Stability (TTS) after landing and to assess its effectiveness in differentiating healthy and chronic instability people and to obtain practical clinical guidelines for the development of a physiotherapeutic program in people after acute inversion injury to the ankle joint.

Material and method. 60 people participated in the study. The study group ($n = 29$) consisted of people with chronic ankle instability (confirmed by MR, USG). This group was divided into Group I participants with unilateral instability ($n = 14$) and Group II participants with bilateral instability ($n = 15$). The control group ($n = 31$) consisted of healthy individuals. The course of the study protocol included the examination of 3 biomechanical measurements, followed by a fatigue protocol based on the Short-Term Fatigue Protocol followed by biomechanical re-examinations. The biomechanical tests included: three-fold one leg landings onto the HUR stabilographic platform from a 30 cm high platform, static stability using the HUR platform and dynamic stability using the Biodex Balance System platform. TTS after



landing was determined by muting the COP trace length amplitude to the level of normal standing.

Statistical analysis. The analyzes were performed with the use of IBM SPSS Statistics 25.0. An analysis of variance was performed in a mixed scheme (group: test I vs test II vs control; measurement: before vs after the fatigue test). The level of significance was $\alpha = 0.05$.

Results. The conducted analysis showed no main effect for the mean of 3 jumps for the unstable lower limb, $F(1.43) = 0.08$; $p = 0.784$; $\eta^2 < 0.01$. The main effect for the group also turned out to be insignificant, $F(2.43) = 0.54$; $p = 0.587$; $\eta^2 = 0.02$ and interaction of both variables: group and measurement, $F(2.43) = 1.41$; $p = 0.255$; $\eta^2 = 0.06$. The performed qualitative analysis showed significant differences between the groups for the 1 stroke scores for the unstable lower limb. In the study group I the percentage of respondents in whom the jump was assessed as with a significant shift was significantly higher than in the control group. In the group of people from group II, the percentage of unstable jumps was significantly higher than in the control group. The performed analysis did not show the main effect for COP trace length for tests with open eyes, $F(1.48) = 2.41$; $p = 0.127$; $\eta^2 = 0.05$. However, the interaction of both variables turned out to be significant, $F(2.48) = 6.94$; $p = 0.002$; $\eta^2 = 0.22$. Detailed analysis of simple effects showed an increase in the COP trace length level after the fatigue test in test group I ($F(1.48) = 12.75$; $p = 0.001$; $\eta^2 = 0.21$). The performed analysis showed a significant main effect for COP trace length Z for tests with eyes closed, $F(1.48) = 6.03$; $p = 0.018$; $\eta^2 = 0.11$. The COP trace length Z level before the stress test ($M = 3779.72$; $SE = 217.88$) was significantly lower than after the fatigue test ($M = 4392.15$; $SE = 271.20$). All other parameters remain irrelevant.

Conclusion.

1. The presence of an ankle structural instability is not correlated with the presence of functional instability. Persons with ankle joint instability, "copers" showed a good functional level, enabling them to participate in sports activities.
2. "Copers" were characterized by impaired deep sensation (proprioception) in static stabilography tests and efficient neuromuscular control in TTS tests and dynamic stabilography.



3. A short and intense fatigue protocol did not affect the extension of the TTS and the ability to maintain balance under dynamic conditions. The ability to maintain equilibrium in static stabilography tests with eyes closed has weakened.

4. The developed method of measuring Time to Stabilization on the basis of the course of the center of pressure did not differentiate between healthy people and those with chronic ankle instability.

On the basis of the obtained results, a physiotherapy program was developed after acute inversion trauma to achieve the practical goal of the research.

Key words. Time to stabilization, TTS, fatigue, proprioception, balance, neuromuscular control, chronic ankle instability, CAI, lateral ankle sprain, LAS.

Małgorzata Kaźmierczak