

Wpływ ograniczenia wyprostu w stawie skokowo-goleniowym na funkcję stawu kolanowego. Badanie pilotażowe

The Effect of Limitation in Ankle Dorsiflexion on Knee Joint Function. A Pilot Study

Krzysztof Dudziński^{1(A,B,C,D,E,F,G)}, Marta Mulsson^{2(A,B,C,D,E,F)}, Anna Cabak^{3(D,E,F)}

¹ Katedra Rehabilitacji AWF Józefa Piłsudskiego, Warszawa, Polska

² Andre Zagozda Laboratory, Warszawa, Polska

³ Katedra Fizjoterapii AWF Józefa Piłsudskiego, Warszawa, Polska

¹ Department of Rehabilitation, Józef Piłsudski University of Physical Education, Warsaw, Poland

² Andre Zagozda Laboratory, Warsaw, Poland

³ Department of Physiotherapy, Józef Piłsudski University of Physical Education, Warsaw, Poland

STRESZCZENIE

Wstęp. Jednym z możliwych powikłań po złamaniach w obrębie stawu skokowego górnego jest ograniczenie jego wyprostu. Taka dysfunkcja odpowiednio do wielkości ograniczenia może wpływać znacząco na chód. Ograniczenie ruchu podudzia względem stopy do przodu (wyprost w stawie skokowo-goleniowym) podczas chodu w fazie podparcia może powodować m.in. przeprost stawu kolanowego. Długość wyroku kończyną przeciwną jest skrócona i bardzo utrudnione jest schodzenie ze schodów krokiem naprzemiennym. Celem pracy było zbadanie związku pomiędzy zakresem ruchu wyprostu w stawie skokowo-goleniowym a zakresem wyprostu (przeprost) w stawie kolanowym.

Materiał i metody. Grupę badaną stanowiło 17 osób po złamaniu w obrębie stawu skokowo-goleniowego leczonych zachowawczo lub operacyjnie. U badanych wykonano goniometryczne pomiary zakresu ruchu wyprostu w stawie skokowo-goleniowym i kolanowym, dokonano porównania pomiędzy kończyną po urazie a kończyną zdrową. Do analizy wyników zastosowano metody nieparametryczne (test kolejności par Wilcoxon).

Wyniki. U wszystkich badanych osób występowało ograniczenie zakresu wyprostu w stawie skokowo-goleniowym po stronie złamania, który wynosił średnio 4,4° (w zdrowej kończynie 16,0°). Różnica pomiędzy tymi zmiennymi była istotna statystycznie ($p < 0,001$). Jednocześnie stwierdzono istotnie większy ($p < 0,001$) zakres przeprostu stawu kolanowego po stronie urazu - średnio 5,0° (zdrowa 1,9°).

Wnioski. 1. Pourazowe ograniczenie wyprostu w stawie skokowo-goleniowym może powodować przeciążenia stawu kolanowego. 2. U pacjentów z pourazowymi dysfunkcjami ruchomości stawu skokowo-goleniowego, w celu zapobiegania wtórnym zmianom narządu ruchu, należy przeprowadzać badania czynnościowe stawu kolanowego podczas chodu.

Słowa kluczowe: staw skokowo-goleniowy, złamania, chód, kompensacja

SUMMARY

Background. A restriction in ankle dorsiflexion is a common complication of ankle fractures. This kind of dysfunction, if severe, can significantly influence gait. A restriction in ankle dorsiflexion (forward movement of the shin relative to the foot) can cause, among others, hyperextension of the knee during the stance phase. The length of leading leg step is shortened and alternant walk downstairs is very difficult. The aim of this study was to examine the correlation between the range of dorsiflexion in the ankle joint and the range of extension (hyperextension) in the knee joint.

Material and methods. The study enrolled 17 patients after ankle joint fractures treated conservatively or surgically. The extension ranges of motion in the ankle and knee joints were assessed by goniometry to compare these values in injured vs. healthy limbs. Non-parametric methods (the Wilcoxon signed-rank test) were used for the analysis.

Results. The results showed limitation in ankle dorsiflexion in the fractured limb, which amounted to 4.40 vs. 16.00 in healthy limbs in all patients. This difference was statistically significant ($p < 0.001$). There was also a significantly ($p < 0.001$) greater range of knee hyperextension on the side of injury (5.00 vs. 1.90 in healthy limbs).

Conclusions. 1. Post-traumatic restriction of ankle dorsiflexion can cause knee joint overload. 2. Examinations of knee function during walking should be carried out in patients with trauma-related dysfunctions of the ankle joint in order to prevent secondary musculoskeletal abnormalities.

Key words: ankle joint, fractures, gait, compensation

WSTĘP

Złamania w obrębie stawu skokowo-goleniowego są jednymi z najczęściej występujących urazów kończyny dolnej [1,2]. Stosowaną klasyfikacją, związaną z rozległością urazu jest podział na złamania jedno-, dwu- i trójkostkowe [3,4]. Terapia polega na zastosowaniu leczenia zachowawczego lub operacyjnego, a następnie wprowadzeniu fizjoterapii [4-6]. Niestety, w ok. jednej trzeciej przypadków wyniki leczenia są niezadowolające lub złe [2,7-10]. Jednym z najczęstszych, także późniejszych powikłań, jest ograniczenie zakresu ruchu w tym stawie [11,12]. Biorąc pod uwagę to, że chód jest podstawową funkcją kończyny dolnej, zdecydowanie bardziej negatywne konsekwencje ma ograniczenie wyprostu, aniżeli zgięcia. Ma to związek z tym, że ruch wyprostu zachodzi w głównej części fazy podporu, kończąc się w momencie oderwania pięty od podłoża [13,14]. Jest to tzw. faza Mid Stance, w której zachodzi tzw. „ankle rocker” [13]. Dzięki temu ruchowi zachodzi przemieszczenie środka ciężkości ciała do przodu względem podłoża. Jego maksymalny zakres w momencie odrywania pięty od podłoża wynosi wg różnych autorów 10-15° [13,14]. Jest on zależny m.in. od długości wyroku kończyną przeciwną. Fizjologicznie pełen zakres wyprostu wynosi 15-25°, a zgięcia 45-55° [15,16]. Ruch zgięcia zachodzi podczas wybicia na końcu fazy obciążenia (Pre-Swing) – od momentu oderwania pięty do oderwania palucha, gdzie obserwuje się jego największe wartości – ok. 20° [14, 13]. Ograniczenie tego ruchu będzie ograniczało możliwość wybicia, które w chodzie naturalnym nie jest zazwyczaj wyraźnie zaznaczone, a podczas wolnego chodzenia praktycznie nie występuje. Zależy to także od „stylu” chodzenia. Czasem obserwuje się, zwłaszcza u nastoletnich chłopców, chodzenie z charakterystycznym podnoszeniem się na palce – jakby wybiciem na kończynie zakroczonej.

Powstawanie ograniczenia ruchomości po złamaniach w obrębie stawu skokowego górnego zależy m.in. od tego jak szybko po urazie był rozpoczęty proces fizjoterapii. To natomiast jest związane z metodą leczenia złamania – operacyjną lub zachowawczą. Jedną z zasad usprawniania jest możliwie wcześnie uruchamianie stawu skokowo-goleniowego. Metody operacyjne dają możliwość szybszego wprowadzenia fizjoterapii, przy takim postępowaniu istnieje także mniejsze ryzyko powstawania wtórnych zmian zwyrodnieniowych. Oczywiście istnieją także wskazania do leczenia operacyjnego lub zachowawczego, zależne głównie od rodzaju obrażenia i w oparciu o to podejmowany jest odpowiedni sposób leczenia [3,4,17,18].

BACKGROUND

Ankle joint fractures rank among the most common lower extremity injuries [1,2]. Based on the extent of an injury, ankle fractures are classified into single malleolar, bimalleolar, and trimalleolar fractures [3,4]. Treatment is either conservative or surgical and is followed by physiotherapy [4-6]. Unfortunately, unsatisfactory or bad outcomes occur in approximately one-third of patients [2,7-10]. Limitation in the range of motion in the ankle is one of the most common complications and may occur late [11,12]. As gait is the primary function of the lower extremity, a restriction of ankle dorsiflexion produces significantly more serious consequences than limitation in ankle plantar flexion. This is associated with the fact that the dorsiflexion occurs during the main part of the stance phase and lasts until the heel rises from the ground [13,14]. This phase is referred to as mid-stance, in which the so-called "ankle rocker" occurs [13]. Owing to this movement, the centre of gravity shifts forwards relative to the ground. According to different authors, its maximum range as the heel rises from the ground is 10-15° [13,14] and depends, among others, on the contralateral limb step length. Physiologically, the full range of dorsiflexion is 15-25°, and that of plantar flexion is 45-55° [15,16]. Plantar flexion occurs during the toe-off at the end of the stance phase (pre-swing), i.e. from the lifting of the heel off the ground and to the lifting of the hallux, when it reaches its highest value (approximately 20°) [14,13]. A restriction of this movement limits the toe-off, which is usually not distinctly marked during natural gait and practically does not occur during slow gait. This also depends on one's "walking style". A characteristic rising up on the toes (as if with a toe-off phase on the trail leg) is sometimes observed, particularly in young boys.

Motion limitation after ankle fractures depends, among others, on how fast physiotherapy is commenced after the injury. This, in turn, is associated with whether the treatment was surgical or conservative. Possibly early ankle joint mobilisation is a salient principle of rehabilitation. Surgical methods are associated with the possibility of introducing physiotherapy earlier and they also reduce the risk of secondary degenerative changes. Obviously, existing indications for either operative or conservative treatment depend mainly on the type of injury and it is on this basis that an appropriate method is selected [3,4,17,18].

A lower extremity dysfunction automatically induces compensation for abnormalities during gait that leads to overload of other segments of the musculoskeletal system to a greater or lesser extent [19].

Dysfunkcja kończyn dolnych wyzwała automatycznie podczas chodu sposoby kompensacyjnego wyrównania zaburzeń, które w większym lub mniejszym stopniu prowadzą do przeciążenia innych odcinków układu ruchu [19]. Stosunkowo niewielkiego stopnia ograniczenie wyprost w stawie skokowo-goleniowym (o ok. 10-15°) w fazie podparcia może powodować kompensację w postaci przeprostu stawu kolanowego. Innymi lub współistniejącymi kompensacjami może być płasko-koślawe ustawienie stopy lub nadmierne zgięcie w stawie biodrowym, manifestujące się pochylaniem tułowia do przodu, związane z pozostawianiem miednicy po stronie dysfunkcyjnej z tyłu [13,20]. Wszystkie te kompensacje występują w fazie podporu, kiedy kończyna z ograniczeniem wyprost znajduje się w zakroku. Każdy z tych odruchowych, nieprawidłowych rodzajów kompensacji może powodować przeciążenie odpowiednich odcinków układu ruchu: utrwalac przeprost stawu kolanowego, utrwalac stopę płasko-koślawą, a w następstwie prowadzić do koślawości palucha oraz przeciążac kręgosłup, głównie w odcinku lędźwiowym. Z kolei te przeciążenia mogą wyzwalac następane patologiczne mechanizmy. Prawidłową kompensacją zewnętrzną będzie zastosowanie podwyższenia pod piętę (niewielkiego obcasa), oczywiście po obydwu stronach [19,21]. Należy zaznaczyć, że nie chodzi tu o duże ograniczenie ruchu wyprost. W przypadku mocno zaznaczonej tzw. stopy końskiej, w której istnieje deficyt wyprost rzędu np. 50° (do pozycji pośredniej 30°), taka osoba będzie zmuszona chodzic na palcach. Praktycznie nie ma możliwości obciążenia pięty w takiej sytuacji. Tego rodzaju dysfunkcja wymusza chód na ugiętych kolanach, co bardzo mocno może je przeciążac ze względu na nadmierną pracę prostowników stawu kolanowego, a zwłaszcza m. czworogłowego uda. Jak widać, jest to inny sposób kompensacji niż w tym pierwszym przypadku.

Sytuacje, w których występuje ograniczenie wyprost w stawie skokowo-goleniowym połączone z przeprostem stawu kolanowego, poza przypadkami ortopedycznymi, można obserwowac w dysfunkcjach neurologicznych. Dość szeroko jest to opisywane w przypadku chodu osób z mózgowym porażeniem [22-24]. Innym przykładem wskazującym na powiązanie ograniczenia wyprost w stawie skokowo-goleniowym z kinematyką kończyny dolnej, w tym szczególnie ze stawem kolanowym podczas wykonywania przysiadów jest praca Macruma i wsp. [25]. Autorzy doszukują się w niej przeciążenia stawu rzepkowo-udowego, a nie przeprostu stawu kolanowego.

Celem pracy była próba obiektywnej oceny związku pomiędzy zakresem wyprost (przeprostu) w stawie kolanowym a zakresem ruchu wyprost w stawie

A relatively mild restriction of ankle dorsiflexion (of about 10-15°) during the stance phase may be compensated for by hyperextension of the knee. Other or coexisting compensatory patterns may involve flat-valgus foot or hip hyperflexion manifesting as forward trunk inclination, associated with trailing of the pelvis on the dysfunctional side [13,20]. All these compensations occur during the stance phase, when the extremity with restricted extension is in the back-step. Each of these involuntary, abnormal types of compensation may cause overload of particular parts of the musculoskeletal system, consolidating hyperextension of the knee and flat-valgus foot, and this subsequently may lead to hallux valgus and spine overload, particularly of the lumbar segment. This overload may induce further pathological mechanisms. Elevating the heel (a low shoe heel), naturally on both sides, constitutes normal external compensation [19,21]. Importantly, the limitation of the extension is not supposed to be large. Persons with marked so-called talipes equinus with an extension deficit of, for example, 50° (30° to the intermediate position) are forced to walk on their toes. Heel loading is virtually impossible in such cases. This kind of dysfunction forces knee-flexion gait, which may seriously strain the knees due to overwork of the knee extensors, particularly the quadriceps muscle of thigh. This kind of compensation differs from the one described earlier.

A combination of a restriction of ankle dorsiflexion and hyperextension of the knee may also be observed, apart from orthopaedic patients, in neurological dysfunctions. This has been rather widely described with respect to gait patterns of persons with cerebral palsy [22-24]. Macrum et al. show another example of a correlation between a limitation in ankle dorsiflexion and lower extremity kinematics, including particularly the knee joint during a squat [25]. The authors believe that this is due to the overload of the patellofemoral joint rather than hyperextension of the knee.

The aim of this study was to objectively assess the correlation between the range of extension (hyperextension) in the knee joint and the range of ankle joint dorsiflexion in patients after ankle joint fractures.

skokowo-goleniowym u pacjentów po złamaniach tego stawu.

MATERIAŁ I METODY

Grupę badaną stanowiło 17 pacjentów po złamaniu w obrębie stawu skokowo-goleniowego (trójkostkowym – 12 osób i dwukostkowym – 5 osób), leczonych zachowawczo (8 osób) lub operacyjnie (9). Wszyscy byli pacjentami Przychodni Rehabilitacyjnej Szpitala Bielańskiego w Warszawie. W grupie tej znalazło się 8 mężczyzn i 9 kobiet w wieku od 32 do 78 lat (średnia 53 lat). Czas od urazu wynosił średnio 8 miesięcy, u wszystkich stwierdzono zrost kostny. Duża rozpiętość wieku pacjentów wynikała z tego, że w czasie prowadzenia badań takie właśnie były hospitalizowane. Wszyscy badani wyrazili dobrowolnie zgodę na badania.

Badanie pacjentów składało się z wywiadu oraz badania klinicznego, w ramach którego przede wszystkim wykonywano pomiar biernego zakresu ruchu wyprostowania w stawie skokowo-goleniowym i kolanowym. Pomiar za pomocą goniometru opierał się na obowiązującej metodzie i zapisie zaproponowanym przez Zembatego [15]. Zakres ruchu w stawie skokowo-goleniowym mierzono zarówno przy stawie kolanowym wyprostowanym, jak i zgiętym (do 90°) m.in. w celu określenia, co jest główną przyczyną ewentualnego ograniczenia – przykurcz mięśnia (brzuchatego łydki), czy torebki stawowej lub ewentualnie mięśnia płaszczkowatego. Rozróżnienie to potwierdzano także badaniem jakości oporu końcowego. W celach porównawczych pomiary wykonywano na kończynie po złamaniu oraz przeciwnej/zdrowej. Dodatkowo wykonywano badanie stabilności stawu kolanowego w kierunku boczno-przyśrodkowym i przednio-tylnym. Na koniec dokonywano wzrokowej oceny chodu, zwracając szczególną uwagę na występowanie przeprostu stawu kolanowego, kiedy kończyna po stronie złamania pozostawała w zakroku. W celu wyraźniejszego zaznaczenia ewentualnego występowania tego objawu, prosiło się pacjenta, aby szedł długim krokiem. U pacjentów, u których stwierdzono przeprost stawu kolanowego dodatkowo obserwowano chód z zastosowaniem obcasa pod piętę o wysokości dobranej zależnie od wielkości ograniczenia ruchu wyprostowania stopy i pytano o zmiany odczuć podczas chodzenia.

Metody obliczeń statystycznych

Ze względu na odstępstwa rozkładów niektórych analizowanych zmiennych od rozkładu normalnego (test Shapiro-Wilka) oraz na niewielką liczbę badanych, w analizach wyników zastosowano metody nie-

MATERIAL AND METHODS

The study enrolled 17 patients after ankle joint fractures (12 patients after trimalleolar fractures and 5 patients after bimalleolar fractures) treated conservatively (8 patients) or surgically (9 patients). All patients attended the Rehabilitation Outpatient Clinic of the Bielański Hospital in Warsaw. The group included 8 men and 9 women aged between 32 and 78 years (mean: 53 years). The mean time since injury was 8 months and bone union had been achieved in all patients. The large age span of the patients resulted from the fact that these particular persons were hospitalized during the time span of the study. All patients gave their voluntary consent to participate in the study.

The patients gave their medical histories and underwent a physical examination that most importantly involved measurement of the passive range of motion in the ankle and knee joints. The measurement was conducted with a goniometer in accordance with the current methodology and recording recommendations described by Zembaty [15]. The range of motion in the ankle was measured with the knee extended and flexed (to 90°) in order to determine, among others, the main cause of a possible restriction (contracture of the gastrocnemius muscle or joint capsule, or, alternatively, of the soleus muscle), which was also confirmed by the examination of end-range resistance. For comparison, the measurements were performed in the injured and healthy limbs. Lateromedial and anteroposterior stability of the knee was additionally assessed. Finally, gait was inspected visually, paying special attention to the presence of hyperextension in the knee joint when the injured limb was in the back-step. The patients were asked to walk with long steps in order to see this sign more clearly. In the patients with hyperextension in the knee joint, the examination additionally involved observing gait with an elevated heel (the height of the elevation depended on the extent of restriction of ankle dorsiflexion). The patients were asked whether they felt any difference as they walked.

Statistical design

Due to deviations of the distributions of certain study parameters from the normal distribution (the Shapiro-Wilk test) and due to a small sample size, non-parametric methods recommended for smaller

parametryczne, rekomendowane dla prób o małej liczności [26]. Dlatego też, różnice pomiędzy zakresem ruchu kończyny zdrowej i po urazie oceniono za pomocą testu kolejności par Wilcoxon. W ocenie istotności efektów przyjęto poziom istotności $\alpha=0,05$.

WYNIKI

U wszystkich badanych zakres wyprost stawu skokowo-goleniowego był mniejszy po stronie złamania. U 5 osób różnica ta była stosunkowo niewielka (2-5°), u pozostałych dość znaczna (10-20°), natomiast zakres wyprost (przeprost) stawu kolanowego po stronie urazu był większy u 14 osób, a tylko u 3 taki sam.

W Tabeli 1 podano statystykę opisową badanych zmiennych, natomiast w Tabeli 2 analizę istotności różnic między badanymi cechami.

Wykazano, że zakres wyprost stawu skokowo-goleniowego, mierzony przy stawie kolanowym wyprostowanym, w kończynie po złamaniu był istotnie mniejszy od zakresu w zdrowej kończynie ($p<0,001$) (Tab. 2). Stwierdzono także istotną różnicę w zakresie ruchu wyprost w stawie skokowo-goleniowym (po stronie złamania) w zależności od ustawienia stawu kolanowego. Przy stawie kolanowym zgiętym był on większy niż przy wyprostowanym ($p<0,05$) (Tab. 2).

Oдноśnie stawów kolanowych stwierdzono, że średnio po stronie zdrowej istniało 1,9° przeprost, równocześnie po stronie urazu zakres przeprost był większy i wynosił średnio 5,0° (Tab. 1). Różnica ta jest istotna statystycznie ($p<0,001$) (Tab. 2).

Przeprost stawu kolanowego obserwowany był również podczas chodu pacjentów jako jedna z możliwych kompensacji, występował on u większości badanych. Przykład został zilustrowany na Ryc. 1.

samples were used for the analysis [26]. The differences in the ranges of motion in the healthy vs. injured limbs were therefore assessed with the Wilcoxon signed-rank test. The significance level was established at 0.05.

RESULTS

The range of ankle dorsiflexion in the fractured limb was limited in all study participants. The difference was relatively subtle (2-5°) in 5 patients and quite significant (10-20°) in the remaining participants. However, the range of (hyper)extension in the knee joint in the fractured limb was greater in 14 persons and only in 3 patients it was the same.

Table 1 shows the descriptive statistics of the study parameters and Table 2 shows the analysis of significance of differences between the study parameters.

The range of dorsiflexion in the ankle joint of the fractured limb measured with the knee extended was significantly lower compared to the healthy limb ($p<0.001$) (Table 2). There was also a significant difference in the range of dorsiflexion in the ankle joint (side of fracture) depending on the knee position. The range of motion was greater with the knee flexed vs. extended ($p<0.05$) (Table 2).

Mean knee hyperextension was 1.90 on the healthy side and was greater on the side of injury, amounting to approximately 5.00 (Table 1). This difference was statistically significant ($p<0.001$) (Table 2).

A knee hyperextension was also observed in most patients during walking as one of possible compensations. See Fig. 1 for a sample knee hyperextension.

Tab. 1. Statystyka opisowa wartości pomiarów zakresów ruchu w stawie skokowo-goleniowym i kolanowym po stronie zdrowej i po stronie złamania

Tab. 1. The range of motion in the ankle and knee on the healthy side and on the side of fracture – descriptive statistics

pomiar/measurement [°]	N ważnych/no. of valid measurements	średnia/mean	Min	Max	SD
1	17	16.0	8	20	4.1
2	17	4.4	-8	16	7.2
3	17	5.6	-8	18	7.5
4	17	1.9	0	8	2.7
5	17	5.0	0	11	2.4

1 – WS ZDR – wyprost stawu skokowo-goleniowego po str. zdrowej/ADF HS – ankle dorsiflexion, healthy side

2 – WS CH – wyprost stawu skokowo-goleniowego po str. chorej/ADF IS – ankle dorsiflexion, side of injury

3 – WS CH ZK – wyprost stawu skokowo-goleniowego po str. chorej przy zgiętym stawie kolanowym/

ADF IS KF – ankle dorsiflexion with knee flexion, side of injury

4 – WK ZDR - wyprost (przeprost) stawu kolanowego po str. zdrowej/KE HS – (hyper)extension of the knee, healthy side

5 – WK CH - wyprost (przeprost) stawu kolanowego po str. chorej/KE IS – (hyper)extension of the knee, side of injury

Tab. 2 Analiza różnic pomiędzy zakresami ruchu w kończynie zdrowej i chorej (test kolejności par Wilcoxon)

Tab. 2. Analysis of differences in the ranges of motion in the healthy vs. injured limbs (Wilcoxon signed-rank test)

	T	Z	p
1 & 2	.000	3.621	.000
2 & 3	.000	2.201	0.027
4 & 5	.000	3.295	.000

1 – WS ZDR – wyprost stawu skokowo-goleniowego po str. zdrowej/ADF HS – ankle dorsiflexion, healthy side

2 – WS CH – wyprost stawu skokowo-goleniowego po str. chorej/ADF IS – ankle dorsiflexion, side of injury

3 – WS CH ZK – wyprost stawu skokowo-goleniowego po str. chorej przy zgiętym stawie kolanowym/
ADF IS KF – ankle dorsiflexion with knee flexion, side of injury

4 – WK ZDR – wyprost (przeprost) stawu kolanowego po str. zdrowej/KE HS – (hyper)extension of the knee, healthy side

5 – WK CH – wyprost (przeprost) stawu kolanowego po str. chorej/KE IS – (hyper)extension of the knee, side of injury



Ryc. 1. Widoczny brak zgięcia stawu kolanowego kończyny w zakroku podczas chodu u osoby z ograniczeniem wyprost stopy po złamaniu w obrębie stawu skokowo-goleniowego lewego

Fig. 1. The lack of knee flexion of the trail limb during walking can be seen in a patient with a restriction of ankle dorsiflexion after a left ankle fracture

DYSKUSJA

Uzyskane wyniki wskazują na powiązanie pomiędzy ograniczeniem zakresu ruchu wyprost w stawie skokowo-goleniowym i występowaniem przeprost w stawie kolanowym. Zakres wyprost w stawie skokowo-goleniowym kończyny po złamaniu był istotnie mniejszy, a przeprost stawu kolanowego istotnie większy w porównaniu z zakresami kończyny zdrowej. Wyniki te trudno jest odnieść i porównać z danymi z piśmiennictwa. Wynika to z tego, że autorzy nie znaleźli w dostępnej literaturze polskiej i zagranicznej (bazy ScienceDirect i EBSCO – w tym m.in. MEDLINE/PubMed, SCI-Ex/ICM, SCOPUS/Elsevier, SPORTDiscus) doniesień, w których badano powiązanie pomiędzy zakresem ruchu wyprost w stawie skokowo-goleniowym a zakresem wyprost (przepro-

DISCUSSION

The study results show a correlation between limitation of the range of dorsiflexion in the ankle joint and hyperextension of the ipsilateral knee joint. The range of ankle dorsiflexion was significantly lower and knee hyperextension was significantly greater in the fractured limb as compared to the healthy limb. These results are difficult to compare with literature data as the present authors were not able to find papers reporting on the correlation between the ranges of ankle dorsiflexion and knee (hyper) extension in patients after ankle fractures in the available Polish and world literature (ScienceDirect and EBSCO databases, including MEDLINE/PubMed, SCI-Ex/ICM, SCOPUS/Elsevier, and SPORTDiscus).

stu) w stawie kolanowym u osób po złamaniach w obrębie stawu skokowo-goleniowego.

Obserwując chód badanych osób można było zauważyć różne sposoby kompensacji. Dotyczyło to fazy Mid Stance, która jak wiadomo trwa od momentu zetknięcia się całej stopy z podłożem do momentu oderwania pięty (za Perry tzw. *ankle rocker*) [13]. Najczęściej dochodziło do „spychania” stawu kolanowego do tyłu (przeprustu). Na Ryc. 1 pokazano ujęcie z filmu wykonanego u jednej z badanych osób, obrazujące omawiane zjawisko. W tym momencie chodu staw kolanowy kończyny zakroczonej powinien być już nieznacznie ugięty.

Czasem towarzyszyło temu również cofnięcie miednicy po stronie urazu połączone z pochyleniem tułowia do przodu oraz ustawianie kończyny zrotowanej na zewnątrz. To ostatnie można zaobserwować również na Ryc. 1. Nasilenie takiego sposobu kompensacji uwidacznia się wyraźnie podczas chodzenia dłuższym krokiem. Ograniczenie ruchomości, a zwłaszcza wyprost, w stawie skokowym górnym może prowadzić do zaburzeń chodu oraz przeciążeń w wyżej położonych odcinkach kończyny dolnej. Prawidłową kompensacją w takich przypadkach jest zastosowanie obcasa (podwyższenia pod piętę), który pozwala na ustawienie podudzia względem podłoża pod większym kątem. W praktyce powinno się stosować taki obcas obustronnie w celu zachowania równej długości kończyn dolnych i poziomego ustawienia miednicy.

Niektóre wyniki z badania klinicznego i z obserwacji chodu były subiektywnie potwierdzane przez same osoby badane. Gdy zapytano, jakie odczuwają dysfunkcje podczas chodzenia, badani odpowiadali: „kuleję”, „kolano ucieka do tyłu”, „ciężko chodzić po schodach” (podczas schodzenia po schodach krokiem naprzemiennym potrzebny jest znaczny zakres ruchu wyprost w stopie zakroczonej, łatwiej w tej sytuacji jest schodzić bokiem lub krokiem dostawnym). Tak więc pacjenci w pewnym stopniu zdawali sobie sprawę z tego, że dzieje się coś nieprawidłowego, ale nie wiedzieli jak sobie z tym radzić. Tu na uwagę zasługuje jedna z pacjentek. Zauważyła, że podczas chodu dochodzi do nadmiernego, powodującego dyskomfort, wyprost kolana i postanowiła sama zaopatrzyć się w stabilizator na staw kolanowy. Podczas jego stosowania nie odczuwała już takiego przeciążenia w kolanie, natomiast kompensacji dokonała przez płasko-koślawe ustawienie stopy oraz koślawienie znacznego stopnia stawu kolanowego. Wynik badania stabilności stawu kolanowego po stronie urazu wykazał wyraźną niestabilność boczno-przysrodkową. Wymuszanie przeprustu stawu kolanowego może także prowadzić do zmian w aparacie

The study group demonstrated various methods of compensation during walking. They were observed in the midstance phase, which begins when the entire foot touches the ground and lasts until the heel lifts (the so-called ankle rocker as defined by Perry) [13]. The knee was most often "pushed back" (knee hyperextension). Fig. 1 shows a film shot of one of the study participants that illustrates this condition. At this stage of gait, the knee joint of the trail limb is supposed to be slightly flexed.

Knee hyperextension was sometimes accompanied by a posterior dislocation of the hip on the side of injury, forward trunk inclination, and external rotation of the limb. The latter can be also seen in Fig. 1. Increased compensation of this kind was clearly seen during walking with long steps. Limitation of motion (dorsiflexion in particular) in the ankle joint may cause gait disturbances and overload of the superior lower extremity. Elevating the heel to increase the angle between the crus and the ground is a normal compensation in such cases. Shoe heels should be used bilaterally in order to maintain equal length of the lower extremities and a horizontal position of the pelvis.

Certain findings of the physical examination and gait observation were subjectively confirmed by the study participants. When asked to describe the gait dysfunctions they experienced, the patients would say: "I limp", "my knee goes backwards", and "it's difficult to walk the stairs" (a significant range of dorsiflexion in the trail foot is necessary to walk down stairs with the alternate step and thus it is easier to go down sideways or by sidestepping). Thus, the patients were somewhat aware of the fact that there was something wrong but did not know what to do about it. One patient deserves particular attention. She noticed an excessive and uncomfortable knee extension during walking and decided to wear a knee support. With the knee support, she did not feel that much knee joint overload and compensation occurred through flat-valgus foot and a severely valgus knee. An examination of knee joint stability on the side of injury demonstrated significant lateromedial instability. Forced hyperextension of the knee joint may also lead to changes in the knee ligament system. As previously mentioned, the physical examination included a knee joint stability test that revealed anteroposterior instability of the knee joint on the side of injury in several patients.

It needs to be mentioned that increased knee hyperextension was found in some patients in which the range of ankle dorsiflexion was no longer significantly limited. One patient with a normal range of ankle dorsiflexion on the side of injury demonstrated an established pattern of compensation for the knee

więzadłowym. Jak już wspomniano, podczas badania klinicznego wykonywano również testy na stabilność stawu kolanowego. W efekcie u kilku osób stwierdzono niestabilność przednio-tylną w stawie kolanowym po stronie urazu.

Należy nadmienić, że u części osób, u których zakres wyprost w stawie skokowo-goleniowym nie był już wyraźnie ograniczony, stwierdzono zwiększony przeprost stawu kolanowego. U jednej z osób, u której zakres zgięcia stawu skokowo-goleniowego po stronie urazu był prawidłowy, zaobserwowano podczas chodu utrwalone zjawisko kompensacji przeprostu w stawie kolanowym. Być może na wcześniejszym etapie usprawniania osoba miała ograniczenie wyprost w stawie skokowo-goleniowym, które zostało zniwelowane. W tym czasie mogło jednak dojść do przeciążenia kolana podczas chodzenia i do utrwalenia się nieprawidłowego stereotypu chodu. Nie można jednak wykluczyć, że utrwalony przeprost wynikał z innych czynników.

Złamanie w obrębie stawu skokowo-goleniowego może także powodować powstawanie zmian zwyrodnieniowych. Jeśli są one umiejscowione w jego przednim przedziale to omawiany ruch wyprost stopy pod obciążeniem może być oczywiście bolesny (ruchu ślizgu w kierunku brzuszny kości piszczelowej i strzałkowej względem bloczka kości skokowej). Dlatego chory nie dopuszczając do ruchu w bolesnym zakresie będzie kompensował jego brak w taki sam sposób jak już zostało to opisane.

Istnieje rozbieżność co do opinii, jakie leczenie, zachowawcze czy operacyjne, wpływa na późniejsze większe ograniczenie sprawności. Część autorów stwierdza, że mniejsze ograniczenie sprawności (aktywności) występuje po leczeniu zachowawczym, inni, że po leczeniu operacyjnym [2,12,27,28,29]. Autorzy jednego z ostatnio opublikowanych badań stwierdzają, że dąży się do tego, aby złamania w obrębie stawu skokowego górnego leczyć głównie operacyjnie [30]. Przeanalizowali oni 9 innych publikacji i stwierdzili, że szybsze wprowadzenie mobilizacji tego stawu pozwala na szybszy powrót do aktywności i szybciej przywraca zakresy ruchów w stawie skokowo-goleniowym. Wcześniejsze włączenie fizjoterapii po urazie zmniejsza ryzyko powstawania zmian zwyrodnieniowych w ww. stawie.

Przywrócenie prawidłowego zakresu ruchomości w stawie skokowym zależy także od tego jak prowadzona jest fizjoterapia. Tu ważne jest aby sprecyzować, jaka tkanka ogranicza ruch (mięśnie, torebka, zmiany chrzęstno-kostne), gdyż również od tego zależy rodzaj prowadzonej terapii (relaksacja poizometryczna, mobilizacja stawu itd.) [20,6]. Można się tu wspomóc badaniem długości mięśni wielostawowych,

hyperextension during walking. The limitation in ankle dorsiflexion in this patient might have been present – and reduced – in early rehabilitation. However, the knee might have been overloaded during walking at that time and the abnormal gait pattern became established. Still, it cannot be excluded that the established hyperextension had resulted from other factors.

Ankle fractures may also cause degenerative changes. If these are located in the anterior compartment, weight-bearing dorsiflexion may obviously be painful (a slide motion of the tibia and fibula towards the abdomen relative to the trochlea of the talus). Therefore an injured person avoids the painful motion and compensates for it in the way described above.

Opinions differ as to whether it is conservative or operative treatment that is subsequently associated with greater functional limitation. According to some authors, lower less functional (activity) limitation occurs in patients treated conservatively and others believe that the opposite is true [2,12,27,28,29]. A recent study claims that there has been a tendency to manage ankle fractures surgically [30]. Its authors analysed 9 other publications and found that earlier mobilisation of this joint allows for more rapid recovery of function and faster restoration of the range of motion in the ankle joint. Early rehabilitation lowers the risk of degenerative changes in the ankle joint.

The restoration of the normal range of motion in the ankle joint also depends on physiotherapy methods. It is important to determine which tissue is limiting motion (muscles, capsule, osteochondral changes), since this also influences the choice of therapy (post-isometric relaxation, joint mobilisation, etc.) [6,20]. Examination of the length of multi-articular muscles (mainly the triceps muscle of calf) might be of help. It consists in measuring the range of ankle dorsiflexion with the knee flexed and extended. Examination of joint play and end-range resistance is also useful. In the study group of patients with fractures, no significant difference was found between the ranges of ankle dorsiflexion with the knee flexed and extended. This shows that a calf muscle contraction may be excluded among these patients.

This was a pilot study, with a small study group. Undoubtedly, it would be advisable to carry out subgroup analyses with regard to the period of immobilisation, time of commencement and duration of rehabilitation, the presence of complications, and age. Carrying out more studies of the same would certainly be of value. However, the study results seem to be a good illustration of the study problem.

głównie m. trójgłowego łydki, polegającym na sprawdzeniu zakresu wyprostu w stawie skokowym górnym przy stawie kolanowym zgiętym i wyprostowanym. Pomocne będzie także badanie gry stawowej i oporu końcowego. W badanej grupie pacjentów po przebytych złamaniach nie stwierdzono istotnej różnicy pomiędzy zakresem ruchu w stawie skokowo-goleniowym przy stawie kolanowym wyprostowanym i zgiętym. Świadczy to o tym, że w tych przypadkach można wykluczyć przykurcz mięśnia brzuchatego łydki.

Badania miały charakter pilotażowy, stąd mała liczebność badanej grupy. Niewątpliwie celowe byłoby także pogrupowanie badanych osób ze względu na czas unieruchomienia, czas rozpoczęcia i czas samego usprawniania, występowanie ewentualnych powikłań czy wiek. Na pewno wartościowe będzie kontynuowanie badań w tym kierunku. Wydaje się jednak, że otrzymane wyniki dobrze obrazują badane zjawisko.

WNIOSKI

1. Pourazowe ograniczenie wyprostu w stawie skokowo-goleniowym może powodować przeciążenia stawu kolanowego.
2. U pacjentów z pourazowymi dysfunkcjami ruchomości stawu skokowo-goleniowego, w celu zapobiegania wtórnym zmianom narządu ruchu, należy przeprowadzać badania czynnościowe stawu kolanowego podczas chodu.

CONCLUSIONS

1. Post-traumatic restriction of ankle dorsiflexion can cause knee joint overload.
2. Examinations of knee function during walking should be carried out in patients with trauma-related dysfunctions of the ankle joint in order to prevent secondary musculoskeletal abnormalities.

PIŚMIENNICTWO / REFERENCES

1. Fong DT, Hong Y, Chan LK, Yung PS, Chan KM. A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. *Sports Med* 2007;37(1):73-94.
2. Lash N, Horne G, Fielden J, Devane P. Ankle fractures: functional and lifestyle outcomes at 2 years. *ANZ J Surg* 2002;72(10):724-30.
3. Donatto KC. Ankle fractures and syndesmosis injuries. *Orthop Clin North Am* 2001;32(1):79-90.
4. Michelson, JD. Current concepts review. Fractures about the ankle. *J. Bone and Joint Surg* 1995; 77-A: 142-152.
5. Lin CW, Moseley AM, Refshauge KM. Rehabilitation for ankle fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2008;16(3):CD005595.
6. Ebenbichler G, Bochdansky T, Kollos S. Rehabilitacja po operacjach stawu skokowego i stopy. *Rehabilitacja medyczna* 2005; 9/3: 56-64.
7. Olerud C., Molander H. A Scoring Scale for Symptom Evaluation after Ankle Fracture. *Archives of orthopaedic and traumatic surgery* 1984; 103(3):p 190-194.
8. Ponzer S, Näsell H, Bergman B, Törnkvist H. Functional outcome and quality of life in patients with Type B ankle fractures: a two-year follow-up study. *J Orthop Trauma* 1999;13(5):363-8.
9. Lin CW, Moseley AM, Refshauge KM. Effects of rehabilitation after ankle fracture: a Cochrane systematic review. *Eur J Phys Rehabil Med* 2009;45(3):431-41.
10. Lin CW, Moseley AM, Refshauge KM, Bundy AC. The lower extremity functional scale has good clinimetric properties in people with ankle fracture. *Phys Ther* 2009;89(6):580-8.
11. Lin CW, Moseley AM, Herbert RD, Refshauge KM. Pain and dorsiflexion range of motion predict short- and medium-term activity limitation in people receiving physiotherapy intervention after ankle fracture: an observational study. *Aust J Physiother* 2009;55(1):31-7.
12. Hancock MJ, Herbert RD, Stewart M. Prediction of outcome after ankle fracture. *J Orthop Sports Phys Ther* 2005;35(12):786-92.
13. Perry J. *Gait Analysis: Normal and Pathological Function*. SLACK Incorporated; 1992.
14. Zembaty A, red. *Kinezyterapia*. Tom 2. Kraków: Wydawnictwo Kasper; 2003.
15. Zembaty A, red. *Kinezyterapia*. Tom 1. Kraków: Wydawnictwo Kasper; 2002

16. Oatis CA. Kinesiology: The Mechanics and Pathomechanics of Human Movement. II wyd. Lippincott Williams & Wilkins; 2009.
17. Gaździk TS. Ortopedia i traumatologia. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL; 2009.
18. Niedźwiedzki T, Kubicz-Chachurska M. Urazy stopy i ich leczenie. Część I: złamania kości stopy. Rehabilitacja medyczna 2003;7/4:9-21.
19. Seyfried A, Dudziński K. Analiza chodu patologicznego w przebiegu reumatoidalnego zapalenia stawów. Rehabilitacja Medyczna 2002;6/1:45-51.
20. Seyfried A, Dudziński K. Badanie funkcjonalne narządu ruchu. W: Kwolek A, red. Rehabilitacja Medyczna. Tom II. Wrocław: Wydawnictwo Medyczne Urban&Partner; 2003. Str. 131-155.
21. Seyfried A, Dudziński K. Stopa reumatoidalna. Rehabilitacja Medyczna 2000; 4/1:39-42.
22. Simon SR, Deutsch SD, Nuzzo RM i wsp. Genu recurvatum in spastic cerebral palsy. Report on findings by gait analysis. J Bone Joint Surg Am 1978;60(7):882-94.
23. Sutherland DH, Davids JR. Common gait abnormalities of the knee in cerebral palsy. Clin Orthop Relat Res 1993;(288):139-47.
24. Baddar A, Granata K, Damiano DL, Carmines DV, Blanco JS, Abel MF. Ankle and knee coupling in patients with spastic diplegia: effects of gastrocnemius-soleus lengthening. J Bone Joint Surg Am 2002;84-A(5):736-44.
25. Macrum E, Bell DR, Boling M, Lewek M, Padua D. Effect of limiting ankle-dorsiflexion range of motion on lower extremity kinematics and muscle-activation patterns during a squat. J Sport Rehabil 2012;21(2):144-50.
26. Stanisław A. Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem STATISTICA PL na przykładach z medycyny. Tom II. StatSoft, Kraków, 2006.
27. Rowley DI, Norris SH, Duckworth T. A prospective trial comparing operative and manipulative treatment of ankle fractures. J Bone Joint Surg Br 1986 Aug;68(4):610-3.
28. Makwana NK, Bhowal B, Harper WM, Hui AW. Conservative versus operative treatment for displaced ankle fractures in patients over 55 years of age. A prospective, randomised study. J Bone Joint Surg Br 2001 May;83(4):525-9.
29. Phillips WA, Schwartz HS, Keller CS i wsp. A prospective, randomized study of the management of severe ankle fractures. J Bone Joint Surg Am 1985 Jan;67(1):67-78.
30. Thomas G, Whalley H, Modi C. Early mobilization of operatively fixed ankle fractures: a systematic review. Foot and Ankle International 2009; 30(7): 666-674.

Liczba słów/Word count: 5794

Tabele/Tables: 2

Ryciny/Figures: 1

Piśmiennictwo/References: 30

Adres do korespondencji / Address for correspondence

Dr Krzysztof Dudziński

Katedra Rehabilitacji AWF Józefa Piłsudskiego

00-968 Warszawa, ul. Marymoncka 34, tel./fax: (22) 834-11-88, e-mail: krzysztof.dudzinski@awf.edu.pl

Otrzymano / Received

14.11.2012 r.

Zaakceptowano / Accepted

08.04.2013 r.