

Ocena Efektów Pooperacyjnej Fizjoterapii po Całkowitym Zerwaniu Ścięgna Achillesa

Streszczenie:

Wprowadzenie:

Analiza przeglądu literatury skłania do wniosku, że nie ma jednoznacznej odpowiedzi na pytanie, jaki jest wpływ prowadzonej i nadzorowanej przez fizjoterapeutę pooperacyjnej fizjoterapii (SVPh) według jednego protokołu terapeutycznego po operacyjnym szyciu całkowitego zerwania ścięgna Achillesa metodą na otwarto, na powrót funkcji stawu skokowego i sprawności fizycznej leczonych pacjentów. Ponadto mamy mało publikacji, które definiowałyby w ujęciu naukowym pojęcie prowadzonej i nadzorowanej fizjoterapii przez fizjoterapeutę z uwzględnieniem opisanego szczegółowego protokołu, czasu potrzebnego na przeprowadzenie jednej nadzorowanej terapii, czy liczby przeprowadzonych przez fizjoterapeutę terapii bezpośrednio z pacjentem, ich tygodniową częstotliwość w poszczególnych etapach pooperacyjnej fizjoterapii. Nadal nie mamy jednoznacznej odpowiedzi na pytanie, czy intensywność aplikowanych ćwiczeń leczniczych, poziom trudności ćwiczeń, dobór obciążeń, mogą mieć wpływ na: wynik badania ortopedycznego, poziom bólu, poziom powrotu funkcji ścięgna Achillesa i stawu skokowego, lokomocji, czy też sprawności fizycznej całego ciała u pacjentów po operacyjnym szyciu ścięgna Achillesa metodą (SSAT) na otwarto.

Celem głównym rozprawy doktorskiej, na którą składa się cykl 4 monotematycznych publikacji naukowych była: ocena efektów pooperacyjnej fizjoterapii u pacjentów po szyciu ścięgna Achillesa.

W rozprawie przedstawiono cztery cele szczegółowe i dwie hipotezy badawcze:

Cele szczegółowe:

1. Ocena wpływu 15-tygodniowej pooperacyjnej fizjoterapii na dwupłaszczyznową ruchomość stawów skokowych, chód i poziom bólu u pacjentów po szyciu ścięgna Achillesa.
2. Ocena efektywności 38. wizyt nadzorowanej pooperacyjnej fizjoterapii prowadzonej pomiędzy 1. a 20. tygodniem po szyciu ścięgna Achillesa na wartości parametrów kinematycznych i czasowo-przestrzennych chodu mierzonych pomiędzy 10. a 20. tygodniem po operacji.
3. Ocena i analiza wpływu 47. wizyt nadzorowanej pooperacyjnej fizjoterapii z 1,7



częstotliwością wizyt w tygodniu przeprowadzanych przez 28. tygodni po szyciu ścięgna Achillesa metodą Kessler'a na wartości maksymalnego napięcia izometrycznego i maksymalnych szczytowych momentów sił podczas testu izokinetycznego dla mięśni zginających podeszwowo i grzbietowo stopę.

- Hipoteza: Większa liczba wizyt, ich wyższa częstotliwość i intensywność prowadzonej i nadzorowanej pooperacyjnej fizjoterapii, koreluje z uzyskaniem wyższych wartości maksymalnych momentów sił uzyskanych w warunkach maksymalnego napięcia izometrycznego i maksymalnych szczytowych momentów sił uzyskanych podczas testu izokinetycznego dla mięśni zginających podeszwowo stopę.
4. Ocena efektywności i korelacji pomiędzy średnią liczbą 42. wizyt nadzorowanej pooperacyjnej fizjoterapii, a wartością składowej pionowej siły reakcji podłoża podczas skoków obunóż i jedenonóż, 6. miesięcy po szyciu ścięgna Achillesa metodą Kessler'a.
- Hipoteza: Przeprowadzenie sześciu miesięcy nadzorowanej pooperacyjnej fizjoterapii z większą liczbą wizyt u pacjentów po szyciu ścięgna Achillesa metodą Kessler'a, koreluje z uzyskaniem wyższych wartości składowej pionowej siły reakcji podłoża podczas skoków obunóż i jedenonóż.

Publikacja pierwsza: Grupa I (n=40) mężczyźni po SSAT, którym przeprowadzono 15-tygodniową SVPh. Grupa II- kontrolna (n=40). W obydwu grupach przeprowadzono pomiar zakresów ruchu supinacji, pronacji, zgięcia grzbietowego i podeszwowego stóp. Zmierzono wartości obwodów stawów skokowych i podudzi. Oceniono powrót samodzielnego chodu na dystansie 10 metrów, wynik testu Thomsona i ból w skali VAS.

W Grupie I badania przeprowadzono w 5. i 20. tygodniu po SSAT.

Wyniki: W Grupie I, po przeprowadzeniu 15-tygodniowej SVPh odnotowano przywrócenie samodzielnego chodu, istotną poprawę wszystkich wartości mierzonych zakresów ruchu (od $p \leq 0.001$ do $p = 0.001$), zmniejszenie wartości obwodów stawów skokowych po stronie operowanej ($p = 0.002$) i brak bólu. Międzygrupowa analiza porównawcza wykazała utrzymujące się istotnie niższe wartości supinacji i zgięcia podeszwowego stóp po stronie operowanego ścięgna Achillesa ($p = 0.001$).

Wnioski: Przeprowadzenie 15. tygodni SVPh istotnie poprawiło u pacjentów po SSAT dwupłaszczyznową ruchomość stawów skokowych i pozwoliło przywrócić samodzielny chód przy braku bólu u pacjentów po SSAT.

Publikacja druga: Grupa I, mężczyźni po przeprowadzonym SSAT (n=22). Grupa II- kontrolna (n=22). W obydwu grupach przeprowadzono rejestrację, pomiar i analizę wartości:



długości kroku pojedynczego (cm), długości kroku podwójnego (cm), szerokości kroku (cm), fazy podporu (%), fazy wymachu (%), podwójnego podparcia (%), prędkości chodu (m/s) oraz częstotliwości kroczenia (krok/min), wykorzystując w tym celu system 3D BTS Smart.

Wyniki: W Grupie I pomiędzy 10. a 20. tygodniem po SSAT odnotowano istotną statystycznie poprawę wszystkich badanych wartości parametrów chodu (od $p \leq 0.001$ do 0.013). Korelacja Pearsona wykazała, że większa liczba nadzorowanych pooperacyjnych wizyt fizjoterapii w pierwszych 10. tygodniach po SSAT pozytywnie korelowała i istotnie poprawiała wartości parametrów biomechanicznych chodu (od $r = -0.475$ do $r = 0.581$; od $p = 0.046$ do $p = 0.005$). Test Tukey'a wykazał, że Grupa I uzyskała istotnie niższe wartości długości kroku podwójnego, fazy wymachu, prędkości kroku, w porównaniu do Grupy II. Mężczyźni w obydwu grupach pokonali dystans 4 km bez bólu i obrzęku ścięgien Achillesa

Wnioski: Przeprowadzenie 38. wizyt SVPh istotnie poprawiło wartości wszystkich analizowanych parametrów kinematycznych i czasowo-przestrzennych chodu u pacjentów 20. tygodni po SSAT, które w większości były zbliżone do strony nieoperowanej i wyników grupy kontrolnej.

Publikacja trzecia: Grupa I, 20 mężczyzn ($x=47$. wizyt) po SSAT, którzy uczestniczyli w pooperacyjnej SVPh. Grupę I podzielono na podgrupy: z większą liczbą wizyt, ich wyższą częstotliwością, większą intensywnością ćwiczeń podczas prowadzonej i nadzorowanej pooperacyjnej fizjoterapii (SPHNVs $x=72$) oraz z mniejszą liczbą wizyt, ich mniejszą częstotliwością i intensywnością ćwiczeń prowadzonej nadzorowanej pooperacyjnej fizjoterapii (SPLNVs $x=33$). Grupa II ($n=20$) kontrolna. W obu grupach przeprowadzono pomiary wartości IT i PT dla FPFM znormalizowanych względem masy ciała badanego (odpowiednio RIT i RPT) oraz obliczono wskaźnik symetrii kończyn (LSI).

Wyniki: w Grupie I, wartości RIT dla FPFM były istotnie statystycznie niższe dla kończyny operowanej dla kątów -15° , 0° , 15° , 30° ($p \leq 0.001$). Wyższa liczba nadzorowanych wizyt korelowała z wyższymi wartościami RIT i ich LSI dla FPFM kończyny operowanej (od $r = 0,444$; $p = 0,05$ do $r = 0,585$; $p = 0.007$). Podgrupa SPHNVs uzyskała wyższy wskaźnik LSI dla FPFM wartości RIT dla kątów -15° i RPT $180^\circ/s$ i $30^\circ/s$ ($p = 0.022$ to $p = 0.05$) w porównaniu do grupy SPLNVs.

Wnioski: Przeprowadzenie średnio 47. wizyt SVPh w ciągu 28. tygodni po SSAT, nie pozwoliło w pełni przywrócić wartości RIT i RPT dla FPFM strony operowanej, do wyników grupy kontrolnej.

Potwierdzono hipotezę, że przeprowadzenie większej liczby wizyt, wyższej częstotliwości



i intensywności SVPh u pacjentów po SSAT pozytywnie korelowało i skutkowało uzyskaniem wyższych wartości RIT i RPT w porównaniu do pacjentów po SSAT z mniejszą liczbą wizyt SVPh.

Publikacja czwarta: Grupa I, badani (n=23) po szyciu AT, u których przeprowadzono SVPh (x=42 wizyt). Grupa II- kontrolna (n=23). Grupę I podzielono na dwie podgrupy, IA z większą i IB z mniejszą liczbą wizyt SVPh (odpowiednio x=67 i x=31,5). W badanych grupach zmierzono wartości składowej pionowej sił reakcji podłoża (vGRF) podczas skoków obunóż (BLH) i jednoonóż (SLH) przy użyciu dwóch platform MTD Balance. Wartości vGRF zostały znormalizowane względem masy ciała badanego, następnie obliczono LSI.

Wyniki: w Grupie I odnotowano istotnie niższe wartości vGRF podczas BLH i SLH dla kończyny operowanej i niższe wartości ich LSI w porównaniu do prawej i lewej kończyny Grupy II ($p \leq 0.001$). Wyższa liczba wizyt SVPh korelowała z wyższymi wartościami vGRF dla kończyn operowanych podczas BLH ($r=0.503$; $p=0.014$) i SLH ($r=0.505$; $p=0.014$).

W podgrupie IA uzyskano wyższe wartości vGRF podczas BLH i SLH w porównaniu do podgrupy IB.

Wnioski: Średnia 42. wizyt SVPh przeprowadzonej w ciągu 6 miesięcy po SSAT była niewystarczająca, by uzyskać zbliżone wartości vGRF i ich LSI podczas BLH i SLH do wyników grupy kontrolnej.

Potwierdzono hipotezę że przeprowadzenie większej liczby wizyt SVPh korelowało z wyższymi i bardziej symetrycznymi wartościami vGRF badanych Podgrupy IA podczas BLH i SLH w porównaniu do Podgrupy IB.

Wniosek końcowy:

Zastosowanie nadzorowanej pooperacyjnej fizjoterapii po SSAT poprawiło wszystkie wartości zakresów ruchomości stawów skokowych i ich obwodów oraz obwodów podudzi, wartości parametrów kinematycznych i czasowo-przestrzennych chodu. Wyższa liczba wizyt SVPh, ich wyższa częstotliwość, oraz większa intensywność ćwiczeń pozwoliła uzyskać symetryczne wartości: parametrów kinematycznych i czasowo-przestrzennych chodu, IT i PT dla FPFM oraz vGRF dla BLH i SLH.



Słowa kluczowe:

Ścięgno Achillesa, analiza czasowo- przestrzenna i kinematyczna chodu, mięsień brzuchaty łydki, uraz, operacja, fizjoterapia, siły reakcji podłoża, moment siły, test izokinetyczny, napięcie izometryczne.



Evaluation of the Effects of Postoperative Physiotherapy after Total Rupture of the Achilles Tendon

Abstract:

Introduction:

Literature review analysis induces the conclusion that there is no unequivocal answer to the question, what is the impact of the conducted by physiotherapist-supervised postoperative physiotherapy (SVPh) according to one therapeutic protocol after surgical suturing of a complete rupture of the Achilles tendon by means of the open method, for the return of ankle joint function and physical fitness condition of treated patients.

In addition, we have few publications which would scientifically define the concept of conducted and supervised physiotherapy by a physiotherapist taking into account the described detailed protocol, the time needed to carry out one physiotherapy, or the number of therapies conducted with the patient directly by the physiotherapist, and also their weekly frequency in particular stages of postoperative physiotherapy.

We still do not have a clear answer to the question of whether the intensity of the applied therapeutic exercises, the level of difficulty of the exercises, and the choice of loads, can affect: the result of the orthopedic examination, the level of pain, the level of recovery of the Achilles tendon and ankle function, locomotion or physical fitness of patients' whole body after surgical Achilles tendon suturing (SSAT) with the use of an open method.

The main objective of the doctoral dissertation, which consists of a series of 4 monothematic scientific publications, was: the assessment of the effects of patients' postoperative physiotherapy after surgical Achilles tendon suturing.

The dissertation presents four specific objectives and two research hypotheses:

The detailed goals:

1. Evaluation of the impact of 15-week postoperative physiotherapy on biplane ankle mobility, gait, and pain level in patients after Achilles tendon suturing.
2. Evaluation of the effectiveness of 38 visits of supervised postoperative physiotherapy conducted between 1 and 20 weeks after Achilles tendon suturing on



the values of kinematic and spatiotemporal gait parameters measured between 10 and 20 weeks after surgery.

3. Evaluation and analysis of the influence of 47 visits of supervised postoperative physiotherapy with 1.7 frequency of visits per week that were conducted for 28 weeks after the Achilles tendon suturing applying Kessler's method on the values of maximum isometric tension and maximum peak moment of force during the isokinetic's test for plantar and dorsiflexing muscles of the foot.
- Hypothesis: A greater number of visits, their higher frequency, and intensity of conducted and supervised post-operative physiotherapy correlate with obtaining higher values of maximum moments of forces obtained under conditions of maximum isometric tension and maximum peak moments of forces obtained during the isokinetic test for plantar foot flexion muscles.
4. Evaluation of the effectiveness and correlation between the average number of 42 visits of supervised postoperative physiotherapy and the value of the vertical component of the ground reaction force during both and one leg jumps, 6 months after the Achilles tendon suturing using Kessler's method.
- Hypothesis: Conducting six months of supervised post-operative physiotherapy with more visits to patients after the Achilles tendon suturing applying Kessler's method correlates with obtaining higher values of the vertical component of the ground reaction forces during jumping with two legs and one leg.

First publication: Group I (n=40) men after SSAT who underwent a 15-week SVPh. II-control group (n=40). In both groups, measurements of the ranges of supination, pronation, dorsiflexion, and plantar flexion of the feet were conducted. Also, an assessment of the circumferences of the ankles and lower legs was conducted. The return of independent walking over a distance of 10 meters, Thomson's test result, and VAS pain was assessed. In Group I, the examinations were performed at 5 and 20 weeks after SSAT.

Results: In Group I, after a 15-week SVPh, independent gait was restored, a significant improvement in all measured ranges of motion (from $p \leq 0.001$ to $p = 0.001$), a decrease of value in ankle circumferences on the operated side ($p = 0.002$) and no pain. Intergroup comparative analysis showed significantly lower values of supination and plantar flexion of the feet on the side of the operated Achilles tendon ($p = 0.001$).



Conclusions: Conducting a 15-week SVPh significantly improved in patients after SSAT two-plane mobility of the ankle joints and allowed them to restore independent gait in the absence of pain in patients after SSAT.

Second publication: Group I, men after conducting SSAT (n=22). II-control group (n=22). In both groups, registration was performed, and measurement and analysis of the values of single step length (cm), double step length (cm), step width (cm), stance phase (%), swing phase (%), double support (%), gait (m/s) and walking frequency (step/min), using the 3D BTS Smart system for this purpose.

Results: In Group I, between 10 and 20 weeks after SSAT, a statistically significant improvement was observed in all tested values of gait parameters (from $p \leq 0.001$ to 0.013). Pearson's correlation showed that a greater number of supervised postoperative physiotherapy visits in the first 10 weeks after the SSAT positively correlated and significantly improved the biomechanical parameters of gait (from $r = -0.475$ to $r = 0.581$; from $p = 0.046$ to $p = 0.005$).

Tukey's test showed that Group I obtained significantly lower values of double stride length, swing phase, and stride speed compared to Group II. Men in both groups covered the distance of 4 km without pain and swelling of the Achilles's tendons

Conclusions: Conducting 38 SVPh visits significantly improved the values of all analyzed kinematic and spatiotemporal gait parameters in patients 20 weeks after SSAT, which were most similar to the unoperated side and the results of the control group.

Third publication: Group I, 20 men (x=47 visits) after SSAT who attended postoperative SVPh. Group I was divided into subgroups: with more visits, their higher frequency, and greater exercise intensity during conducted and supervised postoperative physiotherapy (SPHNVs x=72), and with fewer visits, their lower frequency and exercise intensity of supervised postoperative physiotherapy (SPLNVs x= 33).

Group II (n=20) control. In both groups, IT and PT values were measured for FPFM normalized according to the subject's body weight (RIT and RPT, respectively), and the limb symmetry index (LSI) was calculated.

Results: In Group I, the RIT values for FPFM were statistically significantly lower for the limb operated at -15° , 0° , 15° , and 30° ($p \leq 0.001$). A higher number of supervised visits correlated with higher values of RITs and their LSI for FPFM of the operated limb (from $r = 0.444$; $p = 0.05$ to $r = 0.585$; $p = 0.007$). The SPHNVs subgroup obtained a higher LSI for FPFM



of RIT values at -15° and RPT $180^\circ/s$ and $30^\circ/s$ ($p=0.022$ to $p=0.05$) compared to the SPLNVs group.

Conclusions: Conducting an average of 47 SVPh visits within 28 weeks after SSAT did not allow for fully restoring the RIT and RPT values for FPFM of the operated side to the results of the control group.

The hypothesis was confirmed that carrying out more SVPh visits their higher frequency, and intensity in patients after SSAT positively correlated and resulted in achieving higher RIT and RPT values compared to patients after SSAT with fewer SVPh visits.

Fourth publication: Group I, subjects ($n=23$) after AT surgical suturing, who underwent SVPh ($x=42$ visits). Group II-control group ($n=23$). Group I was divided into two subgroups, IA with more and IB with fewer SVPh visits ($x=67$ and $x=31.5$, respectively).

In the studied groups, the values of the vertical component of the ground reaction forces (vGRF) during two-leg jumps (BLH) and one leg jumps (SLH) were measured using two MTD Balance platforms. The vGRF values were normalized to the subject's body weight, then the LSI was calculated.

Results: Group I significantly lower vGRF values were noticed during BLH and SLH for the operated limb and lower LSI values compared to the right and left limbs in Group II ($p \leq 0.001$). A higher number of SVPh visits correlated with higher vGRF values for limbs operated on during BLH ($r=0.503$; $p=0.014$) and SLH ($r=0.505$; $p=0.014$). In the IA subgroup, higher vGRF values were obtained during BLH and SLH in comparison with the IB subgroup.

Conclusions: The average of 42 SVPh visits conducted within 6 months after SSAT was insufficient in order to obtain similar values of vGRF and their LSI during BLH and SLH to the results of the control group. The hypothesis was confirmed that carrying out more SVPh visits correlated with higher and more symmetrical vGRF values of the examined subjects of Subgroup I A during BLH and SLH compared to Subgroup IB.

Final conclusion:

The use of supervised postoperative physiotherapy after SSAT improved all the values of the ranges of mobility of the ankle joints and their circumferences as well as the circumference of the lower legs, the values of kinematic and time-space parameters of gait. A higher number of SVPh visits, their higher frequency, and greater exercise intensity allowed us to obtain symmetrical values of kinematic and spatiotemporal parameters of gait, IT, and PT for FPFM and vGRF for BLH and SLH.



Keywords:

Achilles Tendon, spatiotemporal and kinematics analysis of walking, gastrocnemius muscle, trauma, surgery, physiotherapy, vertical ground reaction forces, torque, isokinetic test, isometric tension.