

<sup>1</sup>Wojciech Fibiger <sup>(A,B,C,D,E,F)</sup>, <sup>2</sup>Anna Starowicz <sup>(C,D)</sup>, <sup>3</sup>Radosław T. Kukielka <sup>(A,D)</sup>

<sup>1</sup> Podhalańska Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Nowym Targu

<sup>2</sup> Krakowskie Centrum Rehabilitacji

<sup>3</sup> Centrum Ortopedyczno-Rehabilitacyjne ARTROMED

Kierownik: dr n. med. Radosław T. Kukielka

**Artykuł oryginalny**

## **TERAPIA SYGNAŁEM PULSACYJNYM PST WE WCZESNEJ REHABILITACJI PACJENTÓW PO REKONSTRUKCJI WIĘZADŁA KRZYŻOWEGO PRZEDNIEGO**

**Słowa kluczowe:** pole magnetyczne, PST, więzadło krzyżowe przednie, rekonstrukcja, rehabilitacja

**Key words:** magnetic field, PST, anterior cruciate ligament, reconstruction, rehabilitation

Dr n. med. Wojciech Fibiger  
Centrum Ortopedyczno-Rehabilitacyjne ARTROMED  
30-059 Kraków Reymonta 22  
Tel: 12 / 623-01-48  
E-mail: fibigerw@artromed.pl

Proszę o tłumaczenie przez Tłumacza współpracującego z Redakcją

## STRESZCZENIE

**Wstęp.** Celem badania była ocena zastosowanego programu rehabilitacji a w szczególności porównanie skuteczności działania i wpływu terapii sygnałem pulsacyjnym PST i zmiennego pola magnetycznego niskiej częstotliwości na dolegliwości bólowe, obrzęk, zakres ruchów w stawie kolanowym u pacjentów w pierwszym miesiącu prowadzenia leczenia rehabilitacyjnego po artroskopowej rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego ze ścięgien mięśnia półścięgnistego i smukłego.

**Material i metody.** W badaniu wzięły udział 43 osoby po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego, które losowo podzielono na dwie grupy. W obu badanych grupach zastosowano ten sam 2 tygodniowy program rehabilitacji (ćwiczenia, krioterapia, stabilizator, kule łokciowe), przy czym w grupie 1 zastosowano w leczeniu terapię sygnałem pulsacyjnym PST, w grupie 2 zmiennie standardowe pole magnetyczne generowane przez aplikator cewkowy. Obie grupy rozpoczynały rehabilitację pomiędzy 10 a 14 dobą po zabiegu.

Przed rozpoczęciem rehabilitacji i po 2 tygodniowym jej trwaniu oceniono dolegliwości bólowe za pomocą skali VAS, obrzęk tkanek miękkich mierząc różnicę obwodów stawów kolanowych oraz zakres ruchów zgięcia i wyprostu operowanego stawu kolanowego.

**Wyniki.** W obu badanych grupach po 2 tygodniowym okresie leczenia usprawniającego uzyskano zmniejszenie dolegliwości bólowych, zmniejszenie obrzęku oraz zwiększenie zakresu ruchu zgięcia i wyprostu operowanego stawu kolanowego. Jednak w grupie 1 gdzie zastosowano terapię sygnałem pulsacyjnym PST uzyskano istotną statystycznie większą poprawę w porównaniu z grupą kontrolną w zakresie zmniejszenia dolegliwości bólowych, zmniejszenia różnicy obwodu kolana (zmniejszenie obrzęku).

**Wnioski.** Terapia sygnałem pulsacyjnym PST w porównaniu ze zmiennym polem magnetycznym zastosowana we wczesnym okresie rehabilitacji po artroskopowej rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego silniej działa przeciwbólowo i przeciwobrzękowo.

## WSTĘP

W ostatnich latach intensywny styl życia oraz wzrost aktywności sportowej u coraz większej liczby młodych osób wiąże się ze zwiększonym ryzykiem urazów narządu ruchu, a zwłaszcza uszkodzeń stawu kolanowego, w tym więzadła krzyżowego przedniego. Jest to największa grupa pacjentów poddawanych leczeniu operacyjnemu i rehabilitacyjnemu.(1) Osiągnięcia ostatnich lat pokazują, że uzyskanie stabilności i prawidłowej funkcji kolana możliwe jest jedynie na drodze kompleksowego postępowania operacyjno - rehabilitacyjnego.(2,3) Kluczem do tego nie tylko jest wykonanie samego zabiegu ale odpowiednie i szybkie leczenie rehabilitacyjne po operacyjnej rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego. Aktualnie stosowane przyspieszone programy rehabilitacji oparte są na skróceniu okresu unieruchomienia do 1-2 dni i szybkim ale stopniowym wprowadzaniu poszczególnych elementów programu rehabilitacji. Celem postępowania rehabilitacyjnego jest jak najszybsze uzyskanie pełnego wyprost w stawie kolanowym przy jednoczesnym stopniowym, rozłożonym w czasie zwiększaniu zakresu zgięcia kolana, wzmacnianiu początkowo siły mięśni zginaczy stawu kolanowego, a po uzyskaniu równowagi pomiędzy zginaczami i prostownikami ćwiczenie obu grup równomiernie wykorzystując różne rodzaje ćwiczeń: bierne, wspomagane, priopriorepcji, izometryczne, czynne początkowo jako ćwiczenia zamkniętego łańcucha kinematycznego, a w późniejszym czasie jako ćwiczenia otwartego łańcucha kinematycznego. Celem odciążenia i ochrony operowanego stawu początkowo stosuje się kule łokciowe oraz stabilizator stawu kolanowego ułatwiający kontrolę nad zgięciem kolana. Ćwiczenia wspomagamy zabiegami fizykalnymi (krioterapia, pole magnetyczne, laser, elektrostymulacja) mającymi działać przeciwbólowo, przeciwobrzękowo, przeciwzapalnie i stymulować działanie mięśni. Tak realizowany przyspieszony program rehabilitacji skraca okres usprawniania, umożliwiając choremu powrót do czynności życiowych i uprawiania sportu już po 5-6 miesiącach od operacji.(4,5,6,7)

Najważniejszy dla całościowego efektu leczenia jest pierwszy wczesny okres rehabilitacji rozpoczynający się bezpośrednio po zabiegu rekonstrukcji. Po każdej operacji mamy do czynienia z odczynem zapalnym tkanek miękkich i ich obrzękiem, dużymi dolegliwościami bólowymi i związanymi z tym ograniczeniami ruchów operowanego stawu. Jednym z podstawowych celów leczenia rehabilitacyjnego bezpośrednio po operacji jest działanie przeciwbólowe i przeciwobrzękowe oraz przyspieszenie gojenia tkanek miękkich. W wielu ośrodkach prowadzących usprawnianie pacjentów po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego standardowo oprócz krioterapii stosuje się zmienne pole magnetycznej niskiej częstotliwości. W ostatnich latach coraz częściej oprócz zmiennego pola magnetycznego ma zastosowanie stałe pole magnetyczne pod postacią sygnału pulsacyjnego PST.(8,9)

## MATERIAŁ I METODY

Celem badania była ocena zastosowanego programu rehabilitacji, a w szczególności porównanie skuteczności działania i wpływu terapii sygnałem pulsacyjnym PST i zmiennego pola magnetycznego niskiej częstotliwości na dolegliwości bólowe, obrzęk, zakres ruchów w stawie kolanowym u pacjentów w pierwszym miesiącu prowadzenia leczenia rehabilitacyjnego po artroskopowej rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego ze ścięgien mięśnia półścięgnistego i smukłego.

Badaniem objęto grupę 43 pacjentów (15 kobiet i 28 mężczyzn) w wieku pomiędzy 18 a 28 rokiem życia po całkowitym uszkodzeniu więzadła krzyżowego przedniego, u których wykonano zabieg artroskopowej rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego ze ścięgien mięśnia półścięgnistego i smukłego i prowadzono ambulatoryjną rehabilitację w Centrum Ortopedyczno-Rehabilitacyjnym ARTROMED w 2010 roku.

Analizie poddano wczesny 2 tygodniowy okres rehabilitacji rozpoczynający się pomiędzy 10 a 14 dobą po zabiegu rekonstrukcji. Pacjentów losowo podzielono na 2 grupy rehabilitacyjne, u których zastosowano standardowe postępowanie usprawniające stosowane w tutejszym ośrodku po zabiegu rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego.(10) W obu badanych grupach zastosowano krioterapię za pomocą par ciekłego azotu 3-4 minut 1 raz dziennie po ćwiczeniach oraz ćwiczenia obejmujące: mobilizację rzepki, ćwiczenia czynne zamkniętego łańcucha kinematycznego, ćwiczenia izometryczne, ćwiczenia wspomagane, naukę prawidłowego chodu przy pomocy kul łokciowych ze stopniowym obciążaniem kończyny operowanej (w 2 tygodniu 50% , w 3 tygodniu 75%, w 4 tygodniu 100% obciążenie kończyny operowanej). Najważniejszym celem prowadzonego leczenia usprawniającego było uzyskanie w jak najkrótszym czasie po zabiegu pełnego wyprostowania stawu kolanowego i tak prowadzenie ćwiczeń aby zgięcie operowanego stawu kolanowego stopniowo zwiększać i osiągnąć w 4 tygodniu po rekonstrukcji 60°-80°. Bezpośrednio po zabiegu operacyjnym pacjent był zaopatrzony w stabilizator zakładany na operowany staw kolanowy, który był zablokowany w pozycji 0°-30° do momentu rozpoczęcia rehabilitacji, zwiększając stopniowo zgięcie w miarę wzrostu czynnego ruchu w stawie. Wszyscy pacjenci doraźnie mogli stosować w domu żelowe kompresy chłodzące.

Różnica w programie rehabilitacji pomiędzy dwoma badanymi grupami polegała na zastosowaniu w grupie 1 terapii sygnałem pulsacyjnym PST wykorzystującym stałe pole magnetyczne o kształcie quasi-prostokątnym częstotliwości 1-30 Hz, indukcji 0,5 -1,5 mT i czasie trwania zabiegu 60 minut raz dziennie.(8,9,11) Posłużono się urządzeniem PST H-50 składającym się ze sterownika i dwóch płaskich aplikatorów. W grupie 2 wykorzystano w celach terapeutycznych zmienne pole magnetyczne niskiej częstotliwości o parametrach: indukcji magnetycznej 8-9 mT, częstotliwości 8-12Hz, kształcie sinusoidalnym i czasie trwania 20 minut raz dziennie wytwarzane przez aplikator cewkowy. Każdy pacjent przed przyjściem na zabiegi rehabilitacyjne był zobowiązany do nawodnienia organizmu poprzez wypicie minimum 0,5 litra niegazowanej wody mineralnej celem skuteczniejszego działania pola magnetycznego. W ciągu 14 dniowego okresu obserwacji każdy pacjent skorzystał z 12 dni zabiegowych obejmujących ćwiczenia, krioterapię oraz pole magnetyczne. Dopuszczono tylko jednodniową przerwę w terapii pod warunkiem odbycia 6 dni zabiegowych z rzędu. Oceniono jak zmienia się obrzęk tkanek miękkich, dolegliwości bólowe i zakres ruchomości operowanego stawu kolanowego pod wpływem różnych pod względem parametrów pól magnetycznych.

Obrzęk tkanek miękkich i obecność wysięku w stawie kolanowym określano poprzez pomiar obwodu kolana przez środek rzepki za pomocą centymetra krawieckiego w pozycji wyprostowanej kolana i porównano ze zdrowym stawem kolanowym oceniając różnicę w obwodzie kolana.

Dolegliwości bólowe oceniono za pomocą 10 stopniowej skali wizualno-analogowej (VAS), a zakres ruchomości operowanego stawu kolanowego oceniono za pomocą inklinometru cyfrowego Sandersa w pozycji leżącej na brzuchu. Wszystkie pomiary wykonano w pierwszym i ostatnim dniu rehabilitacji.

Uzyskane wyniki badań poddano analizie statystycznej za pomocą testu t-Studenta oraz zastosowano ANOVĘ dla układów czynnikowych wzbogaconą o metodę kontrastów dla średnich brzegowych wykorzystując program Statistica PL firmy StatSoft ver. 6.0.

## WYNIKI

W badaniu wzięło udział 43 pacjentów po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego (15 kobiet i 28 mężczyzn). Grupa 1 liczyła 20 osób (13 mężczyzn i 7 kobiet), a grupa 2 23 osoby (15 mężczyzn i 8 kobiety). Średni wiek pacjentów w obu badanych grupach był podobny i wynosił w grupie 1  $24 \pm 2,2$  lat, a w grupie 2  $22 \pm 3,2$  lat.

Analizując wyniki świadczące o poziomie bólu można stwierdzić, iż nastąpiła istotna statystycznie poprawa w zakresie odczuwanych dolegliwości bólowych zarówno w grupie 1 ( $F(1)= 67,83$ ,  $p=0,000$ ) jak i w grupie 2 ( $F(1)= 24,04$ ,  $p=0,000$ ). Średnie wyniki uzyskane w skali VAS obniżyły się w sposób znamieny statystycznie w obu opisywanych grupach.(tabela 1) . Powyższe wyniki zostały także potwierdzone przy użyciu analizy t studenta, co przetrawia tabela nr 2

Tabela nr 1. Analiza kontrastów między średnimi w zakresie poziomu odczuwanego bólu uzyskanymi w grupie 1 i grupie 2

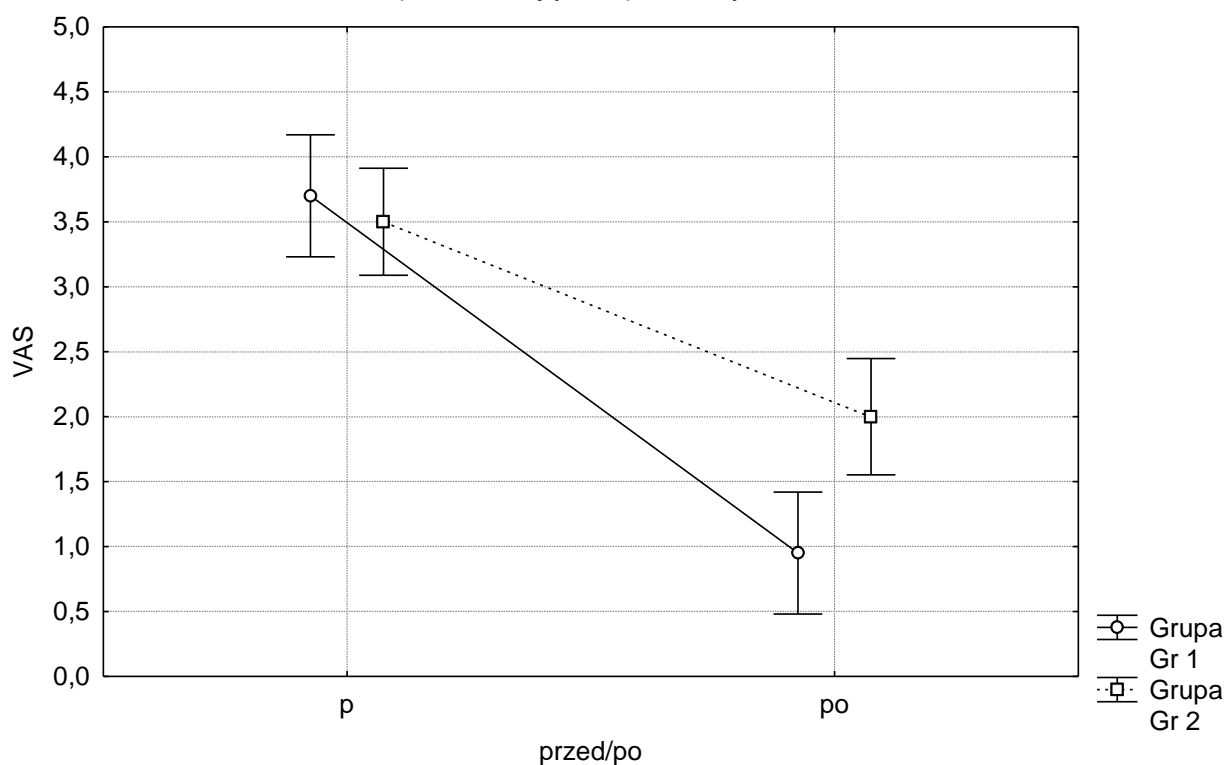
VAS ANOVA kontrasty	Suma kwadratów	Stopnie swobody	Średnia kwadratów	F	p
Grupa 1	76,65	1	76,62	67,83	0,000
Grupa 2	26,81	1	26,81	24,04	0,000

Tabela 2. Porównanie różnic między średnim poziomem odczuwanego bólu przed i po rehabilitacji w grupie 1 i w grupie 2, przy zastosowaniu testu t studenta

VAS Test t studenta	Średnia przed	Średnia po	t	df	Odchylenie Standardowe przed	Odchylenie Standardowe po	p
Grupa 1	3,70	0,95	9,04	38	0,92	0,99	0,000
Grupa 2	3,62	2,00	5,21	46	1,20	0,93	0,000

Jednak analiza wariancji Anova dla układów czynnikowych pokazała, że istnieje statystycznie istotna różnica w zakresie tej poprawy między grupą 1 a grupą 2 ( $F(1,84)= 7,62$ ,  $p=0,007$ ). Różnica między średnimi w skali odczuwanego bólu w grupie 1 jest istotnie statystycznie większa niż różnica między średnimi w tejże skali w grupie 2. Graficzną prezentację opisanych wyników stanowi wykres 1.

Grupa\*przed/po; Oczekiwane średnie brzegowe  
 Bieżący efekt:  $F(1, 84)=7,6203$ ,  $p=,00709$   
 Dekompozycja efektywnych hipotez  
 Pionowe słupki oznaczają 0,95 przedziały ufności



Wykres 1. Porównanie wielkości różnic między średnimi w poziomie odczuwanego bólu przed i po rehabilitacji między grupą 1 i grupą 2 .

Podobna obserwacja dotyczy wyników badania różnic w obwodzie kolan. Zarówno w grupie 1 jak i w grupie 2 zaobserwowano istotne statystycznie zmniejszenie się obwodu kolana po rehabilitacji ( gr 1  $F(1)= 45,55$ ,  $p= 0,000$ , gr 2  $F(1)= 10,49$ ,  $p=0,001$ ), co prezentuje tabela 3.

Tabela 3 Analiza kontrastów między średnimi w zakresie poziomu obwodu kolana uzyskanymi w grupie 1 i grupie 2

ANOVA	Suma kwadratów	Stopnie swobody	Średnia kwadratów	F	p
Różnica obwodów					
Grupa 1	26,56	1	28,56	45,55	0,000
Grupa 2	6,57	1	6,57	10,49	0,001

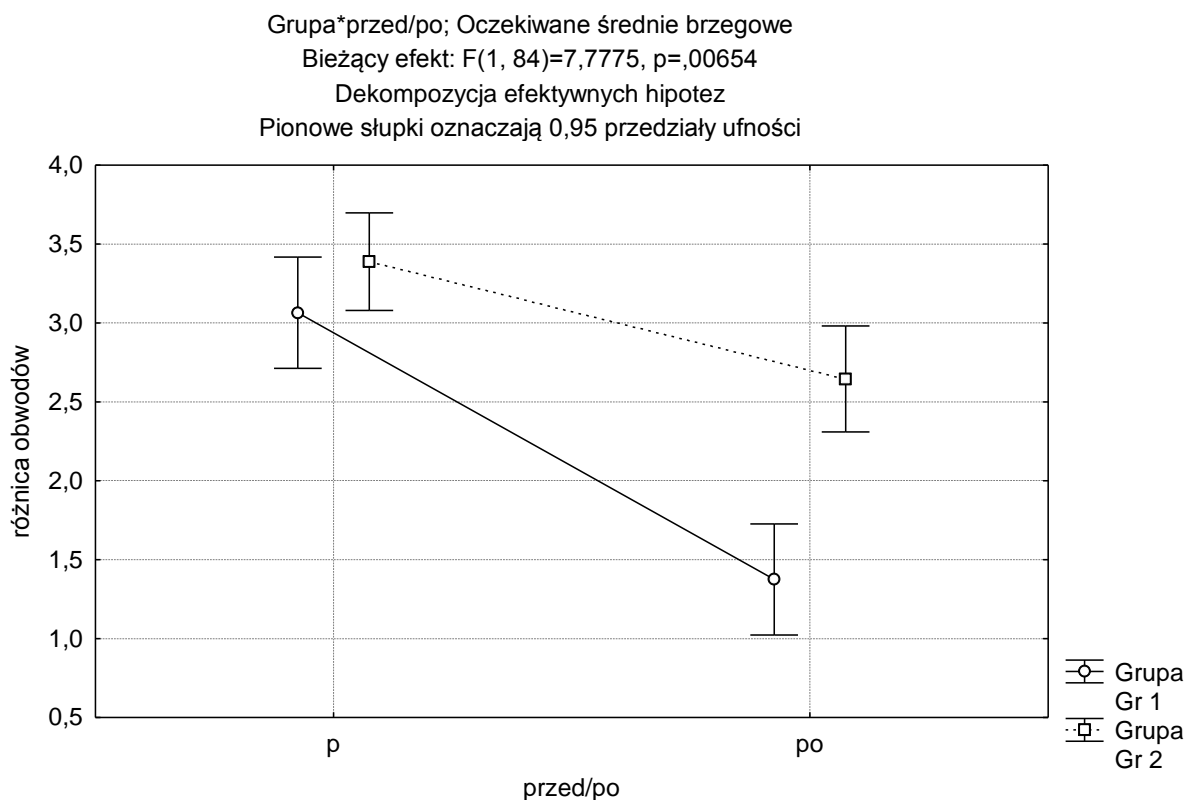
Wyniki te potwierdziły się w pełni przy analizie różnic istotnych statystycznie w średnich obwodu kolana przed i po rehabilitacji w obu badanych grupach (zastosowanie testu t studenta). Wyniki przedstawia tabela 4.

Tabela 4. Porównanie różnic między średnimi w obwodzie kolana przed i po rehabilitacji w grupie 1 i w grupie 2, przy zastosowaniu testu t studenta

Różnica obwodów Test t studenta	Średnia przed	Średnia po	t	df	Odchylenie Standardowe przed	Odchylenie Standardowe po	p
Grupa 1	3,06	1,3	9,23	38	0,56	0,60	0,000
Grupa 2	3,37	2,63	2,93	46	1,05	0,66	0,030

Natomiast analiza wariancji Anova dla układów czynnikowych pokazała, że opisywane grupy różnią się istotnie statystycznie w zakresie i poziomie zmniejszenia obrzęku ( $F(1,84)= 7,77$ ,  $p=0,006$ ). Różnica między średnimi wynikami obwodu kolana (przypominając, są to średnie różnic w obwodzie między zdrowym a operowanym kolaniem) przed i po rehabilitacji w grupie 1 jest istotnie statystycznie większa niż różnica między średnimi w tym pomiarze w grupie 2. Graficzną prezentację opisanych wyników stanowi wykres 2.

Wykres 2 Porównanie wielkości różnic między średnimi w obwodzie kolana przed i po rehabilitacji między grupą 1 i grupą 2.



Nieco odmienną sytuację zaobserwowano w analizie wyników dotyczących zmian zgięcia operowanego kolana. Zarówno w grupie 1 jak i 2 nastąpił istotnie statystycznie wzrost zgięcia operowanego kolana (gr 1  $F(1)= 119,19$   $p=0,000$ , gr 2  $F(1)= 101,03$ ,  $p=0,000$ ). Wyniki przedstawia tabela 5.



Tabela nr 5 Analiza kontrastów między średnimi w zakresie zgięcia kolana uzyskanymi w grupie 1 i grupie 2

ANOVA kontrasty Zgięcie	Suma kwadratów	Stopnie swobody	Średnia kwadratów	F	p
Grupa 1	9272,02	1	9272,02	119,19	0,000
Grupa 2	7859,7	1	7859,7	101,03	0,000

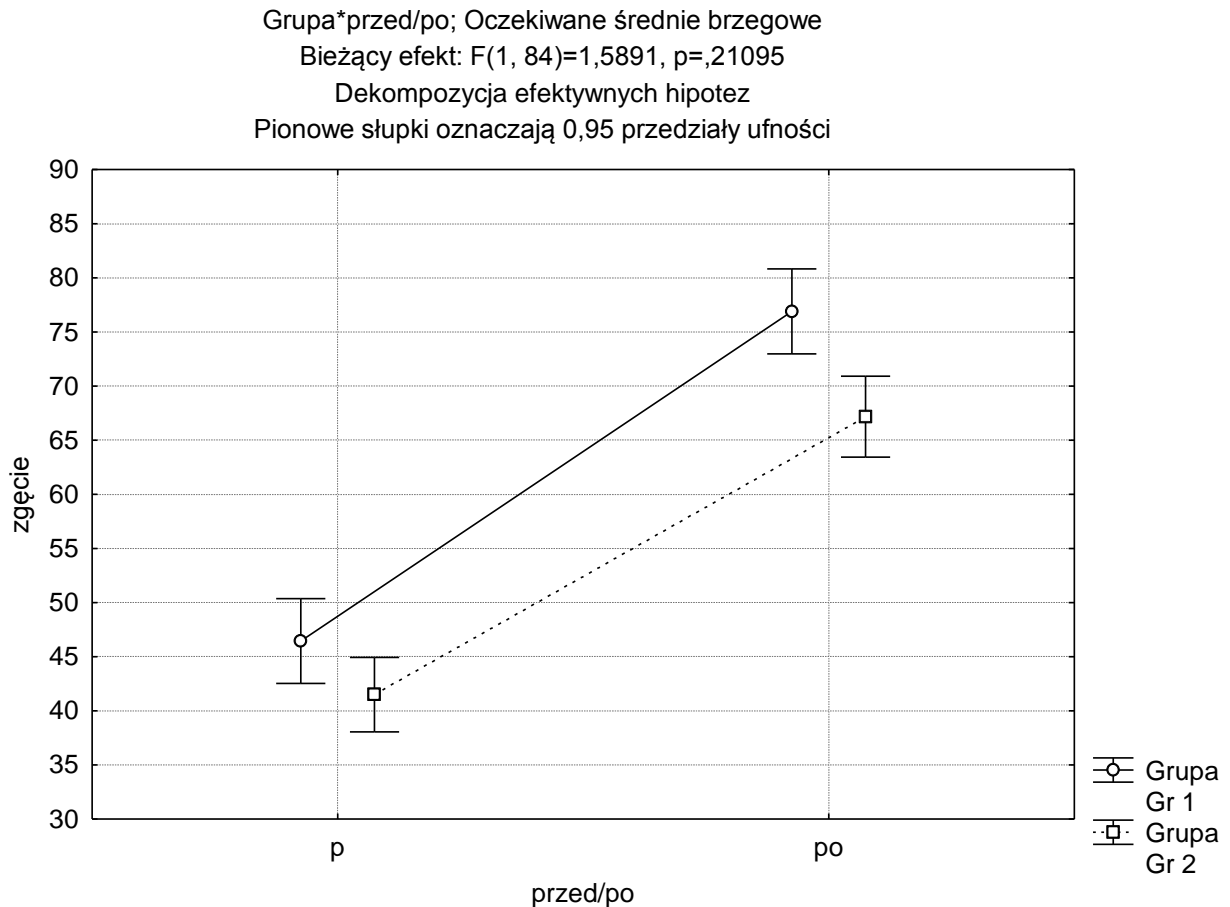
Potwierdziły je również obliczenia dokonane przy pomocy testu t studenta i niezależnie od rodzaju zastosowanego pola magnetycznego są istotne statystycznie zarówno w grupie 1 jak i 2. Wyniki prezentuje tabela 6.

Tabela 6 Porównanie różnic między średnim poziomem zgięcia kolana przed i po rehabilitacji w grupie 1 i w grupie 2, przy zastosowaniu testu t studenta

Zgięcie kolana Test t studenta	Średnia przed	Średnia po	t	df	Odchylenie Standardowe przed	Odchylenie Standardowe po	p
Grupa 1	46,45	76,90	10,24	38	8,19	10,46	0,000
Grupa 2	39,87	66,66	12,79	46	5,84	8,43	0,000

Jednak analiza wariancji Anova dla układów czynnikowych wykazała, że różnice w stopniu poprawy zgięcia kolana między grupą 1 a 2 nie są istotne statystycznie ( $F(1,84)=1,58, p=0,210$ ). Zastosowanie terapii sygnałem pulsacyjnym PST nie przyczynia się do uzyskania większego zgięcia kolana u pacjentów z grupy 1. Graficzną prezentację uzyskanych wyników stanowi wykres 3

Wykres 3 Porównanie wielkości różnic między średnimi w poziomie zgięcia kolana przed i po rehabilitacji między grupą 1 i grupą 2 .



Analizując wyniki świadczące o zmianie wyprost operowanego kolana uzyskano analogiczne rezultaty do poprzednio opisywanych wyników zgięcia. Zaobserwowano istotne statystycznie różnice między średnimi w zakresie wyprost przed i po rehabilitacji zarówno w grupie 1 ( $F(1)=17,49$ ,  $p=0,000$ ) jak i grupie 2 ( $F(1)= 14,76$ ,  $p=0,000$ ). Wyniki prezentuje tabela 7.

Tabela 7 Analiza kontrastów między średnimi w zakresie wyprost kolana uzyskanymi w grupie 1 i grupie 2

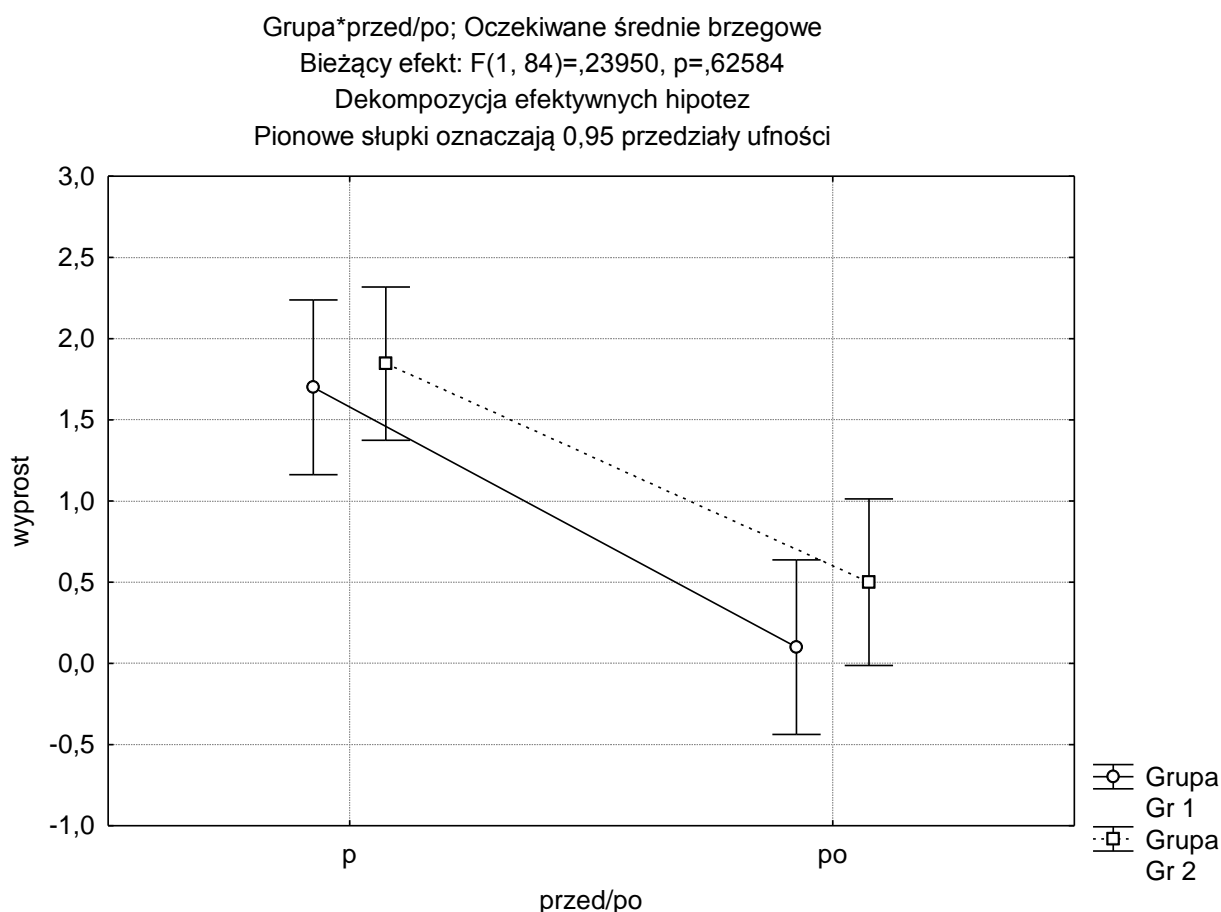
ANOVA kontrasty Wyprost	Suma kwadratów	Stopnie swobody	Średnia kwadratów	F	p
Grupa 1	25,60	1	25,60	17,49	0,000
Grupa 2	21,59	1	25,51	14,76	0,000

Obserwacja istotnych statystycznie różnic w średnich ruchu wyprost w obu grupach przed i po rehabilitacji potwierdziła się także w przeprowadzonej analizie przy użyciu testu t studenta. (tabela 8)

Tabela 8 Porównanie różnic między średnim poziomem wyprostowania kolana przed i po rehabilitacji w grupie 1 i w grupie 2, przy zastosowaniu testu t studenta

Wyprost kolana Test t studenta	Średnia przed	Średnia po	t	df	Odchylenie Standardowe przed	Odchylenie Standardowe po	p
Grupa 1	1,70	0,10	3,62	38	1,94	0,30	0,000
Grupa 2	1,83	0,62	3,90	46	1,27	0,82	0,000

Natomiast analiza wariancji dla układów czynnikowych ANOVA nie pokazała istotnej statystycznie różnicy w stopniu poprawy wyprostowania między grupą 1 a grupą 2 ( $F(1,84)=0,23, p=0,625$ ). Nie zaobserwowano istotnej statystycznie większej różnicy w średnich wyprostowania kolana dla grupy 1 w porównaniu z grupą 2. Omawiane wyniki prezentuje wykres 4.



Wykres 4 Porównanie wielkości różnic między średnimi w poziomie wyprostowania kolana przed i po rehabilitacji między grupą 1 i grupą 2.

## DYSKUSJA

W latach 90-tych opublikowano wiele doniesień naukowych wykazujących pozytywny wpływ leczenia polem magnetycznym.(12,13,14,15) Dzisiaj można stwierdzić, że do dobrze udokumentowanych biologicznych efektów działania zmiennego pola magnetycznego należą: intensyfikacja procesu oddychania tkankowego, działanie wazodilatacyjne i angiogenetyczne, nasilenie procesów gojenia tkanek miękkich, przyspieszenie procesu tworzenia zrostu kostnego, działanie przeciwzapalne i przeciwobrzękowe, działanie przeciwbólowe, modyfikacja transportu błonowego i dystrybucji jonów.(16)

Skuteczność działania pola magnetycznego i efekty jakie chcemy uzyskać w organizmie człowieka zależą przede wszystkim od parametrów zastosowanego pola magnetycznego takich jak: wielkość indukcji magnetycznej, częstotliwość, kształt pola, czas trwania zabiegu i długości leczenia a pośrednio także od stopnia nawodnienia tkanek.(16)

Powszechnie w leczeniu stosowane jest pole magnetyczne powstające w wyniku przepływu prądu zmiennego, charakteryzujące się stałą częstotliwością, stałą wielkością indukcji magnetycznej, charakterystycznym kształtem pola (sinusoidalnym, prostokątnym) w trakcie zabiegu. Sygnał pulsujący PST generuje zmienny prostokątny sygnał pola magnetycznego, który w czasie aplikacji jest modulowany pod względem indukcji magnetycznej (amplitudy) od 0,5 do 1,5mT i modulowany w zakresie częstotliwości od 10 do 30Hz. Ten sposób aplikacji pola magnetycznego powoduje przemieszczenie protonów wodoru i płynu tkankowego w substancji międzykomórkowej prowadząc do stymulacji komórek tkanki łącznej, a przez to wzmocnieniu fizjologicznej aktywności regeneracyjnej tkanki łącznej.(8,9,11,17)

Zawsze po każdym zabiegu rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego mamy do czynienia z bólem, obrzękiem, krwinkami, odczynem zapalnym tkanek miękkich. W tej sytuacji staramy się zmniejszyć ból i obrzęk, wykorzystując wszelkie dostępne metody takie jak: odpoczynek, leki przeciwbólowe i przeciwzapalne, pończochy przeciwobrzękowe, krioterapię czy też pole magnetyczne, które wpływają korzystnie na metabolizm i procesy gojenia się tkanek miękkich.

W obu badanych grupach po zabiegu rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego w wyniku zastosowanego programu rehabilitacji uzyskano zmniejszenie dolegliwości bólowych, zmniejszenie obrzęku (zmniejszenie różnicy obwodu kolana) oraz zwiększenie zakresu ruchu zgięcia i wyprostu operowanego stawu kolanowego. W grupie 1 gdzie zastosowano terapię sygnałem pulsacyjnym PST uzyskano większą poprawę w zakresie dolegliwości bólowych, i w różnicy obwodu kolana (obrzęk). Była to różnica istotnie statystyczna. Natomiast w obu badanych grupach uzyskano zwiększenie zakresu ruchomości zarówno zgięcia i wyprostu operowanego stawu kolanowego przy czym uzyskane rezultaty (analizując średnie) były lepsze w grupie 1 ale przy braku różnicy istotnej statystycznie.

Uzyskany zakres ruchomości zgięcia operowanego stawu kolanowego w obu badanych grupach mieścił się w granicach przyjętych założeń i wynikał z zastosowanego programu rehabilitacji. W obu badanych grupach pacjenci uzyskali zakres zgięcia pomiędzy 60°- 80° oraz prawie pełny wyprost w stawie kolanowy.(10)

Podobne wyniki jak w grupie 2 w zakresie dolegliwości bólowych, obrzęku i zwiększenia ruchomości zgięcia kolana uzyskano u pacjentów po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego ze więzadła rzepki leczonych rehabilitacyjnie z wykorzystaniem podobnego programu rehabilitacji, a jedynie różniącego się czasem rozpoczęcia leczenia rehabilitacyjnego.(10)

Należy zwrócić uwagę, że zastosowany tutaj program usprawniający został rozpoczęty w momencie zgłoszenia się pacjenta na rehabilitację (najczęściej jest to pomiędzy 10 a 14 dobą po operacji). Skuteczność tak opóźnionego leczenia zależy od uzyskania wyprostu operowanego kolana zaraz po operacji.

W światowym jak i polskim piśmiennictwie brak jest publikacji pokazujących wpływ pola magnetycznego na zmniejszenie dolegliwości bólowych i obrzęku oraz jego wpływu na zakres ruchomości stawu kolanowego po artroskopowej rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego, a nie mówiąc już o doniesieniach porównujących i oceniających wyniki działania pola magnetycznego ze względu na różnice w zastosowanych parametrach. Dość często można spotkać publikacje pokazujące korzystny przeciwbólowy efekt leczniczy pól magnetycznych, w tym także terapii sygnałem pulsującym PST w przebiegu choroby zwyrodnieniowej. (12,13,14,15,17,18)

Należy podkreślić, że powyższe badanie w którym zastosowano terapię sygnałem pulsującym PST w porównaniu ze zmiennym polem magnetycznym pokazało, że to pierwsze skuteczniej zmniejsza dolegliwości bólowe oraz obrzęk pomimo dłuższego 1 godzinnego czasu trwania zabiegu i zastosowania aplikatorów płaskich, których ułożenie nie zawsze jest komfortowe dla pacjenta bezpośrednio po zabiegu rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego. Z tego też powodu terapia ta jest wskazana dopiero około 10 doby po zabiegu rekonstrukcji. A co ważniejsze w trakcie prowadzenia leczenia usprawniającego tą metodą nie obserwowano efektów ubocznych.

## WNIOSKI

Terapia sygnałem pulsującym PST w porównaniu ze zmiennym polem magnetycznym zastosowana we wczesnym okresie rehabilitacji po artroskopowej rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego silniej działa przeciwbólowo i przeciwobrzękowo.

## PIŚMIENNICTWO

1. Shrock KB, Jackson DW.: Arthroscopic Management of the Anterior Cruciate Ligament-Deficient Knee-Operative Arthroscopy, SE, ed.: Mc Ginty JB, Caspari RB, Jackson RW, Poehling GG. Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia 1996
2. Clancy W, Ray M.: Anterior cruciate ligament autografts. Jackson D, Drezd D.: The anterior cruciate deficient knee- New concepts in ligament repair. The Mosby Comp., St. Louis, 1987, 193-210
3. Andersson C, Odensten M, Good L, Gillquist J.: Surgical or non-surgical treatment of acute rupture of the anterior cruciate ligament. A randomized study with long-term follow-up. J. Bone Joint Surg. Am. 1989, 71(7), 965-974
4. Irrgang JJ.: Modern trends in anterior cruciate ligament rehabilitation. Clin.Sports Med. 1993, 12, 797-813
5. Mac Donald P.: Effects of accelerated rehabilitation program after anterior cruciate ligament reconstruction with combined semitendinosus-gracilis autograft and ligament augmentation device. Am. J. Sports. Med., 1995, 23, 588-592
6. Paulos L, Stern J.: Rehabilitation after ACL surgery.: Jackson D W. The anterior cruciate ligament. Current and future concepts. Raven Press, New York, 1993, 381
7. Shelbourne KD, Nitz P.: Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. Am. J. Sports Med., 1990, 18, 292-299

8. Markoll R, Da Silva Ferreira DM, Toohil TK. Pulsed Signal Therapy: An overview. *APLAR Journal of Rheumatology* 2003; 6: 89-100
9. Markoll R, Da Silva Ferreira DM, Toohil TK. Pulsed Signal Therapy for the treatment of musculoskeletal conditions: a millennium paradigm. *APLAR Journal of Rheumatology* 2004; 7: 292-305
10. Fibiger W. Wczesna rehabilitacja po artroskopowej rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego. Praca doktorska. CMUJ. Kraków. 2005
11. Markoll R. Pulsed Signal Therapy: a practical guide for clinicians. In: Weiner RS, ed. *Pain Management: A Practical Guide for Clinicians*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2001, 715-728
12. Perron S, Marty M, Kahan A, Menkes CJ.: Efficacy of pulsed electromagnetic therapy in painful knee osteoarthritis. *Arthritis Rheumatol*, 1998, 41 (3), 357
13. Trock DH, Bollet AJ, Dyer RH Jr, Fielding LP, Miner WK, Markoll R.: A double-blind trial of the clinical effects of pulsed electromagnetic fields in osteoarthritis. *J Rheumatol*, 1993, 20, 456-60
14. Trock DH, Bollet AJ, Markoll R.: The effect of pulsed electromagnetic fields in the treatment of osteoarthritis of the knee and cervical spine. *J Rheumatol* 1994, 21, 1903-11
15. Hershler C, Sjaus A. Pulsed signal therapy: Treatment of chronic pain due to traumatic soft tissue injury. *Intern Med J*. 1999, 6, 167-73
16. Sieroń A. red. Zastosowanie pól magnetycznych w medycynie.  $\alpha$ -medicapress. 2002
17. Markoll R. Pulsed Signal Therapy (PST) for the treatment of joint damage due to osteoarthritis, sports injuries and other trauma: Double Blind and Open Label Clinical Trial Results in over 100,000 patients and supportive in vitro studies. In: *Proceedings: 24th Annual Scientific Meeting of the Singapore Orthopaedic Association 2-5 September 2001, Singapore*.
18. Jumaszew GS, Silin ŁŁ, Winogradow JeW, Gorfinkiel IŁ, Bierlin JuW, Ginsburg ŁI.: Magnito terapia gonartroza. *Ortop. Traumatol. Protez.* 1978, 10, 35-37