

Pletyzmografia impedancyjna w ocenie krążenia obwodowego pod wpływem treningu fizycznego u chorych po CABG

Impedance plethysmography in the evaluation of peripheral circulation under the influence of physical training in patients after CABG

Ireneusz Jurczak, Agnieszka Łukasik, Magdalena Charłusz, Robert Irzmański

Pracownia Ergonomii i Fizjologii Wysiłku Fizycznego, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

Streszczenie

Wstęp. Przedmiotem badań była ocena zmian w krążeniu obwodowym w obrębie podudzia pod wpływem treningu fizycznego u chorych po CABG przy użyciu pletyzmografii impedancyjnej.

Materiał i metody. Badaniami objęto 23 chorych po OZW poddanych CABG z użyciem żyły odpiszczelowej. Chorzy uczestniczyli w 4 tygodniowej sesji treningowej składającej się z treningów interwałowych na cykloergometrach rowerowych i ćwiczeń ogólnousprawniających. W celu oceny perfuzji obwodowej kończyn dolnych przed i po cyklu rehabilitacji wykonano badanie pletyzmografii impedancyjnej. **Wyniki.** Po 4 tygodniach programu rehabilitacji kardiologicznej wśród chorych po CABG odnotowano istotny statystycznie wzrost wartości w zakresie badanych parametrów przepływu (PSlope, PAmpl, CT i PT) mierzonych na kończynie, z której pobrano wolny graft jak i kończynie porównawczej. Średnie wartości parametrów PSlope (przed 5,41 i po 6,16 p.m/s), CT (przed 170,23 i po 166,73 ms) i PT (przed 288,73 i po 285,96 ms) w obrębie podudzi po pobraniu przeszczepu oraz w kończynie porównawczej PSlope (przed 5,53, po 6,28 p.m/s), CT (przed 172,8, po 165,6 ms), i PT (przed 291, po 283) okazały się istotnie statystycznie. Jedynie w jednym i drugim przypadku średnie wartości parametru PAmpl (przed 0,51 i po 0,56 p.m vs 0,52 przed i 0,55 p.m po) okazały się nie istotne statystycznie. **Wnioski.** Wyniki badań wskazują, że 4 tygodniowy kontrolowany treningu fizyczny prowadzi do korzystnych zmian przepływu krwi w obrębie podudzi wyrażony istotnymi zmianami w zakresie badanych parametrów hemodynamicznych. Pobranie żyły odpiszczelowej jako materiału do graftu może powodować upośledzenie przepływu w kończynie dolnej. Pletyzmografia impedancyjna pozwala na precyzyjne i powtarzalne monitorowanie zmian lokalnego przepływu krwi w badanym obszarze u chorych poddanych rehabilitacji kardiologicznej. *Geriatrics 2012; 6: 1-8.*

Słowa kluczowe: trening fizyczny, pomostowanie aortalno – wieńcowe, krążenie obwodowe, pletyzmografia impedancyjna

Abstract

Introduction. The subject of research was to assess changes in the peripheral circulation within the lower leg under the influence of physical training in patients after CABG using impedance plethysmography. **Material and methods.** The study included 23 patients with ACS undergoing CABG using the saphenous vein. Patients participated in a four-week training session consisting of interval training for cycling and exercise. In order to assess lower limb peripheral perfusion before and after the rehabilitation cycle, underwent impedance plethysmography. **Results.** After 4 weeks of cardiac rehabilitation program after CABG among patients reported statistically significant increases in value in a range of flow parameters (PSlope, PAmpl, CT and PT) measured on the limb, where you downloaded the free graft and limb comparison. Mean values PSlope (before 5.41 and after 6.16 pm/s), CT (from 170.23 and at 166.73 ms) and PT (before and after 285.96 288.73 ms) within the graft leg after collection and in the limb PSlope comparative (before 5.53, after 6.28 pm/s), CT (from 172.8, and 165.6 ms), and PT (before 291, and 283) were statistically significant. Only

in both cases the mean values of the parameter PAmpl (before 0.51 and after 0.56 pm vs 0.52 before and 0.55 pm after) were not statistically significant. **Conclusions.** The results indicate that the 4-week controlled physical exercise leads to favorable changes in blood flow within the leg, expressed significant changes in haemodynamic parameters studied. Download the saphenous vein as graft material can cause impairment of the flow in the leg. Impedance plethysmography allows precise and repeatable monitoring of changes in local blood flow in the area in patients undergoing cardiac rehabilitation. *Geriatrics 2012; 6: 2-8.*

Keywords: physical training, artery bypass grafting - coronary, peripheral circulation, impedance plethysmography

Wstęp

W zintegrowanym postępowaniu prewencyjnym w chorobach układu sercowo - naczyniowego istotną rolę odgrywa modyfikacja aktywności fizycznej chorych realizowana w ramach kontrolowanego treningu fizycznego. Nadzorowany trening fizyczny jest podstawowym elementem kompleksowej rehabilitacji kardiologicznej, której efektywność jest mierzona stopniem poprawy wydolności fizycznej i jakości życia chorych oraz zmniejszeniem śmiertelności zarówno ogólnej, jak i z przyczyn sercowych [1]. Podstawę postępowania leczniczego tej grupy chorych stanowi farmakoterapia zgodna ze standardami Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego (PTK) [2,3].

W początkowych latach postępowanie usprawniające w kardiologii było adresowane do chorych w młodym wieku, rokujących powrót do pracy zawodowej, chorych ze stabilną chorobą wieńcową lub po niepewnikłym OZW. Aktualnie lista wskazań do rehabilitacji kardiologicznej systematycznie ulega rozszerzeniu. W nowej grupie wskazań znalazły się osoby po interwencyjnym leczeniu choroby wieńcowej, niezależnie od wieku.

Bezpośrednia rewaskularyzacja mięśnia sercowego (CABG – coronary artery bypass grafting) wprowadzona w 1967 r. przez Favalarę i Efflera [4] stanowi istotną alternatywę dla leczenia zachowawczego choroby wieńcowej i obecnie jest najczęściej stosowanym rodzajem postępowania kardiologicznego na świecie. Chorzy po CABG wymagają zmodyfikowanego podejścia leczniczego z uwagi na dodatkowe niedogodności związane z sternotomią i pobraniem materiału do przeszczepu. Wspomniane niedogodności mogą dotyczyć np. zaburzeń perfuzji obwodowej kończyn dolnych związanych z użyciem żyły odpiszczelowej jako wolnego graftu. Proces rehabilitacji w tej grupie chorych obciąża personel leczący do oceny nie tylko zmian w krążeniu wieńcowym, ale także w krążeniu

obwodowym. Wg Conraads kontrolowane i regularne ćwiczenia fizyczne mają ogromne znaczenie dla poprawy krążenia wieńcowego i krążenia obwodowego. Systematyczny trening fizyczny przywraca równowagę w śródbłonku i usprawnia metabolizm miocytów mięśni obwodowych, zwiększając tym samym stopień ich kurczliwości, czego efektem jest poprawa wydolności sercowo-płucnej [5]. Aktywność fizyczna prowadzi do poprawy właściwości reologicznych krwi, zwiększenia obwodowego napięcia żylnego, zmiany percepcji bólu, zmniejszenia odczynu zapalnego oraz adaptację lub redystrybucję obwodowego przepływu krwi [6,7]. Nieliczne badania wskazują także na zwiększenia elastyczności naczyń tętniczych w wyniku kontrolowanego wysiłku fizycznego [8].

Należy podkreślić, że istnieje niewiele doniesień dotyczących oceny obwodowego układu krążenia u chorych po CABG rehabilitowanych kardiologicznie. Badania kliniczne w ostatnich latach udowodniły, że rejestracja krzywej pletyzmograficznej jest przydatną metodą badania przepływu krwi. Za pomocą pletyzmografii bioimpedancyjnej (IPG, *impedance plethysmography*) można dokonać pomiaru oporu elektrycznego – impedancji prądu zmiennego określonej części ciała. Zmiany w objętości krwi można ocenić, mierząc zmiany oporu elektrycznego określonych obszarów ciała, co wiąże się z lepszymi właściwościami przewodzącymi krwi w porównaniu do innych tkanek. Fala tętna tętnic jest bardzo mała, ale regularna. Ten fakt sprawia, że można ją zarejestrować i zmierzyć [9]. Pletyzmografia impedancyjna z uwagi na niewielką uciążliwość badania dla chorego oraz przystępny sposób obrazowania wyników badania jest metodą szczególnie polecaną do diagnostyki chorych w trakcie rehabilitacji kardiologicznej.

Celem badań była ocena zmian w krążeniu obwodowym w obrębie podudzia, pod wpływem kontrolowanego treningu fizycznego u chorych po CABG, przy użyciu pletyzmografii impedancyjnej.

Materiał i metody

• Charakterystyka badanych

W badaniach uczestniczyło 23 chorych w wieku 55-78 lat (66 ± 7), w tym 17 mężczyzn i 6 kobiet po ostrym incydencie wieńcowym. Wszyscy chorzy zostali poddani zabiegowi CABG z wykorzystaniem żyły odpiszczelowej i skierowani do rehabilitacji kardiologicznej w Klinice Chorób Wewnętrznych i Rehabilitacji Kardiologicznej Uniwersytetu Medycznego w Łodzi w ciągu miesiąca od operacji. Chorzy byli kwalifikowani do programu treningowego na podstawie wyników elektrokardiograficznej próby wysiłkowej wykonywanej na bieżni ruchomej Cardiovit – CS 200. W diagnostyce wykorzystano klasyczny protokół Bruce'a. Podstawą włączenia chorych do badań było osiągnięcie w czasie testu wysiłkowego ≥ 5 MET. Podstawą wykluczenia chorych z badań były kryteria stratyfikacji ryzyka chorych kwalifikowanych do rehabilitacji kardiologicznej i występowanie przynajmniej jednej z następujących cech: EF $<40\%$, horyzontalne obniżenie odcinka ST podczas wysiłku, występowanie złożonej arytmii komorowej w spoczynku oraz w trakcie wysiłku, wydolność fizyczna <5 MET, obecność patologicznej reakcji na wysiłek fizyczny (spadek lub brak przyrostu skurczowego ciśnienia tętniczego lub częstości rytmu serca odpowiednio do wzrostu obciążenia). Do grupy treningowej nie zostali włączeni również chorzy z objawową miażdżycą tętnic kończyn dolnych, rozpoznaną zaawansowaną cukrzycą i po incydentach neurologicznych. U wszystkich chorych zakwalifikowanych do badań prowadzone było leczenie farmakologiczne zgodne z wytycznymi PTK, które nie było modyfikowane w ostatnich 3 tygodniach. Chorzy zostali również poinformowani o konieczności zaprzestania palenia tytoniu w trakcie trwania badań. Badania zostały przeprowadzone za zgodą Komisji Bioetyki Uniwersytetu Medycznego w Łodzi – nr RNN/226/11/KB z dnia 15.03.2011 r.

• Program treningu

Chorzy z grupy badawczej uczestniczyli w 4-tygodniowym nadzorowanym treningu interwałowym na cykloergometrach rowerowych firmy Ergoline. Sesje treningowe prowadzone były 5 razy w tygodniu w godzinach przedpołudniowych. Każdy trening trwał 32 minuty i był przeprowadzany według ustalonego schematu. Trening rozpoczynano 2-minutową rozgrzewką z obciążeniem ok. 10 W, aby następnie przejść

do pięciu 4-minutowych etapów ze wzrastającym obciążeniem. Obciążenie w poszczególnych interwałach narastało do połowy czasu treningu i następnie ulegało redukcji do wartości wyjściowych przechodząc w 2-minutowe okresy odpoczynku z utrzymanym obciążeniem rzędu 10 W. Obciążenie szczytowe treningów początkowych ustalano na poziomie 50% obciążenia uzyskanego podczas elektrograficznej próby wysiłkowej, podobnie jak maksymalną wysiłkową częstość rytmu serca. Chorzy w trakcie treningu byli monitorowani pod względem ciśnienia i za pomocą EKG.

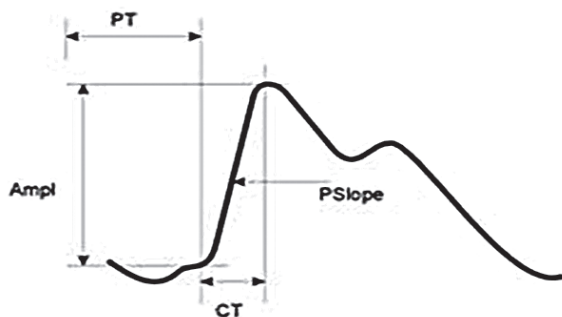
Oprócz treningów interwałowych wprowadzono ćwiczenia oddechowe, oporowe małych grup mięśniowych i relaksacyjne. Ćwiczenia te rozpoczynano godzinę po zakończeniu treningu interwałowego i trwały 20 minut. Podczas ćwiczeń nie przekraczano 13-14 poziomu zmęczenia wg 15-stopniowej skali Borga. Zarówno przed, jak i po ćwiczeniach monitorowano częstość akcji serca oraz ciśnienie tętnicze krwi.

• Ocena przepływu w kończynach dolnych

U wszystkich chorych przed oraz po cyklu rehabilitacji kardiologicznej w celu oceny krążenia obwodowego kończyn dolnych zostało wykonane badanie pletyzmografii impedancyjnej. Pomiary zmian tkankowego przepływu krwi określono zgodnie z procedurą opisaną w instrukcji aparatu Niccomo – niemieckiej firmy Medis do zobrazowania parametrów hemodynamicznych metodą kardiografii impedancyjnej z przystawką do pomiarów pletyzmograficznych. Zarówno w czasie badania kardiograficznego, jak i pletyzmograficznego aparat bazuje na algorytmie własnym, będącym integralną częścią oprogramowania.

Ocenie poddane zostały następujące parametry hemodynamiczne:

- CT (crest time) – czas do osiągnięcia szczytu fali
- PT (propagation time) – czas propagacji mierzony od początku załamka R w Ekg do początku skurczowego nachylenia fali pletyzmogramu
- PSlope (systolic slope) – skurczowe nachylenie fali pulsu
- PAmpl (pulse wave amplitude) – amplituda fali pulsu



Rycina 1. Schemat krzywej pletyzmograficznej
Figure 1. Diagram of the curve plethysmography
Źródło: Zastosowanie pletyzmografii impedancyjnej do oceny podłoża przewodzących u chorych przewlekle unieruchomionych. *Adv Clin Exp Med.* 2010;19(5): 637-651.



Rycina 2. Pomiar impedancyjnego przepływu krwi wraz z krzywą pletyzmograficzną w warunkach rzeczywistych
Figure 2. The measurement of the blood flow with the impedance plethysmography in real circs

Elektrody pomiarowe w liczbie 4 umieszczano na kończynie dolnej, z której dokonano przeszczepu żyły odpiszczelowej: w obrębie podudzia (żółte) oraz na grzbiecie stopy i dystalnej części uda (czarne).

W celach porównawczych pomiaru dokonywano również na drugiej kończynie dolnej.

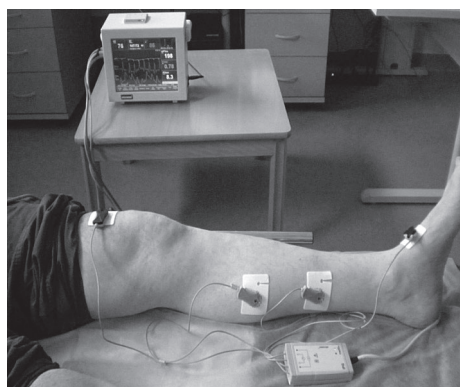
Pomiary wykonywano w spoczynku w pozycji leżącej po 10-minutowym odpoczynku chorego. Pomiary zbierano po 8 minutach trwania badania.

Analiza statystyczna

Dane statystyczne wyrażono w postaci średniej i odchylenia standardowego. W celu wykazania korelacji między badanymi parametrami a wiekiem chorych wykorzystano test Pearsona. Za istotne statystycznie uznawano zmiany, gdy poziom prawdopodobieństwa testowego był niższy od ustalonego poziomu istotności ($p < 0,05$).



a)



b)

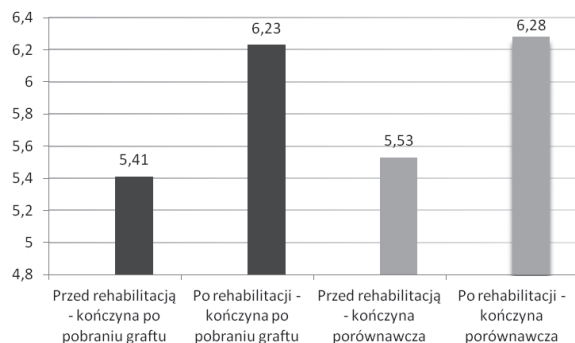
Rycina 3. Schemat ułożenia elektrod pomiarowych w obrębie podudzia a) po pobraniu żyły odpiszczelowej b) bez przeszczepu

Figure 3. Schematic arrangement of electrodes around calf a) after collecting saphenous veins b) without graft

Wyniki

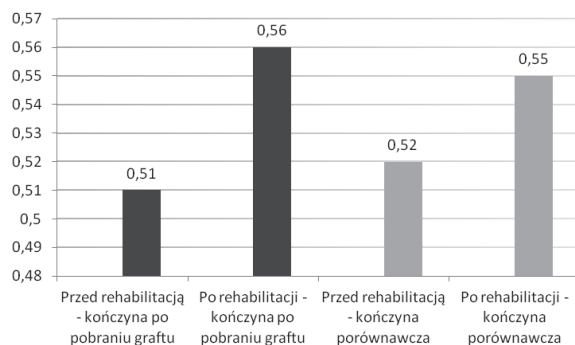
Po 4 tygodniach prowadzonych sesji treningowych wśród chorych po CABG w badaniach zmian lokalnego

przepływu krwi w obrębie podudzi zaobserwowano istotne statystycznie różnice w perfuzji w badanym obszarze. Wyniki badań odnotowanych zarówno na podudziu po pobraniu przeszczepu z żyły odpiszczelowej jak i na kończynie przeciwnej w zakresie przyjętych 4 parametrów pletyzmograficznych (CT, PT, PSlope, PAmpl) mogą wskazywać na zwiększenie perfuzji naczyniowej w trakcie 4 tygodniowego kontrolowanego treningu fizycznego.



Rycina 4. Średnie wartości parametru PSlope [p.m/s]

Figure 4. The mean values of the parameter PSlope [p.m/s]

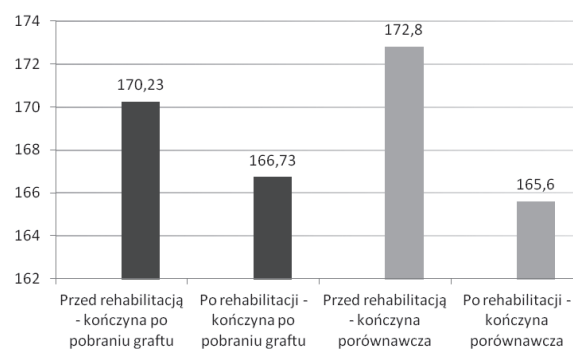


Rycina 5. Średnie wartości parametru PAmpl [p.m]

Figure 5. The mean values of the parameter PAmpl [p.m]

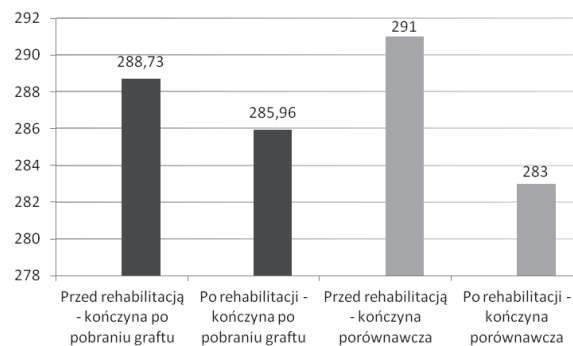
W zakresie parametru PSlope mierzonego na kończynie, z której dokonano przeszczepu żylnego średnie wartości tego parametru przed rehabilitacją wynosiły 5,41 [p.m/s]. Po 4 tygodniach treningu wzrost wartości tego parametru zaobserwowano u 46,6 % chorych a wyniki te były istotne statystycznie ($p < 0,05$). W zakresie parametru PAmpl średnie początkowe wartości wynosiły 0,51 [p.m] i wzrosły

istotnie statystycznie u 26,6% chorych. Wyjściowe średnie wartości parametru CT wynosiły 170,2 [ms] i odnotowano istotne statystycznie jego zmniejszenie u 46,6% chorych ($p < 0,05$). W zakresie parametru PT natomiast mierzonego przed rehabilitacją odnotowano średnie wartości na poziomie 288,7 [ms] a istotne statystycznie skrócenie czasu propagacji zaobserwowano wśród 53,3% badanych ($p < 0,05$). Po zakończeniu 4-tygodniowego programu rehabilitacji średnie wartości badanych parametrów pletyzmograficznych mierzonych na kończynie po pobraniu graftu wyniosły odpowiednio dla PSlope 6,16 [p.m/s], PAmpl 0,56 [p.m], CT 166,7 [ms] oraz dla PT 285,9 [ms]. Jedynie średnie wartości parametru PAmpl okazały się nieistotne statystycznie ($p > 0,05$) (ryciny: 4-7).



Rycina 6. Średnie wartości parametru CT [ms]

Figure 6. The mean values of the parameter CT [ms]



Rycina 7. Średnie wartości parametru PT [ms]

Figure 7. The mean values of the parameter PT [ms]

W zakresie parametru PSlope mierzonego na kończynie porównawczej średnie wartości parametru przed rehabilitacją wynosiły 5,53 [p.m/s]. Po 4 tygodniach treningu wzrost wartości tego parametru zaobserwowano u 66,7% chorych a wyniki te były

Tabela 1.

Wartości badanych parametrów przepływu w podudziu z pobranym grafem								
Okres badania	Przed rehabilitacją				Po rehabilitacji			
Parametry	PSlope	PAmpl	CT	PT	PSlope	PAmpl	CT	PT
Średnia	5,41	0,51	170,23	288,73	6,23	0,56	166,73	285,96
SD	±1,32	±0,11	±16,32	±37,45	±1,21	±0,12	±14,84	±35,63
Mediana	5,3	0,56	171	269	5,8	0,61	164	262
Min-Max	3,1-7,6	0,35-0,72	145-198	206-324	3,4-7,9	0,33-0,81	143-195	196-332
p					<0,05	>0,05	<0,05	<0,05

p – po 4 tygodniach w stosunku do wartości wyjściowych

Tabela 2.

Wartości badanych parametrów przepływu w kończynie porównawczej								
Okres badania	Przed rehabilitacją				Po rehabilitacji			
Parametry	PSlope	PAmpl	CT	PT	PSlope	PAmpl	CT	PT
Średnia	5,53	0,52	172,8	291	6,28	0,55	165,6	283
SD	±1,41	±0,12	±17,23	±38,45	±1,29	±0,12	±13,96	±34,60
Mediana	5,9	0,57	173	271	5,9	0,61	162	259
Min-Max	3,3-7,8	0,35-0,72	143-200	200-328	3,5-7,9	0,35-0,83	146-196	198-334
p					<0,05	>0,05	<0,05	<0,05

p – po 4 tygodniach w stosunku do wartości wyjściowych

istotne statystycznie ($p < 0,05$). W zakresie parametru PAmpl średnie początkowe wartości wynosiły 0,52 [p.m] i wzrosły istotnie statystycznie u 33,3% chorych. Wyjściowe średnie wartości parametru CT wynosiły 172,8 [ms] i odnotowano istotne statystycznie jego zmniejszenie u 53,3% chorych ($p < 0,05$). W zakresie parametru PT natomiast mierzonego przed rehabilitacją odnotowano średnie wartości na poziomie 291,0 [ms] a istotne statystycznie zmniejszenie jego wartości zaobserwowano wśród 60% badanych ($p < 0,05$). Po zakończeniu 4-tygodniowego programu rehabilitacji średnie wartości badanych parametrów pletyzmograficznych mierzonych na kończynie bez pobranego materiału żylnego wyniosły odpowiednio dla PSlope 6,28 [p.m/s], PAmpl 0,55 [p.m], CT 165,6 [ms] oraz dla PT 283,0 [ms]. Jedynie średnie wartości parametru

PAmpl okazały się nie istotne statystycznie ($p > 0,05$) (ryciny: 4 - 7).

Uzyskane wyniki skorelowano z wiekiem chorych poddanych badaniu. W tym celu dokonano podziału chorych na dwie grupy wiekowe, tj. 55-64 i 65-78 lat. W grupie chorych 55-64 lat zaobserwowana korelacja okazała się słabo ujemna ($r = -0,223$) w kończynie po pobraniu przeszczepu. W kończynie porównawczej w tej samej grupie wiekowej również zależność okazała się słabo ujemna ($r = -0,282$). Wśród chorych z grupy 65-78 w kończynie po pobraniu graftu zależność była słabo dodatnia $r = 0,226$. W tej samej grupie wiekowej wyniki parametrów uzyskane z kończyny porównawczej okazały zależność słabo dodatnią ($r = 0,477$).

Dyskusja

W przeprowadzanych badaniach po 4-tygodniowej sesji treningowej składającej się z treningu interwałowego na cykloergometrze rowerowym i ćwiczeń ogólnousprawniających zaobserwowano istotne zmiany w zakresie opisywanych parametrów pletyzmograficznych w badanym obszarze naczyniowym. W obu badanych obszarach, tj. w podudziu, w którym dokonano pobrania żyły odpiszczelowej jak i w obrębie kończyny przeciwnej odnotowano zwiększenie parametrów PSlope i PAmpl oraz skrócenie czasu CT i czasu propagacji PT. Takie zmiany przemawiają za poprawą perfuzji naczyniowej. Istotniejsze efekty zaobserwowano w obrębie podudzia bez pobranego materiału żylnego. Takie zachowanie się wybranych parametrów może świadczyć o ograniczeniu przepływu naczyniowego w kończynach, z której pobrano wolny graft.

Problem zmian perfuzji kończyn dolnych u chorych po zabiegach pomostowania aortalno-wieńcowego nie jest dobrze poznany. Jak do tej pory nie wiadomo w jakim stopniu pobranie wolnego graftu z żyły odpiszczelowej powoduje upośledzenie przepływu krwi w obrębie kończyny dolnej. Wiadomo jednak, że istotnym problemem jest długotrwałe nawet roczne utrzymywanie się dolegliwości związanych z tą procedurą [10,11]. Engblom [12] wskazuje na problem bólu kończyn dolnych i ich obrzęk u 21 % chorych utrzymujące się po 6 miesiącach od operacji.

Żyła odpiszczelowa jest główną żyłą powierzchowną kończyny dolnej i obok układu żył głębokich i żył przesywających – perforatorów, stanowi ważny element łożyska naczyniowego kończyny dolnej. Jednak sam mechanizm zapewniający skuteczną perfuzję obwodową jest bardziej złożony. Główną siłą napędową powodującą, że krew przemieszcza się w łożysku naczyniowym kończyn dolnych jest pompa mięśniowa, integralnie związana ze skurczem mięśni podudzia, stopy i uda. Drugim istotnym czynnikiem jest pompa stawowa zależna od ruchów zginania i prostowania głównie w stawie skokowym, powodująca ucisk na podeszwy splot żylny. Do prawidłowego przepływu krwi konieczna jest także drożność układu żylnego, wydolność zastawek i prawidłowy tonus ściany żylny [13]. Pobranie żyły odpiszczelowej jako materiału do pomostu aortalno – wieńcowego może zatem znacząco modyfikować czynność obwodowego układu krążenia w obrębie podudzia w trakcie kontrolowanego treningu fizycznego.

Badania w tym kierunku przeprowadził Goodman i wsp.[14] oceniając zachowanie się centralnego i obwodowego układu krążenia u chorych po zabiegach pomostowania aortalno-wieńcowego. U 31 chorych, u których zastosowano 12-tygodniowy program treningowy składający się z treningu marszowego i joggingu odnotowali 18% wzrost przepływu krwi w obrębie podudzia stosując jako metodę badawczą pletyzmografię typu strain-gauge.

W badaniach własnych obserwowano korelacje pomiędzy wiekiem badanych chorych, a parametrami pletyzmograficznymi w obydwu kończynach. Ta zależność może sugerować, że chorzy w starszym wieku odnoszą większą korzyść z kontrolowanego treningu fizycznego w porównaniu do młodszych chorych. W obu kończynach stwierdzono bowiem dodatnią korelację w grupie chorych powyżej 65 r.ż., co jak się wydaje, jest wyrazem istotnej poprawy w zakresie perfuzji obwodowej. Korzyści wynikające z rehabilitacji kardiologicznej u chorych w wieku podeszłym mają swoje odzwierciedlenie w ogólnej sprawności ruchowej, a w konsekwencji zwiększają wydolność fizyczną. Heldal i Sire [16] oceniając 4-tygodniowy okres treningów u chorych w podeszłym wieku z CHNS zaobserwowali wzrost wydolności fizycznej wynoszący 49 %. Lavie i Milani [15] analizując korzyści w czasie takiego samego okresu rehabilitacji kardiologicznej w grupie 268 chorych z CHNS w średniej wieku 70 ± 4 lat odnotowali istotny statystycznie wzrost wydolności fizycznej o 34%. Ci sami autorzy, badając grupę złożoną z 54 chorych z chorobą wieńcową, wykazali korzystniejszy efekt rehabilitacji kardiologicznej w grupie chorych > 75 r.ż. niż w grupie 65-75 lat. Chorzy przekraczający 75 lat uzyskali wzrost wydolności fizycznej o 39% w porównaniu do 31% w grupie młodszej.

Wnioski

1. Stwierdzone na początku badania wyjściowe wartości badanych parametrów w kończynach po pobraniu żyły odpiszczelowej w porównaniu do kończyny przeciwnej świadczą o ograniczeniu perfuzji naczyniowej.
2. Obserwowana po 4 tygodniach kontrolowanego treningu fizycznego znamienna poprawa w zakresie badanych parametrów pletyzmograficznych jest wyrazem usprawnienia przepływu krwi w kończynach.

3. Istotne zwiększenie perfuzji obwodowej po treningu fizycznym obserwowano u chorych w starszym wieku.
4. Pletyzmografia impedancyjna pozwala na precyzyjne i powtarzalne monitorowanie zmian lokalnego przepływu krwi w badanym obszarze u chorych poddanych rehabilitacji kardiologicznej

Badania finansowane przez Uniwersytet Medyczny w Łodzi – grant nr 502-03/7-127-02/502-54-032

Adres do korespondencji:

Ireneusz Jurczak
Pracownia Ergonomii i Fizjologii Wysiłku Fizycznego
Uniwersytet Medyczny w Łodzi
Pl. Hallera 1; 90-647 Łódź
☎ (+48) 600 047 067
✉ ireneusz.jurczak@e.umed.lodz.pl

Konflikt interesów / Conflict of interest

Brak/None

Piśmiennictwo

1. Taylor RS, Brown A, Ebrahim S, Jolliffe J, Noorani H, Rees K, et al. Exercise – based rehabilitation for patients with coronary heart disease: systemic review and meta – analysis of randomized controlled trials. *Am J Med* 2004;116:682-92.
2. Fletcher GF, Balady G, Amsterdam EA, Chaitman B, Eckel R, Fleg J, et al. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation* 2001;104:1694-740.
3. Polskie Towarzystwo Kardiologiczne. Prewencja chorób układu krążenia. Wytyczne ESC. *Kardiologia Polska* 2004;61(supl. I):11-192.
4. Effler DB, Favaloro RG, Graves LK. Myocardial revascularization – Cleveland clinical experience. *J Cardiovasc Surg* 1971;12:1.
5. Szmít S, Filipiak KJ. Czy u pacjenta z chorobą serca ważna jest aktywność fizyczna. *Przew Lek* 2006;2:32-8.
6. Tan KH, de Cossart L, Edwards PR. Exercise training and peripheral vascular disease. *Br J Surg* 2000;87:553-62.
7. Remijnse-Tamerius HC, Duprez D, De Buyzere M, Oeseburg B, Clement DL. Why is training effective in the treatment of patients with intermittent claudication? *Internat Angiol* 1999;18:103-12.
8. Huonker M, Halle M, Keul J. Structural and functional adaptations of the cardiovascular system by training. *Int J Sports Med* 1996;17(Suppl 3):164-72.
9. Piechota M, Irzmański R, Kowalski J, Pawlicki L. Kardiografia Impedancyjna. *Folia Cardiol* 2005;12:7-12.
10. Klersy C, Collarini L, Morellini MC, Cellino F. Heart surgery and quality of life: a prospective study on ischaemic patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 1997;12:602-9.
11. Sjoland H, Caidahl K, Wiklund I, Haglid M, Hartford M, Karlson BW, et al. Impact of coronary bypass grafting on various aspect of quality of life. *Eur J Cardiothorac Surg* 1997;12:612-9.
12. Engblom E, Hamalainen H, Lind J, Mattlar CE, Ollila S, Kallio V, et al. Quality of life during rehabilitation after coronary bypass surgery. *Qual Life Res* 1992;1:167-75.
13. Migdalski A, Ciecierski M, Jawień A. Fizjologia i patofizjologia odpływu żylnego. *Przew Lek* 2004;8:33-5.
14. Goodman JM, Pallandi DV, Reading JR, Plyley MJ, Liu PP, Kavanagh T. Central and peripheral adaptations after 12 weeks of exercise training in post-coronary artery bypass surgery patients. *J Cardiopulm Rehabil* 1999;19:144-50.
15. Haldal M, Sire S. Effects of intensive exercise training on lipid levels in high risk post MI patients. *Eur Heart J* 1999;20:1475-84.
16. Lavie CJ, Milani RV. Effects of cardiac rehabilitation programs in very elderly patients ≥75 years of age. *Am J Cardiol* 1995;76:177-9.
17. Lavie CJ, Milani RV. Impact of aging hostility in coronary patients and effects of cardiac rehabilitation and exercise training in elderly persons. *Am J Geriatr Cardiol* 2004;13:125-30.