

Akademia Wychowania Fizycznego
Im. Jerzego Kukuczki w Katowicach

Michał Morawiec

**Skuteczność treningu oporowego
z zastosowaniem systemu podwieszeń u pacjentów
po przebytych zawale mięśnia sercowego.**

Opiekun naukowy
dr hab. Zbigniew Nowak prof. nadzw.

Katowice 2020

Spis treści

1. Spis skrótów	4
2. Wykaz tabel i rycin	7
3. Wstęp	10
3.1. Wprowadzenie	10
3.2. Kompleksowa rehabilitacja kardiologiczna	11
3.2.1. Elementy kompleksowej rehabilitacji kardiologicznej	11
3.2.2. Etapy kompleksowej rehabilitacji kardiologicznej	12
3.2.3. Formy treningu w kompleksowej rehabilitacji kardiologicznej	16
3.2.3.1. Trening wytrzymałościowy	16
3.2.3.2. Trening oporowy	17
3.3. Trening z zastosowaniem Systemu Podwieszeń	19
3.3.1. Historia Systemu Podwieszeń	19
3.3.2. Technika ćwiczeń z Systemem Podwieszeń.....	20
3.3.3. Zdrowotny trening z zastosowaniem Systemu Podwieszeń.....	20
4. Cel i pytania i badawcze	23
5. Materiał i metody badań	25
5.1. Materiał badany	25
5.2. Metody badawcze	31
5.2.1. System Podwieszeń, budowa	31
5.2.2. Technika i zasady wykonywania treningu w Systemie Podwieszeń.....	32
5.2.3. Metody przeprowadzenia badań.....	34
5.3. Metodyka oceny statystycznej	55
6. Wyniki badań	56
6.1. Elektrokardiograficzna próba wysiłkowa (EPW)	56
6.2. Badanie echokardiograficzne serca	60
6.3. Badanie profilu lipidowego	62
7. Dyskusja	64
7.1. Elektrokardiograficzna próba wysiłkowa (EPW)	65
7.2. Badanie echokardiograficzne serca (UKG)	69
7.3. Badanie profilu lipidowego krwi	72
8. Wnioski	75
9. Bibliografia	76

10. Załączniki	87
11. Streszczenie	95

1. Spis skrótów

- 2D** – obrazowanie dwuwymiarowe (ang. *Two-Dimensional*)
- 3D** – obrazowanie trójwymiarowe (ang. *Three-Dimensional*)
- BMI** – wskaźnik masy ciała, wskaźnik Queteleta II (ang. *Body Mass Index*)
- BMS** – stent metalowy, niepowlekany (ang. *Bare Metal Stent*)
- BSA** – powierzchnia ciała (ang. *Body Surface Area*)
- CABG** – pomostowanie aortalno-wieńcowe (ang. *Coronary Artery Bypass Graft*)
- ChNS** – choroba niedokrwienna serca
- CHS** – status zdrowia serca (ang. *Cardiac Health Status*)
- DES** – stent uwalniający lek antyproliferacyjny (ang. *Drug Eluting Stent*)
- DPmax** – produkt, iloczyn podwójny maksymalny (ang. *Double Product Rest*)
- DPrest** – produkt, iloczyn podwójny spoczynkowy (ang. *Double Product Maximal*)
- EAS** – Europejskie Towarzystwo Miażdżycowe (ang. *The European Atherosclerosis*)
- EKG** – elektrokardiogram
- EPW** – elektrokardiograficzna próba wysiłkowa
- ESC** – Europejskie Towarzystwo Kardiologiczne (ang. *The European Society of Cardiology*)
- HDL** – lipoproteiny osocza krwi o wysokiej gęstości (ang. *High Density Lipoprotein*)
- HR** –częstotliwość rytmu serca (ang. *Heart Rate*)
- HRmax** – maksymalna częstotliwość rytmu serca (ang. *Heart Rate Maximal*)
- HRrest** – spoczynkowa częstotliwość rytmu serca (ang. *Heart Rate Rest*)
- kcal** – kilokalorie
- KRK** – kompleksowa rehabilitacja kardiologiczna
- LDL** – lipoproteiny osocza krwi o niskiej gęstości (ang. *Low Density Lipoprotein*)
- LVEDD** – wymiar końcoworozkurczowy lewej komory serca (ang. *Left Ventricular End-Diastolic Diameter*)
- LVEDV** – objętość końcoworozkurczowa lewej komory serca (ang. *Left Ventricular End-Diastolic Volume*)
- LVEF** – frakcja wyrzutowa lewej komory serca (ang. *Left Ventricular Ejection Fraction*)
- LVESD** – wymiar końcowoskurczowy lewej komory serca (ang. *Left Ventricular End-Systolic Diameter*)
- LVESV** – objętość końcowoskurczowa lewej komory serca (ang. *Left Ventricular End-Systolic Volume*)

LVM –masa lewej komory serca (ang. *Left Ventricular Mass*)

LVMI –wskaźnik masy lewej komory serca (ang. *Left Ventricular Mass Index*)

LVPW – wymiar rozkurczowy tylnej ściany lewej komory serca (ang. *Left Ventricular Posterior Wall Diastolic Diameter*)

LVSV –objętość wyrzutowa lewej komory serca (ang. *Left Ventricular Stroke Volume*)

MET – równoważnik metaboliczny (ang. *Metabolic Equivalent*)

min – minuta/y

MLTPAQ – kwestionariusz oceny aktywności fizycznej (ang. *Minnesota Leisure Time Physical Activities Questionnaire*)

MI – zawał serca (ang. *Myocardial Infarction*)

N – liczebność

NS – brak istotności statystycznej

p – poziom istotności statystycznej (ang. *p-value, probability value*)

NSTEMI - zawał mięśnia serca bez uniesienia odcinka ST (ang. *No ST Elevation Myocardial Infarction*)

OSC- ogólny środek ciężkości

OZW – ostry zespół wieńcowy

PCI – przeszskórna interwencja wieńcowa (ang. *Percutaneous Coronary Intervention*)

PTCA – przeszskórna angioplastyka wieńcowa (ang. *Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty*)

PTK – Polskie Towarzystwo Kardiologiczne

r – współczynnik korelacji

RR – ciśnienie tętnicze krwi (Riva-Rocci, ang. *BP – bloodpressure*)

RRrmax – ciśnienie tętnicze krwi rozkurczowe maksymalne

RRrsp – ciśnienie tętnicze krwi rozkurczowe spoczynkowe

RRskmax – ciśnienie tętnicze krwi skurczowe maksymalne

RRsksp – ciśnienie tętnicze krwi skurczowe spoczynkowe

SD – odchylenie standardowe (ang. *Standard Deviation*)

ST– odcinek ST

STEMI– zawał mięśnia serca z uniesieniem odcinka ST (ang. *ST Elevation Myocardial Infarction*)

TBC – jedna z odmian aerobiku pracująca nad mięśniami całego ciała (ang. *Total Body Conditioning*)

TC – cholesterol całkowity (ang. *Total Cholesterol*)

TG – triglicerydy (ang. *Triglycerides*)

UKG – ultrasonografia/echokardiografia

USG – ultrasonografia

vs – kontra (łac. versus)

VO₂ – pochłanianie, pobieranie tlenu (ang. *Oxygen Uptake*)

VO₂max – maksymalne pochłanianie tlenu (ang. *Maximal Oxygen Uptake*)

W – wat

2. Wykaz tabel i rycin

Tabele

Tab. 1. Klasyczny protokół Bruce'a	13
Tab. 2. Protokół jazdy na cykloergometrze	14
Tab. 3. Wiek badanej grupy pacjentów.....	27
Tab. 4. Rodzaje schorzeń występujących w badanej grupie mężczyzn.....	27
Tab. 5. Typ zawału mięśnia sercowego wśród wszystkich badanych mężczyzn.....	27
Tab. 6. Rodzaj zastosowanej metody leczenia wszystkich badanych mężczyzn	28
Tab. 7. Liczba implantowanych stentów wśród wszystkich badanych mężczyzn.....	28
Tab. 8. Wyniki kwestionariusza Minnesota Leisure Time Physical Activites	28
Tab. 9. Porównanie wstępnych wyników elektrokardiograficznej próby wysiłkowej.....	29
Tab. 10. Porównanie wstępnych wyników badania echokardiograficznego.....	30
Tab. 11. Porównanie wstępnych wyników profilu lipidowego.....	30
Tab. 12. Metodyka treningu według zaleceń Sekcji Rehabilitacji Kardiologicznej i Fizjologii Wysiłku Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego.....	35
Tab. 13. Protokół jednostki ogólnokondycyjnej.....	36
Tab. 14. Protokół jednostki oporowej.....	37
Tab. 15. Protokół jednostki treningowej z systemem podwieszającym.....	38
Tab. 16. Obciążenia w poszczególnych częściach ciała.....	41
Tab. 17. Wyniki obciążeń ćwiczeń.....	51
Tab. 18. Wyniki elektrokardiograficznej próby wysiłkowej wykonanej w obu badanych grupach pacjentów przed (I) i pod (II) cyklu 24 dniowej rehabilitacji	57

Tab. 19. Wyniki badania echokardiograficznego serca wykonanej w obu badanych grupach pacjentów przed (I) i pod (II) cyklu 24 dniowej rehabilitacji.....60

Tab. 20. Wyniki badania profilu lipidowego wykonanego w obu grupach pacjentów przed (I) i pod (II) cyklu 24 dniowej rehabilitacji62

Ryciny

Ryc. 1. Ogólna budowa systemu podwieszń.....31

Ryc. 2. Ogólny schemat platformy do systemu podwieszń.....32

Ryc. 3. Podział na odcinki ciała.....41

Ryc.4. Dźwignie sił w obrębie tułowia.....42

Ryc.5. Ćwiczenie nr 1.....43

Ryc.6. Ćwiczenie nr 2.....44

Ryc.7. Ćwiczenie nr 3.....45

Ryc. 8. Ćwiczenie nr 4.....46

Ryc. 9. Wykresy momentów zginających w ćwiczeniu nr1.....47

Ryc. 10. Wykresy momentów zginających w ćwiczeniu nr 2.....47

Ryc. 11. Wykresy momentów zginających w ćwiczeniu nr 3.....48

Ryc. 12. Wykresy momentów zginających w ćwiczeniu nr 4.....48

Ryc. 13. Wykres sił osiowych w ćwiczeniu nr 1.....49

Ryc. 14. Wykres sił osiowych w ćwiczeniu nr 2.....49

Ryc. 15. Wykres sił osiowych w ćwiczeniu nr 3.....50

Ryc. 16. Wykres sił osiowych w ćwiczeniu nr 4.....50

Ryc. 17. Zajęcia grupowe z zastosowaniem systemu podwieszń.....51

Ryc. 18. Zajęcia grupowe z zastosowaniem systemu podwieszeń.....	52
Ryc. 19. Porównanie zmian (delta) parametrów testu wysiłkowego- czas.....	58
Ryc. 20. Porównanie zmian (delta) parametrów testu wysiłkowego- dystans.....	58
Ryc. 21. Porównanie zmian (delta) parametrów testu wysiłkowego- MET	59
Ryc. 22. Porównanie zmian (delta) parametrów testu wysiłkowego- VO2max.....	59
Ryc. 23. Porównanie zmian (delta) parametrów testu wysiłkowego- HRsp	59
Ryc. 24. Porównanie zmian (delta) parametrów testu wysiłkowego- RRsksp.....	59
Ryc.25. Porównanie zmian (delta) parametrów testu wysiłkowego- RRskmax	59
Ryc.26. Porównanie zmian (delta) parametrów testu wysiłkowego- RRskmax i DPsp.....	59
Ryc. 27. Porównanie zmian (delta) parametrów badania echokardiograficznego serca-EF%.	61
Ryc. 28. Porównanie zmian (delta) parametrów profilu lipidowego-TC.....	63
Ryc. 29. Porównanie zmian (delta) parametrów profilu lipidowego- HDL.....	63
Ryc. 30. Porównanie zmian (delta) parametrów profilu lipidowego- LDL.....	63

3. Wstęp

3.1. Wprowadzenie

Jednymi z najistotniejszych problemów chorobowych w Polsce odznaczającymi się dużą śmiertelnością są choroby układu krążenia (ChUK). Mimo, iż od kilku lat odnotowywana jest poprawa w skuteczności ich leczenia, stanowią one najważniejszy czynnik umieralności. W latach 90-tych w kraju, choroby układu krążenia były przyczyną ponad połowy (52%) wszystkich zgonów, natomiast w 2013 roku liczba ta wyniosła 45,8% (177 tys. osób). Spośród wszystkich chorób sercowo-naczyniowych za największą liczbę zgonów odpowiada choroba niedokrwienna serca, która w tym samym roku wyniosła 23% (41 tys. os) wszystkich zgonów kardiologicznych.

Umieralność w pozostałych krajach UE z powodu ChUK jest zróżnicowana. W 2012 we Francji, Holandii, Belgii i Danii choroby układu krążenia były przyczyną zgonów niespełna 30% natomiast ponad 50% w Bułgarii, Litwie, Estonii, Łotwie oraz Rumunii. W Polsce wartość ta wyniosła 46% [Cierniak-Piotrowska i wsp. 2015].

Niewydolność serca, do której prowadzi choroba niedokrwienna stanowi prognostycznie bardziej niebezpieczną ze względu na śmiertelność jednostkę chorobową, niż nowotwory [Rywik 2014]. W znacznym stopniu obniża jakość życia i prowadzi do częstych hospitalizacji co na płaszczyźnie psychofizycznej osób dotkniętych niewydolnością sercowo-naczyniową stanowi problem społeczny [Smolis-Bąk i wsp.2019, Węgrzynowska-Teodorczyk i wsp. 2018]

Dzięki rozwojowi medycyny w zakresie diagnostyki, leczenia farmakologicznego oraz inwazyjnego poprawiono rokowania i uzyskano obniżenie poziomu umieralności z powodu chorób układu krążenia. Dodatkowo sprecyzowano determinujące czynniki incydentów sercowo naczyniowych wykorzystywanych w profilaktyce [Cierniak-Piotrowska i wsp. 2015].

W wyniku niekorzystnego wpływu cywilizacji na ChUK oraz większej liczbie przeżywalności dzięki rozwojowi medycyny zwiększyło się zapotrzebowanie na rehabilitację kardiologiczną. Nowoczesne metody kardiologii inwazyjnej oraz leczenie przeciwzakrzepowe mają na celu zmniejszenie umieralności. Rehabilitacja kardiologiczna podejmuje działania mające poprawić jakość życia oraz umożliwić powrót do aktywności zawodowej. Natomiast działania prewencji wtórnej kierowane są na przeciwdziałaniu nawrotowi choroby [Kochman i wsp. 2009, Dytfeld i wsp. 2006, Karolewska-Kuszej 2005].

Wielokrotnie zostało potwierdzone, iż redukcja czynników ryzyka, rehabilitacja oraz odpowiednie wyedukowanie chorego poprawiają rokowania oraz wpływają na poprawę

jakości życia wśród osób z chorobami sercowo-naczyniowymi. W postępowaniu w chorobie niedokrwiennej serca a szczególnie po ostrym zespole wieńcowym standardowym działaniem jest kompleksowa rehabilitacja kardiologiczna. W ramach usystematyzowanej rehabilitacji efektywnym jest również uzupełnienie w działania prewencji wtórnej. W efekcie rehabilitacji obejmującej ćwiczenia fizyczne wykazano zredukowanie ryzyka zgonu o 26% z przyczyn sercowo-naczyniowych a konieczność hospitalizacji zmniejszyło się o 31%. Co za tym idzie cele stawiane na początku działania profilaktyki chorób sercowo-naczyniowych są osiąmane częściej przez osoby uczestniczące w kompleksowej rehabilitacji kardiologicznej [Balady i wsp. 2011, Heran i wsp. 2011, Piepoli i wsp. 2010]

Proces rehabilitacji kardiologicznej jest sprecyzowany a cele ściśle określone, natomiast charakterystyka ośrodków rehabilitacyjno-kardiologicznych i forma zajęć różni się w zależności od kraju w którym jest prowadzona. W rehabilitacji kardiologicznej powinni przede wszystkim uczestniczyć pacjenci o największym poziomie ryzyka sercowo-naczyniowego (niewydolność serca, ChNS, interwencje kardiochirurgiczne) [Bjarnason-Wehrens i wsp.2010, Piepoli i wsp. 2010].

3.2. Kompleksowa rehabilitacja kardiologiczna

3.2.1. Elementy kompleksowej rehabilitacji kardiologicznej

Podstawową, niezbędną bazę terapeutyczną w chorobach układu sercowo-naczyniowego stanowi kompleksowa rehabilitacja kardiologiczna (KRK) [Gloc 2014, Gloc i Nowak 2011, Karolewska –Kuszej i Brodowski 2005]. KRK dzieli się na takie składowe jak: kliniczna ocena pacjenta, rehabilitacja psychospołeczna (radzenie sobie ze stresem, depresją oraz lękiem spowodowanym chorobą) oraz rehabilitacja ruchowa. W ujęciu holistycznym zmiany powinny dotyczyć nawyków żywieniowych oraz kontroli masy ciała i poziomu tkanki tłuszczowej. Celem powinno być minimalizowanie czynników miażdżycowych, zmniejszenie ciśnienia krwi, zapobieganie cukrzycy oraz optymalizowanie poziomu cholesterolu we krwi [Skonieczny i wsp. 2013, Gajos 2008]. Zmiany powinny również dotyczyć stylu życia poprzez podjęcie dopasowanej, systematycznej aktywności fizycznej i wyeliminowanie używek tj. nikotyny oraz wysokoprocentowego alkoholu [Skonieczny i wsp. 2013, Gajos 2008]. Aby uzyskać zamierzone cele KRK, postępowanie powinno być uzupełnione o edukację prozdrowotną chorego i jego rodziny oraz dodatkową

diagnostykę, dzięki której można dostosować proces rehabilitacyjny [Gloc 2014, Gloc i Nowak 2011, Brombosz i Dendura 2009, Smarż 2008, Plewka i wsp. 2004, Kompleksowa rehabilitacja kardiologiczna, Stanowisko ds. opracowania standardów rehabilitacji Kardiologicznej Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego 2004, Giannuzzi i wsp. 2003].

Jednym z czynników przyczyniającym się do wystąpienia problemów z niewydolnością krążeniową jest nadwaga. Prowadzi ona między innymi do wzrostu pojemności minutowej i przeciążenia lewej komory serca. Populacyjnie otyłość i problemy z nadwagą potęgują ryzyko zawału mięśnia sercowego [Trzos i wsp. 2009, Dobrowolska i wsp. 2002]. Kolejnym parametrem, często zaburzonym z powodu nadmiernego poziomu tkanki tłuszczowej w organizmie, jest stężenie trójglicerydów we krwi. Zaburzony stosunek cholesterolu HDL w stosunku do LDL wynika również z nieodpowiednich nawyków żywieniowych. Dlatego osoby w grupie ryzyka powinny szczególnie zadbać o przestrzeganie odpowiednich reguł w kwestii doboru produktów żywieniowych i strategii zapotrzebowania kalorycznego [Mizigier i wsp. 2010, Gajos 2008, Singh i wsp. 2006, Dłużniewska i wsp. 2003].

3.2.2. Etapy kompleksowej rehabilitacji kardiologicznej

Rehabilitacja pacjentów po przebytych zawale mięśnia sercowego prowadzona jest zgodnie ze standardami Rehabilitacji Kardiologicznej Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego z 2004 r. [Stanowisko Komisji ds. Opracowania Standardów Rehabilitacji Kardiologicznej Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego 2004].

W procesie postępowania rehabilitacyjnego wyróżniamy dwa etapy: wczesny i późny.

Wczesna rehabilitacja:

Etap I- szpitalny- od momentu rozpoczęcia hospitalizacji w okresie ostrym do momentu samodzielnego wyjścia.

Etap II- obejmujący działania jeszcze w szpitalu, a później w ambulatorium lub w domu- do kilku tygodni.

Późna rehabilitacja:

Etap III- po zakończeniu wczesnej rehabilitacji, trwa do końca życia [Smarż 2008, Piotrowicz i Wolszakiewicz 2008, Plewka 2004, Stanowisko Komisji ds. Opracowania Standardów Rehabilitacji Kardiologicznej Polskiego Towarzystwa kardiologicznego 2004].

Badaniem kwalifikującym do II etapu jest elektrokardiograficzna próba wysiłkowa, analiza spoczynkowego zapisu elektrokardiograficznego (EKG) oraz badanie ultrasonograficzne serca (UKG). Strategia taka pozwala odpowiednio dopasować program usprawniania do stanu klinicznego pacjenta i zminimalizować ryzyko zdarzeń sercowo-naczyniowych. [Głoc 2014, Jaxa-Chamiec 2008, Piotrowicz i Wolszkiewicz 2008, Szykowska-Styczyrz 2006, Stanowisko Komisji ds. Opracowania Standardów Rehabilitacji Kardiologicznej Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego 2004].

Dzięki dostępności, łatwości wykonania oraz niskim kosztom, podstawowym badaniem przy doborze postępowania rehabilitacyjnego jest zapis elektrycznej aktywności mięśnia sercowego. Natomiast w celu oceny funkcji mięśnia, na bazie obrazowego badania, wykonywana jest echokardiografia, która pozwala rozpoznać chorobę oraz przewidzieć ewentualne powikłania. Kolejnym badaniem stosowanym w celu zweryfikowaniu oceny tolerancji wysiłkowej w chorobie niedokrwiennej serca jest elektrokardiograficzna próba wysiłkowa, która jest wykonywana na bieżni mechanicznej lub cykloergometrze. Podczas tej próby najczęściej stosowany jest klasyczny siedmiostopniowy (Tab. 1.) lub zmodyfikowany protokół Bruce'a. Jednak najczęściej stosowany jest protokół jazdy na cykloergometrze (Tab.2.) [Tendera i Sosnowski 2005, Stanowisko Komisji ds. Opracowania Standardów Rehabilitacji Kardiologicznej Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego 2004, Nowak 2002].

Tab. 1. Klasyczny protokół Bruce'a

Stopień	Prędkość (km/h)	Nachylenie [%]	Czas trwania [min]
I	2,7	10	3
II	4,0	12	3
III	5,5	14	3
IV	6,8	16	3
V	8,0	18	3
VI	8,8	20	3
VII	9,7	22	3

Tab. 2. Protokół jazdy na cykloergometrze

Stopień	Obciążenie [W]	Czas trwania [min]
I	50	3
II	75	3
III	100	3
IV	125	3
V	150	3
VI	175	3
VII	200	3

II etap zaleca się rozpocząć w ciągu dwóch tygodni od zakończenia okresu szpitalnego. Drugi poziom wczesnej rehabilitacji prowadzony jest w formie ambulatoryjnej lub stacjonarnej w oddziałach rehabilitacyjnych, centrach uzdrowiskowych i przychodniach rehabilitacyjnych o profilu kardiologicznym. Ćwiczenia w formie ambulatoryjnej prowadzone są od trzech do pięciu dni w tygodniu, w tym min. trzy dni są nadzorowane. Natomiast stacjonarna forma obejmuje pięć zajęć w ciągu tygodnia pod stałym nadzorem medycznym. Etap ten trwa od miesiąca do trzech miesięcy [Bromboszcz i Dylewicz 2005].

Wraz z rozwojem techniki coraz częstszą formą terapii staje się telerehabilitacja bazująca na monitorowaniu procesu za pomocą nowoczesnego sprzętu [Piotrowicz i wsp. 2014, Zgliczyński i wsp. 2013].

W celu zapewnienia bezpieczeństwa i dobrania odpowiedniego obciążenia, w etapie tym, dobór obciążenia odbywa się na podstawie kwalifikacji do jednego z czterech modeli: A,B,C lub D. W każdym z modeli zróżnicowany jest czas trwania wysiłku jak i jego intensywność. Pod uwagę bierze się ryzyko powikłań sercowo-naczyniowych oraz wynik testu próby wysiłkowej. W zależności od modelu, zajęcia obejmują ćwiczenia ogólnousprawniające oraz oddechowe.

Dzięki podejściu holistycznemu, kontynuowany jest proces edukacji pacjenta, w którym jest on uświadamiany o radzeniu sobie z chorobą, jak i zagadnieniach z zakresu diety i profilaktyki zdrowego trybu życia. Chorzy uczą się prawidłowej metodyki wykonywania ćwiczeń, poprzez m.in. przechodzenie kolejno przez rozgrzewkę, ćwiczenia właściwe oraz relaksujące, jak i reagowanie na wystąpienie negatywnych objawów klinicznych. Działania ogólnousprawniające w kontekście holistycznym powinny zawierać ćwiczenia zręcznościowo-równoważne oraz rozciągająco-rozluźniające [Piotrowicz 2006, Plewka i wsp. 2004, Fletcher i wsp.2002].

Późna rehabilitacja pozawałowa, realizowana w etapie III, ma na celu zmniejszenie ryzyka nawrotu choroby, poprawę tolerancji wysiłku fizycznego oraz utrzymanie

wypracowanych efektów. W związku z czasem trwania ćwiczeń i ich intensywnością zależną od zagrożeń sercowo-naczyniowych, chorzy są przyporządkowani do jednego z trzech modeli tego etapu: A, B i C. Ćwiczenia wykonywane są samodzielnie natomiast zobligowani są oni do okresowych badań kontrolnych: próba wysiłkowa, ECHO serca i EKG. Zajęcia w tej formie zalecane są bezterminowo [Bromboszcz i Dylewicz 2005, Stanowisko Komisji ds. Opracowania Standardów Rehabilitacji Kardiologicznej Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego 2004].

W celu zapewnienia najwyższego poziomu efektywności procesu usprawniania jak i bezpieczeństwa, metodyka prowadzenia zajęć w każdym etapie oraz w każdym modelu składa się zawsze z tych samych elementów. Są to kolejno: rozgrzewka, trening właściwy i wyciszenie [Dylewicz i wsp. 2004].

Udowodniono, że przy prawidłowo przeprowadzonej rehabilitacji kardiologicznej zwiększa się wydolność pacjentów, co przekłada się na poprawę jakości ich życia [Skorupska i Śliż 2013, Jerka i Kurpesa 2012, Deskur-Śmielecka i wsp. 2008, Jaxa-Chamiec 2008, Szykowska-Styczysz 2006, Stanowisko Komisji ds. Opracowania Standardów Rehabilitacji Kardiologicznej 2004]. Zmniejsza się również procent śmiertelności spowodowany nagłymi i ostrymi epizodami sercowymi, oraz hamowany jest nawrót choroby [Dobson i wsp. 2012, Jerka i Kurpesa 2012, Mampuya 2012, Haskell i wsp. 2007, Plewka i wsp. 2004, Giannuzzi i wsp. 2003, Denollet Brutsart 2001]. Na skutek regularnie prowadzonej aktywności fizycznej towarzyszącej rehabilitacji kardiologicznej, korzystnym zmianom fizjologicznym podlega również metabolizm wraz z adaptacją hemodynamiczną całego układu sercowo-naczyniowego [Movahed i wsp. 2013, Movahed i wsp. 2013, Jerka i Kurpesa 2012, Pitsovas i wsp. 2011, Banz i wsp. 2003, Fletcher i wsp. 2002, Whelton i wsp. 2002]. Trening fizyczny u osób z niewydolnością serca wpływa na poprawę siły i ukrwienie mięśni szkieletowych oraz usprawnia funkcje śródbłonna [Bielecka-Kowal i wsp. 2018]

Wraz z aktywnością fizyczną eliminowane jest ryzyko chorób współistniejących, bezpośrednio wpływających na chorobę wieńcową, takich jak: nadciśnienie tętnicze, otyłość oraz cukrzyca typu 2 [Botham i Mayers 2012, Korzeniowska-Kubacka i wsp. 2010, Piepoli i wsp. 2010, Kruk 2007].

Jednak mimo licznych doniesień naukowych, mówiących o korzyściach wynikających z aktywności fizycznej wśród pacjentów z chorobami układu sercowo-naczyniowego, nadal notuje się niedostateczny zakres stosowania rehabilitacji kardiologicznej [Domka-Jopek i wsp. 2013].

3.2.3. Formy treningu w kompleksowej rehabilitacji kardiologicznej

Istnieje wiele potwierdzonych dowodów wskazujących na korzyści płynące zarówno z treningu aerobowego (wytrzymałościowego) jak i anaerobowego (beztlenowego, oporowego) [Pitavos i wsp 2011, Zaniewicz i Kostka 2004, Banz i wsp 2003]. U osób z chorobą naczyń wieńcowych oba rodzaje treningu wpływają na inne komponenty i tylko działanie kompleksowe łączące obie składowe wydają się być najbardziej odpowiednie [Sobieszcańska i wsp 2009, Pitavos i wsp 2011, Zaniewicz D, Kostka 2004]. Warunkiem działania kardioprotekcyjnego wysiłku fizycznego jest jego systematyczność. Większość specjalistów zaleca stosowanie od 3-4 sesji treningowych w tygodniu przez 20-60 minut dziennie [Sobieszcańska i wsp 2009].

3.2.3.1. Trening wytrzymałościowy

Trening ten wykonywany jest w oparciu o tlen dostarczany przez krew do pracujących mięśni. Taki rodzaj metabolizmu charakteryzuje ćwiczenia o niskiej intensywności ale długim czasie ich trwania. Jest on podstawą programu usprawniania pacjentów z chorobą wieńcową lub po przebytych zawale serca w ramach II etapu rehabilitacji kardiologicznej, i wykonywany jest w formie ciągłej lub interwałowej [Zaniewicz i Kostka 2004]. Może być on prowadzony w warunkach ambulatoryjnych (na cykloergometrze rowerowym lub bieżni mechanicznej), jak i w terenie (marsze, biegi lub jazda na rowerze). Zaleca się stosowanie 30 minutowych ćwiczeń o charakterze aerobowym 3-5 razy w tygodniu. Polega on na dynamicznym wykonywaniu ćwiczeń angażujących duże partie mięśniowe. Wysiłek wytrzymałościowy powoduje wzrost objętości wyrzutowej, poprawia geometrię oraz metabolizm pracy serca, zmniejsza spoczynkową częstotliwość rytmu serca, przez co także obniża wartość produktu podwójnego, zwiększa wytrzymałość układu mięśniowego. Ponadto zwiększając wrażliwość komórek na insulinę reguluje gospodarkę węglowodanową, poprawia profil lipidowy, normalizuje masę ciała. Prowadzony systematycznie korzystnie wpływa na stan śródbłonna naczyń, działa przeciwzapalnie oraz przeciwzakrzepowo, zmniejsza stężenie homocysteiny, co powoduje pozytywny efekt przeciwmiażdżycowy [Sobieszcańska i wsp. 2009, Zaniewicz i Kostka 2004]. Według badań, pacjenci lepiej

tolerują trening o charakterze wytrzymałościowy w formie interwałowej, pozwalający na zastosowanie większych obciążeń treningowych. Krótkie lub o średniej długości okresy ćwiczeń przeplatane są krótkimi lub umiarkowanie długimi okresami odpoczynku (najniższe możliwe obciążenie na poziomie 10-15 W). Stosunek pracy do odpoczynku to podstawowy parametr takiego treningu. Najczęściej stosowanymi interwałami są: 3:2 (3 min faza obciążenia oraz 2 min. faza odpoczynku) lub 2:2 (2 minuty obciążenia i 2 minuty odpoczynku) [Łukasik i wsp.2012] . Według tego samego autora korzystne efekty można uzyskać także stosując proporcję 4:2.

3.2.3.2. Trening oporowy

Zastosowanie treningu wytrzymałościowego nie jest impulsem dla mięśni do rozwoju masy i siły. W tym celu aktywność fizyczną uzupełnia się o zajęcia oporowe, gdzie dzięki zjawisku superkompensacji dochodzi do zwiększonej syntezy białek w mięśniach [Niewiadomski i wsp. 2010, Zaniewicz i wsp. 2004]. Według American College of Sport Medicine trening oporowy jest uzupełnieniem treningu wytrzymałościowego w prewencji wtórnej chorób krążeniowo-oddechowych [Żak 2018]. Trening siłowy stanowi integralną składową w procesie rehabilitacyjnym osób po zawale mięśnia sercowego. Najnowsze doniesienia naukowe mówią, że połączenie treningu aerobowego oraz treningu z oporem wpływa na poprawę frakcji wyrzutowej serca podczas programów rehabilitacyjnych wśród pacjentów z niewydolnością serca. Programy treningowe zawierające formy pracy z oporem nie wykazują znacznych cech niebezpieczeństwa [Farheen wsp. 2019, Chrysohoou wsp. 2015]. Dodatkowo kardiologiczny program rehabilitacyjny z zastosowaniem treningu oporowego zwiększa siłę mięśni szkieletowych u pacjentów po przebytym zawale mięśnia sercowego [Kida i wsp. 2008]. Wśród pacjentów z niewydolnością serca trening oporowy uważa się za bezpieczny i efektywny poprawiający siłę mięśni szkieletowych oraz funkcjonowanie układu sercowo naczyniowego pod warunkiem odpowiednio zaplanowanego doboru obciążenia [Rudzińska i wsp. 2014]. Ze względów bezpieczeństwa jest wdrażany po dobrze tolerowanym tygodniowym prowadzeniu treningu aerobowego [Bromboszcz i Dylewicz 2009, Karolewska-Kuszej i Brodowski 2005, Stanowisko Komisji ds. Opracowania Standardów Rehabilitacji Kardiologicznej Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego 2004].

Trening oporowy jest wysiłkiem, w którym mięśnie wykonują pracę o charakterze izotoniczno-izometrycznym przeciw oporowi [Smarż 2008, Fletcher i wsp. 2002].

Przystosowany do potrzeb pacjentów kardiologicznych powinien spełniać następujące warunki: powinien obejmować ćwiczenia wykonywane przynajmniej raz, najkorzystniej – 2-3 razy w tygodniu, 12-15 powtórzeń w 1-3 seriach, z przerwą pomiędzy seriami wynoszącą 30-60 sekund, angażować 30-50% maksymalnej siły mięśniowej. Ćwiczenia oporowe powinny stymulować różne grupy mięśniowe w zestawie 8-10 ćwiczeń, dlatego też najczęściej odbywają się w formie treningu stacyjnego z ciężarem wyznaczonym na podstawie wykonanej liczby powtórzeń na mniejszych ciężarach [Nowak 2011, Niewiadomski i wsp. 2010] i intensywnością na poziomie 11-13 punktów według skali Borga [Nowak 2011]

Niezależnie od formy treningu oporowego istotną kwestią jest technika wykonywanych ćwiczeń, pozycja wyjściowa jak i oddech zsynchronizowany z pracą z oporem (Smarż 2008, Karolewska-Kuszej i Brodowski 2005, Dzikusko-Fedorko i Zawadzka-Byśko 2004, Fletcher i wsp. 2002, Plewka i wsp. 2004, Stanowisko Komisji ds. Opracowania Standardów Rehabilitacji Kardiologicznej Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego 2004).

U chorych na choroby układu krążenia ćwiczenia oporowe wpływają na wzrost siły oraz wytrzymałości mięśniowej, poprawiają metabolizm komórek mięśni szkieletowych w kierunku przemian beztlenowych, ponadto skutkują zmniejszeniem duszności i zmęczenia powysiłkowego. Trening oporowy korzystnie wpływa na pobór tlenu, objętość wyrzutową i pojemność minutową serca, a także na czynniki ryzyka chorób sercowo-naczyniowych, takich jak nadciśnienie, dyslipidemia, czy obniżona wrażliwość na insulinę [Rzetecki i wsp. 2018, Niewiadomski i wsp. 2010, Adams i wsp. 2006, Haennel i wsp. 1991].

Temat bezpieczeństwa w treningu oporowym poruszyli Wroclawscy badacze oceniając innowacyjny trening oporowy, izokinetyczny wśród pacjentów z niewydolnością serca. W 12 tygodniowym programie usprawniania w grupie treningu oporowego oraz wytrzymałościowego nie stwierdzono incydentów sercowo naczyniowych, oraz uzyskano pozytywne zmiany ze strony układu sercowo-naczyniowego w połączeniu z poprawą siły mięśniowej. Potwierdza to bezpieczeństwo treningu oporowego wśród pacjentów z niewydolnością serca [Rudzińska i wsp. 2014].

Do ciekawych wniosków doszli badacze Farheen i wsp. [2019] porównując dwie grupy pacjentów po przebytych zawale mięśnia sercowego. Jedna z grup była objęta treningiem wytrzymałościowym o intensywności od 65 do 85% docelowej częstotliwości skurczów serca (THR, target heart rate), natomiast druga grupa wykonywała trening wytrzymałościowy z taką samą intensywnością oraz oporowy z obciążeniem od 30-50% ciężaru maksymalnego. Czas badania wynosił 6 tyg. a obciążenie było progresywnie

zwiększane co tydzień. Najczęstszą chorobą współistniejącą wśród badanych grup było nadciśnienie tętnicze. Wyniki w obu grupach przedstawiły pozytywne zmiany zarówno w stężeniu cholesterolu oraz wartości frakcji wyrzutowej lewej komory serca EF. Natomiast większą poprawę EF wykazali pacjenci z grupy zawierającej trening oporowy [Farheen i wsp. 2019].

Jako uzupełnienie zalecana jest aktywność w formie gimnastyki ogólnousprawniającej, obejmującej ćwiczenia rozciągające, równoważne, zręcznościowe, rozluźniające i oddechowe. Bardzo popularnym rodzajem ćwiczeń są elementy aerobiku TBC (ang. *Total Body Conditioning*), czy step aerobiku wykonywanym 5 razy w tygodniu przez 30 minut [Niewiadomski i wsp. 2010, Plewka i wsp. 2004, Fletcher i wsp. 2002].

3.3. Trening z zastosowaniem systemu podwieszeń

3.3.1. Historia systemu podwieszeń

Pierwsze zastosowanie systemu podwieszeń miało miejsce w USA przez żołnierzy jednostki specjalnej. Niewielka waga i rozmiar, a dodatkowo łatwość transportowania taśm, pozwoliły na efektywne treningi w różnych misjach wojskowych. Następnie walory pracy z systemem podwieszeń szybko znalazły uznanie wśród profesjonalnych sportowców i rehabilitantów. Dziś, dzięki ekspansywnemu rozwojowi branży fitness zostały rozpopularyzowane na cały świat, jako nowa metoda treningowa.

Zastosowanie tego rodzaju treningu, dodatkowo pozwala pracować nad takimi parametrami jak: stabilizacja, mobilność stawów, siła mięśniowa i hipertrofia z możliwością lepszego doboru obciążenia uzależnionym od modelu usprawniania. Dodatkowym aspektem jest duża atrakcyjność zajęć. W treningu z zastosowaniem systemu podwieszeń mamy możliwość wykonania ćwiczeń na każdą grupę mięśniową przy zastosowaniu niezwykle ważnej funkcjonalności ćwiczeń, tzn. wpływającą na poprawę wykonywania czynności dnia codziennego przez pacjenta [Gaedtke i Morat 2015, Dudgeon i wsp. 2011].

3.3.2. Technika ćwiczeń z systemem podwiesznień

System podwiesznień opiera się na wykonywaniu stosunkowo prostych ćwiczeń z dwoma pasami przy zastosowaniu oporu własnej masy ciała. Trening pozwala wykonać setki ćwiczeń zwiększających siłę, elastyczność, mobilność oraz równowagę bez ryzyka odniesienia kontuzji [Gidou i Oltean 2017].

Opór podczas ćwiczeń regulowany jest poprzez zmianę odległości ćwiczącego od punktu przymocowania urządzenia. Wykonuje się to za pomocą zmiany długości pasków między uchwytami a karabińczykiem zamocowanym do zakotwiczenia. Zatrząsk umożliwia zainstalowanie systemu do drzewa, belki, drzwi lub specjalnie przygotowanej platformy. Pozwala to na wykonywanie sesji treningowych praktycznie w każdych warunkach, co czyni trening atrakcyjnym i wszechstronnym. Łatwość zamontowania i transportu sprawia, iż urządzenie jest znacznie atrakcyjniejsze od tradycyjnych i dużo droższych urządzeń do ćwiczeń fizycznych [Martínez i wsp. 2012].

Koncepcja ćwiczeń w podwieszeniu opiera się na trzech podstawowych zasadach: opór w stosunku do wektora działania siły, stabilności oraz wahadła. Opór na siłę wektorową to stosunek kąta między płaszczyzną podłoża a dźwignią pod jaką działa grawitacja. Zasada równowagi oraz wahadła opiera się na pozycji wyjściowej w stosunku do punktu zamocowania urządzenia [Gidu i Oltean 2017].

3.3.3. Zdrowotny trening z zastosowaniem systemu podwiesznień

W piśmiennictwie można znaleźć informację o efektywnym wpływie ćwiczeń z zastosowaniem systemów podwiesznień na takie parametry jak siła oraz wytrzymałość siłowa [Tardi i wsp. 2016, Dannelly i wsp. 2011].

Celem ćwiczeń w systemie podwiesznień jest zapewnienie progresywnego napięcia w całym ciele oraz adaptacji kontroli nerwowo-mięśniowej [Gidou i Oltean 2017]. Praca z systemem podwiesznień charakteryzuje się dużym bezpieczeństwem podczas wykonywania ćwiczeń, ponieważ obciążenie stanowi masa własna pacjenta, a jednocześnie forma ta jest bardzo efektywna [Gaedtke i wsp. 2015, Dudgeon i wsp. 2011]. Fundamentalną zasadą, a zarazem korzyścią dla pacjentów, jest wymuszona, naturalna i ergonomiczna pozycja

podczas wykonywania treningu. Dodatkowo system pozwala na pracę stawów w pełnych zakresach ruchomości z wykorzystaniem elementów stretchingu. Dobór obciążenia, regulowany jest za pomocą zmiany odległości ćwiczącego od punktu zamocowania taśmy. Podczas zajęć grupowych, osoby wykonują ćwiczenia w szeregu, co daje dobrą kontrolę nad grupą i możliwość korekty techniki przez terapeutę. Zakres pracy nastawiony jest na trening oporowy, natomiast w przeciwieństwie od tradycyjnych form treningowych, pozwala na wykonywanie ćwiczeń złożonych w wielu płaszczyznach. Parametry takie jak: elastyczność, stabilność, równowaga, a przede wszystkim siła mięśniowa - kształtowane są jednocześnie. Przejście z pracy nad wytrzymałością za pomocą taśm w systemie podwieszonych, do elementów dynamicznych, możliwe jest bardzo płynnie, ograniczając do minimum ryzyko kontuzji. Znaczącej poprawie ulegają parametry, jak stabilność tułowia i propriocepcja poprzez stymulowanie układu nerwowo-mięśniowego. Forma treningu z zastosowaniem systemu podwieszonych znalazła swoje zastosowanie m.in. przy rehabilitacji urazów ortopedycznych, takich jak: rekonstrukcja więzadła krzyżowego przedniego czy dysfunkcje kręgosłupa. Pozycja wyjściowa oraz koordynowanie ruchu podczas treningu z zastosowaniem systemu podwieszonych stymuluje do bardzo dobrej kontroli ciała, poprawiając timing mięśniowy i elementarny parametr treningu, jakim jest wzorzec motoryczny [Gaedtke wsp. 2015, Carey 2013, Dudgeon i wsp. 2011, Amr 2008]. Trening w formie *systemu podwieszonych* jest jedną z najbardziej wydajnych form „treningu podstawowego”, czyli pracy na wszystkich grupach mięśniowych i stawach. Ruchy odbywają się w każdej płaszczyźnie (poprzecznej, strzałkowej i czołowej) tworząc trójwymiarową jednostkę treningową. Jest to szkolenie funkcjonalne, gdyż żadna część ciała nie jest odizolowana, co wpływa na holistyczność ruchu w przełożeniu na funkcjonalność. Opisana forma aktywności jest dobrą bazą do treningu, w którym intensywność może być dodatkowo dobierana za pomocą ilości powtórzeń lub czasem wykonywanego ćwiczenia. Dobór parametrów treningowych jest dostosowywany do celu danej jednostki treningowej [Martínez i wsp. 2012].

Dodatkowo trening w systemie podwieszonych zwiększa siłę mięśniową u osób starszych a jak podkreślają inni badacze, choroby takie jak: cukrzyca, nadciśnienie tętnicze krwi oraz dysfunkcje kręgosłupa w postaci dyskopatii czy skoliozy nie są przeciwwskazaniem do tego rodzaju wysiłku. Ta forma aktywności fizycznej poprawia zaburzoną lub zanikającą równowagę osób w podeszłym wieku. Pozytywnie wpływa również na poziom samopoczucia oraz promocję zdrowia [Boonsit i wsp. 2017, Gaedtke i wsp. 2016].

W porównaniu z tradycyjnym treningiem siłowym wykonywanym przez osoby starsze poprawie ulegają takie parametry jak siła mięśniowa i szybkość chodu.[de Bruin ED i wsp.

2007]. Natomiast tylko z systemem podwieszń poprawie ulega równowaga, która zwiększa bezpieczeństwo oraz autonomię osób w podeszłym wieku. Badaniami zostały objęte osoby starsze powyżej 60 roku życia, które zostały poddane 12 tygodniowemu treningowi systemu podwieszń. Wśród badanych były osoby z chorobami takimi jak nadciśnienie tętnicze, cukrzyca typu 2, reumatoidalne zapalenie stawów oraz podwyższony poziom cholesterolu. Kwestionariusz przeprowadzony po okresie treningowym wykazał, iż 91% badanych oceniło intensywność wysiłku jako optymalną. Cała grupa badana 100% stwierdziła subiektywnie pozytywne efekty samopoczucia po zakończonym cyklu. A 91% badanych wyraziło chęć kontynuowania treningu z zastosowaniem systemu podwieszń w czasie wolnym [Gaedtke wsp. 2015].

Inne badania również wykazują wzrost siły mięśniowej, równowagi oraz poprawy jakości życia wśród osób starszych prowadzonych programem treningowym w systemie podwieszń w stosunku do tradycyjnych form aktywności, dodatkowo wykazując pozytywne zmiany w BMI [Jimenez-Garcia i wsp. 2019].

Badania przeprowadzone przez Snarr i wsp. 2014, w których oceniano odpowiedź sercowo-naczyniową oraz metaboliczną po zastosowaniu treningu z system podwieszń są zbieżne z wynikami Dudgeon i wsp. 2015. Analiza wyników wyżej wymienionych badań sugeruje, iż trening z systemem podwieszń charakteryzuje się pracą w zakresach od umiarkowanej do wysokiej intensywności [Giancotti Giuseppe i wsp. 2018]. Jest to zgodne z wytycznymi Rehabilitacji Kardiologicznej i Fizjologii Wysiłku Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego. Czynniki te skłania do przeprowadzenia badań oceniających odpowiedź układu sercowo-naczyniowego na trening w systemie podwieszń wśród pacjentów kardiologicznych gdzie oprócz poprawy tolerancji wysiłkowej można wpłynąć na wyżej wymienione parametry osób starszych.

4. Cel i pytania badawcze

Pacjenci stanowiący największą grupę poddawaną rehabilitacji, to chorzy z chorobą niedokrwienną serca, po przebytych zawałach, angioplastyce wieńcowej, leczeni zabiegami kardiologicznymi oraz pacjenci z przewlekłą niewydolnością serca. Najistotniejszym ogniwem całego postępowania rehabilitacyjnego w kardiologii jest trening fizyczny rozpoczynający się od II etapu, przeprowadzany zgodnie z rekomendacją Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego. Obejmuje on formę zajęć kinezyterapeutycznych - ćwiczeń indywidualnych, ogólnousprawniających i oddechowych, treningu wytrzymałościowego - interwałowego na ergometrze rowerowym oraz treningu oporowego (stepper, wioślarz, orbitrek). Formy te są dobrze poznane i opisane w literaturze przedmiotu, natomiast niezwykle rzadko spotyka się publikacje opisujące zastosowanie współczesnych, czy też innowacyjnych form treningu u pacjentów ze schorzeniami układu sercowo-naczyniowego.

Jedną z takich form jest trening z wykorzystaniem systemu podwieszonych. Praca w tej formie obejmuje wysiłek o charakterze siłowo-wytrzymałościowym, przypominający tradycyjny trening zalecany w II etapie usprawniania. Zastosowanie tego rodzaju aktywności, dodatkowo wpływa na poprawę takich parametrów jak: stabilizacja, mobilność stawów, siła mięśniowa i hipertrofia z możliwością lepszego doboru obciążenia uzależnionego od modelu usprawniania. Są to niezbędne elementy, których potrzebuje pacjent kardiologiczny po unieruchomieniu spowodowanym incydentem sercowo-naczyniowym. Dodatkowym aspektem jest duża atrakcyjność treningu, w którym mamy możliwość wykonania ćwiczeń na każdą grupę mięśniową przy zastosowaniu niezwykle ważnej funkcjonalności ćwiczeń. Ma to przełożenie na poprawę wykonywania czynności dnia codziennego przez pacjenta. Praca z zastosowaniem systemu podwieszonych charakteryzuje się dużym bezpieczeństwem podczas wykonywania ćwiczeń, ponieważ obciążenie stanowi własna masa ciała pacjenta, a jednocześnie forma ta jest bardzo efektywna. Do tej pory brak jest doniesień naukowych, na temat możliwości wykorzystania treningu z zastosowaniem systemu podwieszonych, jako alternatywy dla tradycyjnego treningu siłowo-wytrzymałościowego (oporowego) w rehabilitacji kardiologicznej. Planowane badania pozwoliły określić wpływ treningu z zastosowaniem systemu podwieszonych, jako współczesnej formy terapeutycznej, możliwej do zastosowania u pacjentów po przebytych zawałach serca.

Brak doniesień naukowych z zastosowaniem systemu podwieszonych, jako alternatywnej formy ćwiczeń oporowych stosowanych u pacjentów po przebytych zawałach mięśnia sercowego, skłania do zbadania tej formy aktywności w procesie rehabilitacji kardiologicznej.

Celem badań było określenie przydatności treningu z zastosowaniem systemu podwieszzeń jako alternatywy dla tradycyjnego treningu siłowo-wytrzymałościowego w rehabilitacji kardiologicznej.

Sformułowano następujące **pytania badawcze**:

1. Czy trening z zastosowaniem systemu podwieszzeń wpływa na zmianę tolerancji wysiłkowej ocenianej na podstawie próby wysiłkowej u pacjentów po przebytych zawale mięśnia sercowego w drugim etapie rehabilitacji kardiologicznej?
2. Jak trening z zastosowaniem systemu podwieszzeń zmienia wybrane parametry echokardiograficzne lewej komory serca u pacjentów po przebytych zawale mięśnia sercowego ?
3. Czy zmodyfikowany trening oporowy z zastosowaniem systemu podwieszzeń powoduje zmiany w profilu lipidowym wśród pacjentów po przebytych zawale mięśnia sercowego?

Hipotezy badawcze:

1. Trening z zastosowaniem systemu podwieszzeń może wpływać na poprawę tolerancji wysiłkowej osób po przebytych zawale mięśnia sercowego, podobnie jak program standardowy usprawniania.
2. Obie zastosowane formy treningowe powodują korzystne zmiany parametrów echokardiograficznych lewej komory serca u pacjentów po przebytych zawale mięśnia sercowego?
3. Trening oporowy z wykorzystaniem systemu podwieszzeń może zmienić profil lipidowy krwi pacjentów w drugim etapie usprawniania w rehabilitacji kardiologicznej.

5. Materiał i metody badań

5.1. Materiał badany

Badania zostały przeprowadzone w Górnośląskim Centrum Medycyny i Rehabilitacji AMED w Katowicach, podczas turnusu rehabilitacyjnego w ramach II etapu usprawniania. Z uwagi na ryzyko związane z wprowadzeniem nowej metody treningowej oraz dużych obciążeń, do badań zakwalifikowani zostali jedynie pacjenci, którzy podczas wstępnej próby wysiłkowej uzyskali najlepszy wynik (≥ 7 MET lub 100W) osiągając lub przekraczając docelową częstość rytmu serca bez jakichkolwiek dolegliwości sercowo-naczyniowych – model A. Zbadanych zostało 44 pacjentów (mężczyźni) po przebytych zawale mięśnia sercowego, u których przeprowadzony został zabieg przezskórnej angioplastyki naczyń wieńcowych.

W celu redukcji liczby czynników zakłócających (wiek, jednostka chorobowa, poziom tolerancji wysiłkowej, metoda leczenia itp.) pacjenci zostali przydzieleni zgodnie z randomizacją (dobór losowy) do dwóch strategii terapeutycznych. Pacjenci losowali karteczki z napisem „systemu podwieszeń” lub „standard” znajdujące się w nieprzezroczystym naczyniu..

Grupa standard – pacjenci usprawniani według zaleceń Sekcji Rehabilitacji Kardiologicznej i Fizjologii Wysiłku Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego.

Grupa system podwieszeń – pacjenci trenujący również zgodnie z zaleceniami Sekcji Rehabilitacji jednak zamiast klasycznego treningu oporowego (wioślarz, orbitrek, stepper) wykonywali trening z zastosowaniem systemu podwieszeń.

Kryteria włączenia do badań:

- niepowikłany przebieg zawału mięśnia sercowego,
- czas od ostatniego incydentu sercowo-naczyniowego nie mniejszy niż 2 miesiące i nie większy niż 6 miesięcy,
- kompletna rewaskularyzacja,
- wynik testu wysiłkowego ≥ 7 MET /100W,
- frakcja wyrzutowa lewej komory serca $EF \geq 50\%$,
- podobna masa ciała w przedziale 60-80kg (wąski zakres, jednorodna grupa, zbliżone obciążenie),
- wzrost w przedziale 170-180 cm

- zgoda na udział w badaniu.

Główne kryteria wyłączenia z badań:

- świeży zawał serca - mniej niż 2 miesiące od incydentu,
- czas od zawału mięśnia sercowego powyżej 6 miesięcy,
- niekompletna rewaskularyzacja,
- zabieg pomostowania aortalno-wieńcowego,
- nieuregulowane nadciśnienie tętnicze,
- niestabilna choroba niedokrwienna serca,
- zaburzenia rytmu i przewodnictwa,
- niepełna dokumentacja medyczna,
- frakcja wyrzutowa lewej komory serca $EF < 50\%$.

Dodatkowymi kryteriami wyłączającymi z badań były jednostki chorobowe, które w opinii lekarza kwalifikującego uniemożliwiają udział w badaniu:

- choroba zakrzepowo-zatorowa,
- choroba metaboliczna,
- rozpoznana choroba nowotworowa,
- choroby ośrodkowego lub obwodowego układu nerwowego,
- żylaki kończyn dolnych,
- choroba zwyrodnieniowa stawów obwodowych i kręgosłupa,
- zaawansowana miażdżycza naczyń obwodowych,
- wiek ≤ 75 lat.

Pod kontrolą lekarską zostali zakwalifikowani pacjenci, u których nie było wymagane modyfikowanie leczenia farmakologicznego podczas trwania badań. Dodatkowo dotychczasowe nawyki żywieniowe musiały spełniać zasady zdrowego odżywiania, aby ich nie modyfikować. Pacjenci zostali poinformowani o niewprowadzaniu zmian w dotychczasowej aktywności fizycznej, poza pracą, na czas trwania badań. Na zajęcia rehabilitacyjne każdy badany dojeżdżał samochodem lub był dowożony przez członka rodziny.

Komisja Bioetyczna ds. Badań Naukowych Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach wyraziła zgodę na przeprowadzenie badań. Każdy

pacjent został poinformowany o metodyce oraz potencjalnym ryzyku związanym z badaniami. Dobrowolna zgoda na udział w badaniach została podpisana przez wszystkich badanych (załącznik 1 i 2, aneks). Rezygnacja z badań przez pacjentów mogła nastąpić w dowolnym momencie.

Charakterystyka opisowa pacjentów z oceną jednorodności zmiennych zakłócających

Tab. 3. Wiek badanej grupy pacjentów

Zmienna	grupa SP	grupa Standard	p
	średnia±SD	średnia±SD	
Wiek [lat]	60,92±7,80	57,45±8,12	0,102

Nie wykazano istotnej różnicy w zakresie wieku badanych pacjentów

Tab. 4. Rodzaje schorzeń występujących w analizowanych grupach mężczyzn

	grupa SP	grupa Standard
Rodzaj schorzenia	N(%)	N(%)
Choroba niedokrwienna serca	24(100%)	20(100%)
Cukrzyca typu 2	5(21%)	5(25%)
Hiperlipidemia	11(46%)	9(45%)
Nadciśnienie tętnicze	15(63%)	17(85%)
Zawał mięśnia sercowego	24(100%)	20(100%)

N – liczebność

W obu badanych grupach mężczyzn dominowała choroba niedokrwienna oraz zawał serca, a także nadciśnienie tętnicze.

Tab. 5. Typ zawału mięśnia sercowego wśród wszystkich badanych mężczyzn

	grupa SP	grupa Standard
Rodzaj i lokalizacja	N(%)	N(%)
NSTEMI	14(58%)	8(40%)
STEMI	10(42%)	12(60%)
Łącznie	24(100%)	20(100%)

N – liczebność, NSTEMI – zawał mięśnia serca bez uniesienia odcinka ST (ang. *No ST Elevation Myocardial Infarction*), STEMI – zawał mięśnia serca z uniesieniem odcinka ST (ang. *ST Elevation Myocardial Infarction*).

W grupie pacjentów u których zastosowano system podwieszon dominował zawał serca typu NSTEMI w grupie standard- zawał serca typu STEMI.

Tab. 6. Rodzaj zastosowanej metody leczenia wszystkich badanych mężczyzn

Metoda	grupa SP N(%)	grupa Standard N(%)
PCI+STENT	24 (100%)	20(100%)
PTCA	0	0
Łącznie	24 (100%)	20(100%)

N – liczebność, PCI – przezskórna interwencja wieńcowa (ang. *Percutaneous Coronary Intervention*), PTCA – przezskórna angioplastyka wieńcowa (ang. *Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty*).

U wszystkich badanych wykonano zabieg angioplastyki z implantacją stentu/ów.

Tab. 7. Liczba implantowanych stentów wśród wszystkich badanych mężczyzn

Liczba	grupa SP N(%)	grupa Standard N(%)
0	0	0
1	17(71%)	16(80%)
2	7(29%)	3(15%)
3	0	1(5%)
4 i więcej	0	0
Łącznie	24(100%)	20(100%)

N – liczebność

W obu analizowanych grupach największy odsetek stanowili pacjenci u których wykonano angioplastykę z implantacją jednego stentu.

Tabela 8. Wyniki kwestionariusza Minnesota Leisure Time Physical Activities

Zmienna	Grupa SP	Grupa Standard
Wysilek lekki <4MET		
AR	879,59 ±1126,53	677,50±640,54
PD		3,46±10,17
ŁĄCZNIE	879,59 ±1126,53	680,96±637,46
Wysilek umiarkowany 4-<6 MET		
AR	1371,75 ±1136,08	955,00±1050,09
PD	1222,31 ± 1097,81	365,25±645,02
ŁĄCZNIE	2186,75± 2049,67	1320,26±1074,88
Wysilek duży ≥6 MET		
AR	1097,67± 1398,50	1468,49±1867,46
PD		352,03±713,77
ŁĄCZNIE	1097,67± 1398,50	1820,52±2119,99
TOTAL	3435,04± 3367,43	3821,74±2927,11
p	0,523	

Przeprowadzone jednorazowo przed turnusem rehabilitacyjnym badanie kwestionariuszowe miało na celu określenie poziomu aktywności fizycznej pacjentów w czasie wolnym a tym samym potwierdzenie jednorodności grup. W obu badanych grupach dominowała aktywność rekreacyjna w obszarze wysiłków dużych (≥ 6 MET) i umiarkowanych (4 - < 6 MET). Nie wykazano także istotnej różnicy w zakresie średniego całkowitego tygodniowego wydatku kalorycznego.

Tabela 9. Porównanie wstępnych wyników elektrokardiograficznej próby wysiłkowej

Zmienna	Grupa SP	Grupa standard	<i>p</i>
Czas [min]	7,60±1,16	7,58±1,10	0,95
Dystans [m]	304,75±56,88	301,73±62,48	0,952
MET	8,93±1,22	9,99±1,08	0,007
VO ₂ max [ml/kg/min]	34,34±4,95	34,21±5,07	0,953
HR sp [uderz./min]	69,58±6,96	70,10±8,08	0,821
HRmax [uderz./min]	120,92±12,38	122,35±15,16	0,479
RRsksp [mmHg]	122,92±13,10	129,75±14,00	0,102
RRrsp [mmHg]	79,79±6,67	78,75±6,46	0,611
RRskmax [mmHg]	155,00±18,42	150,25±15,93	0,673
RRrmax I [mmHg]	81,67±6,37	81,25±7,23	0,768
DPsp [mmHgxmin]	8572,29 ±1378,84	9124,25±1630,96	0,267
DPmax [mmHgxmin]	18771,67±3129,48	18477,25±3400,95	0,831

Analiza porównawcza wstępnych wyników elektrokardiograficznej próby wysiłkowej nie wykazała znamienych różnic w żadnym z analizowanych wskaźników.

Tabela 10. Porównanie wstępnych wyników badania echokardiograficznego

Zmienna	Grupa SP	Grupa standard	p
LVEDD [mm]	49,29±3,77	50,35±5,11	0,513
LVESD [mm]	35,38±3,90	33,90±3,88	0,217
LVESV [ml]	47,42±8,07	48,03±13,21	0,858
LVEDV [ml]	126,71±21,69	121,85±28,53	0,352
LVSV [ml]	79,29±22,68	73,80±22,17	0,450
LVEF [%]	52,29±3,29	53,30±3,06	0,170
LVM [g]	188,01±35,14	203,79±50,30	0,328
LVMi [g/m ²]	94,29±7,94	100,71±19,58	0,471

Analiza porównawcza wstępnych wyników badania echokardiograficznego nie wykazała znamienych różnic w żadnym z analizowanych wskaźników.

Tabela 11. Porównanie wstępnych wyników profilu lipidowego

Zmienna	Grupa SP	Grupa Standard	p
TC [mg/dl]	180,92±6,30	165,00±32,69	0,044
HDL [mg/dl]	49,13±4,62	50,10±14,40	0,772
LDL [mg/dl]	88,04±3,83	90,70±26,58	0,663
TG [mg/dl]	114,58±10,31	121,06±50,25	0,577

Porównanie wstępnych wyników profilu lipidowego nie wykazało znamienych różnic.

Na podstawie powyższych wyników można stwierdzić że pod względem zmiennych zakłócających, badane grupy były jednorodne, pomimo że jedyna nieduża różnica wystąpiła w zakresie typu zawału.

5.2. Metody badawcze

5.2.1. System podwieszeń, budowa

Systemy podwieszeń są to specjalne taśmy w kształcie litery Y, wykonane z niezwykle wytrzymałego polimeru. Oba ramiona mają regulację długości i są zakończone uchwytami na stopy lub dłonie. Uchwyty wykonane są w kształcie wałka i pokryte są gumową okładziną, zapewniając pewny chwyt. Dodatkowo, na dwóch końcach znajdują się płóciennie pętle na stopy. Długość ramion dostosowuje się za pomocą metalowych suwaków. Całość przytwierdzona jest za pomocą karabińczyka do przystosowanej konstrukcji. Poniżej zaczepu znajduje się regulowana taśma, pozwalająca na dostosowanie długość podwieszenia w stosunku do punktu wysokości zamocowania. [Gaedtke i Morat 2015].



Ryc. 1. Ogólna budowa systemu podwieszeń: 1) karabińczyk do podwieszenia 2) pelota zabezpieczająca 3) zacisk do regulacji długości ramienia 4) ramię 5) uchwyt na dłonie 6) uchwyt na stopy 7) uchwyt do zamocowania we framudze drzwi 8) taśma do zamocowania z regulacją wysokości



Ryc. 2. Ogólny schemat platformy do systemu podwieszzeń: 1) platforma 2) punkt zamontowania taśm

5.2.2. Technika i zasady wykonywania treningu w systemie podwieszzeń

Zasady wykonywania treningu w podwieszzeniach:

- pozycja wyjściowa uzależniona jest od odległości zaczepu urządzenia,
- obydwa ramiona pasów muszą być wyregulowane na taką samą długość,
- pozycja ciała podczas wykonywania ćwiczeń musi być wyprostowana,
- pasy muszą być napięte cały czas, zarówno podczas ćwiczeń jak i przerw,
- podczas wykonywania ćwiczeń pasy nie powinny dotykać ciała ćwiczącego

[Gidu i Oltean 2017, Fitness Anywhere, LLC. 2011].

Treningi z zastosowaniem taśm w zależności od celu i planu treningowego odbywają się w formie obwodowej lub stacyjnej [Gaedtke i Morat 2015].

Dobór obciążenia (siły wektorowej) zależy od kąta ustawienia ciała zarówno w pozycji wyjściowej jak i w końcowej fazie ruchu. Natomiast intensywność pracy i parametr stabilności uzależniony jest od wysokości ogólnego środka ciężkości OSC oraz płaszczyzny podparcia. Adekwatnie przy zmniejszeniu płaszczyzny podparcia i podniesieniu OSC intensywność ćwiczenia wzrasta, a utrzymanie równowagi staje się trudniejsze do skontrolowania. Siły rotacyjne oraz grawitacyjne niwelowane są poprzez siłę mięśni co stanowi podstawę w doborze obciążenia podczas jednostki treningowej [Gidu i Oltean 2017, Fitness Anywhere, LLC. 2011]. Opisane zasady oporności wektorowej oraz stabilności uzależnione są od odległości umiejscowienia ćwiczącego od punktu zamocowania urządzenia. Progresje treningową stosuje się poprzez zmianę odległości i kąt ustawienia ciała w pozycji wyjściowej (regulacja długości taśm) lub wysokość zakotwiczenia systemu. Im pozycja wyjściowa jest bardziej oddalona od neutralnej pozycji wyjściowej tym trudniejsze jest ćwiczenie. Druga zasada dotyczy podstawy podparcia, im więcej punktów podparcia tym łatwiejsze jest ćwiczenie. Regulacja daje możliwość ustawienia kąтового odpowiedniego obciążenia do wybranych celów treningowych i uzyskanie intensywności ćwiczenia na wszystkich poziomach sprawności [Giancotti Giuseppe i wsp. 2018, Dudgeon i wsp. 2015]. Dodatkowo ruch z systemem podwieszonych oparty jest na zasadzie zamkniętego łańcucha kinematycznego co przekłada się na efektywniejszą pracę i uzyskanie poprawy siły funkcjonalnej niż tradycyjny trening oporowy w otwartym łańcuchu kinematycznym [Giancotti Giuseppe i wsp. 2018, Dannely i wsp. 2011]. Badania wykazały, że obciążenie podczas wykonywania ćwiczeń z zastosowaniem systemu podwieszonych jest pośrednio proporcjonalne od odległości punktu podparcia ćwiczącego do zakotwiczenia urządzenia i odwrotnie proporcjonalne do kąta nachylenia ćwiczącego w stosunku do podłoża [Giancotti Giuseppe i wsp. 2018, Melrose i wsp. 2015].

Procedura obsługi systemu podwieszonych posiada pełną instrukcję do efektywnego i bezpiecznego użytkowania, która zawiera następujące informacje: Regulacja długości paska odbywa się za pomocą klamry z zatraskiem umożliwiającą szybką zmianę długości ramion w zależności od ćwiczenia. Odpowiednie trzymanie odbywa się za uchwyty na dłonie lub stopy lub w przypadku, gdy ćwiczenie wykonywane jest jednorącz lub jednonóż należy przełożyć jeden uchwyt przez drugi. Podczas wykonywania ćwiczeń, w których stopy są w uchwytach należy posłużyć się obejmą w celu lepszej stabilizacji kończyny, tzw. „pięty w pasach”. W przypadku złożonych ćwiczeń w podporach, do uzyskania pozycji wyjściowej

ćwiczenia używa się taśm ułatwiających aplikacje na stopy. Taśmy podczas ćwiczeń jak i przerw powinny być cały czas lekko napięte co zabezpiecza przed wytrącaniem z równowagi. Odpowiednia pozycja wyjściowa pozwala na równomierny ruch w całym zakresie [Gidu i Oltean 2017].

5.2.3. Metody przeprowadzenia badań

Zarówno grupa *standard*, jak i *system podwieszeń* objęta została 24 dniowym programem usprawniania, obejmującym 22 jednostki treningowe (2 dni zostały przeznaczone na badania wstępne i końcowe) wykonywanych 5 razy w tygodniu zgodnie ze Standardami PTK. Przez cały czas procedury badawczej pacjenci byli nadzorowani przez personel medyczny, w skład którego wchodził rehabilitant i lekarz kardiolog.

Pomiary ciśnienia tętniczego (ciśnieniomierz zegarowy model 110HS-50A, marki SOHO) częstości rytmu serca (aparat model FT1, marki Polar) wykonywane były każdorazowo przed rozpoczęciem treningu, w trakcie oraz po jego zakończeniu. Poziom odczuwania zmęczenia monitorowany był za pomocą 20-stopniowej skali Borga (załącznik 3) [Nowak 2002]. Intensywność treningowa dostosowywana była za pomocą tętna treningowego. Początkowo wynosiła 60% rezerwy tętna, po czym co 5 jednostek zwiększano o 10% i uzyskano 80% rezerwy tętna, co maksymalnie stanowiło 14 stopień w skali subiektywnej oceny wysiłku według skali Borga. [Nowak 2011, Kompleksowa rehabilitacja kardiologiczna, Stanowisko Komisji ds. Opracowania Standardów Rehabilitacji Kardiologicznej Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego 2004].

Tab. 12. Metodyka treningu według zaleceń Sekcji Rehabilitacji Kardiologicznej i Fizjologii Wysiłku Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego

Rodzaj treningu	Metodyka	Obciążenie
Trening wytrzymałościowy	Trening na cykloergometrze rowerowym, 5 razy w tygodniu przez 30 minut	Obciążenie stosowane na bazie wyliczonego tętna treningowego zaczynając od 60% rezerwy tętna zwiększając o 10% po 5 jednostkach treningowych,
Trening Ogólno-kondycyjny	Ćwiczenia na sali gimnastycznej – elementy treningu aerobowego, anaerobowego, stretching, ćwiczenia oddechowe - trening ogólnokondycyjny, prowadzony na sali gimnastycznej z zastosowaniem stepów, piłek gimnastycznych i materaców, kijków drewnianych (150cm), -5 razy w tygodniu przez 30 minut Szczegółowy protokół jednostki ogólnokondycyjnej zawiera tabela nr 13.	do 80% rezerwy tętna, do 14 stopnia skali subiektywnej oceny wysiłku według skali Borga
Trening oporowy	Trening oporowy prowadzony przez 30 min. na sali treningu siłowego z zastosowaniem orbitreków, wioślarzy i stepperów 5 razy w tygodniu przez 30 minut.	

W grupie prowadzonej standardowym modelem usprawniania według zaleceń Sekcji Rehabilitacji Kardiologicznej i Fizjologii Wysiłku Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego trening obejmował: trening wytrzymałościowy, ogólnokondycyjny oraz oporowy (tab.12).

Grupa eksperymentalna również pracowała według zaleceń Sekcji Rehabilitacji Kardiologicznej i Fizjologii Wysiłku Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego jednak zamiast tradycyjnego treningu oporowego na stepperze, orbitreku lub wioślarzu została objęta treningiem oporowym z zastosowaniem systemu podwieszeń.

Tab. 13. Protokół jednostki ogólnokondycyjnej

Część sesji treningowej	Czas (min)	Skala Borga	ćwiczenie	Pozycja/ cel
Rozgrzewka	5	9-10	Unoszenie ramion 3x10 Rotacja bioder 2x10 Unoszenie kończyn dolnych 3x10	Ćwiczenia w pozycji stojącej/ poprawa wzorców oddechowych oraz dogrzanie stawów
Część główna	5-10	12-13	Unoszenie ramion z kontrolą pozycji 3x10, naprzemienne unoszenie kończyn dolnych 3x10	Ćwiczenia koordynacyjne i równoważne na piłkach Thera-band, pozycja siedząca
	10-15	12-14	Unoszenie kończyn dolnych 3x15 Wspięcia na palcach 3x15 Unoszenie kończyn górnych 3x15 Rotacja tułowia 3x10	Pozycja stojąca na materacu/ poprawa równowagi i propriocepcji
	15-20	11-12	Unoszenie ramion 3x15 Rotacja tułowia Uginanie i wyprost przedramion 3x15	Ćwiczenia z drążkiem drewnianym/ pozycja stojąca na materacu
Ćwiczenia uspokajające	20-25	9-10	Ćwiczenia oddechowe	Pozycja stojąca uspokojenie oddechu i częstotliwość rytmu serca
Stretching	25-30	9	Dwa ćwiczenia rozciągające na kończyny górne 2x60s Dwa ćwiczenia rozciągające na kończyny dolne 2x60s	Rozciąganie zaangażowanych partii mięśniowych w siedzeniu na materacu

Tab. 14. Protokół jednostki oporowej.

Część sesji treningowej	Czas (min)	Skala Borga	Pozycja/ technika
Część główna	1-7	12-13	Ergometr rowerowy z obciążeniem
	8-15	12-14	Steper z obciążeniem
	16-22	13-14	Wioślarz z obciążeniem
	23-30	11-12	Orbitrek z obciążeniem
Stretching	5	9	Dwa ćwiczenia rozciągające na kończyny górne 2x60s Dwa ćwiczenia rozciągające na kończyny dolne 2x60s

Tab. 15. Protokół jednostki treningowej z systemem podwieszzeń.

Część sesji treningowej	Czas (min)	Skala Borga	Pozycja/ technika
Część główna	1-7,5 (60s pracy, 90 s odpoczynku)	12-13	Przysiad
	7,5-15 (60s pracy, 90 s odpoczynku)	12-14	Wykroki
	15-22,5 (60s pracy, 90 s odpoczynku)	13-14	Ściągnięcie uchwytów do klatki piersiowej
	22,5-30 (60s pracy, 90 s odpoczynku)	11-12	Unoszenie ramion
Stretching	5	9	Dwa ćwiczenia rozciągające na kończyny górne 2x60s Dwa ćwiczenia rozciągające na kończyny dolne 2x60s

W grupie SP trening prowadzony był zgodnie z przygotowanym planem przez tego samego instruktora i o tej samej godzinie. Każdy ćwiczący miał cały czas mierzoną częstość skurczów serca za pomocą pulsometru. Nad całym procesem czuwał prowadzący. Osoby z grupy eksperymentalnej uczestniczyły w pozostałych zajęciach tj. w treningu wytrzymałościowym i ogólnokondycyjnym zgodnie z wytycznymi Sekcji Rehabilitacji Kardiologicznej i Fizjologii Wysiłku PTK model A [kompleksowa rehabilitacja kardiologiczna, Stanowisko Komisji ds. Opracowania Standardów Rehabilitacji Kardiologicznej Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego 2004].

Jednostka treningowa z zastosowaniem systemu podwieszń obejmowała cztery ćwiczenia wielostawowe:

1. przysiad,
2. wykroki,
3. ściągnięcie uchwytów do klatki piersiowej,
4. unoszenie ramion.

Każde ćwiczenie było wykonywane w 3 seriach po 12 powtórzeń (3x12). Przerwy między seriami wynosiły 90s. Ćwiczenia wykonywane były w tempie 5 sekund na jedno powtórzenie z czego 3 sekundy były fazą ekscentryczną, a 2 koncentryczną. Jedna seria każdego ćwiczenia trwała 60s (12x5s). Całość 30min. W celu zachowania stałego obciążenia ćwiczący stali na wyznaczonych miejscach do ćwiczeń w odpowiedniej odległości od punktu zaczepienia systemu podwieszń. Ramiona taśm były wyregulowane na długości (ćwiczenie nr 1 i 2 190cm ćwiczenie n 3 i 4 170cm). Urządzenia były zaczepione na wysokości 2m.

Do badań zostały użyte systemy podwieszń profesjonalnej marki TRX.

Pozycja wyjściowa i ruch:

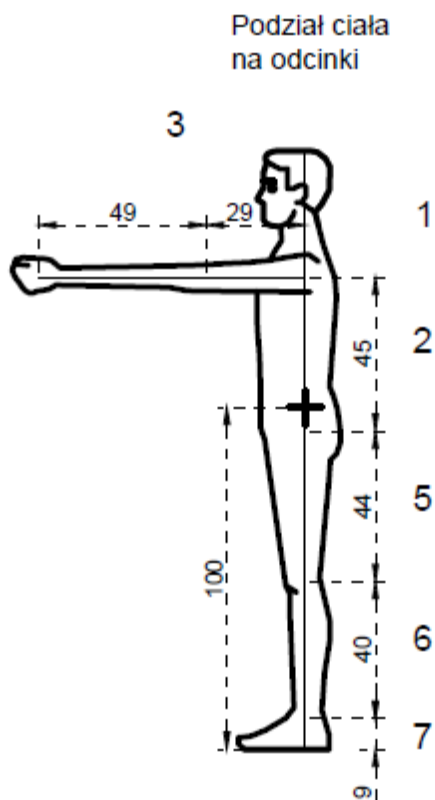
1. Przysiad, pozycja wyjściowa: stojąca, wyprostowana przodem do taśm, stopy na szerokość ramion, uchwyty w dłoniach, stawy łokciowe ugięte pod kątem prostym. Ruch: ugięcie kończyn dolnych w stawach kolanowych oraz biodrowych do kąta prostego.
2. Wykroki, pozycja wyjściowa: stojąca, wyprostowana tyłem do taśm, uchwyty w dłoniach, stawy łokciowe ugięte pod kątem prostym, stopy na szerokość ramion. Ruch odbywa się poprzez ugięcie kończyny dolnej wykroczonej do kąta prostego w stawie kolanowym i następnie zamiana kończyny dolnej z zakroczonej na wykroczonej.
3. Ściągnięcie uchwytów do klatki piersiowej, pozycja wyjściowa: stojąca wyprostowana przodem do taśm, uchwyty w dłoniach, stopy razem, ramiona pod kątem prostym do tułowia, stawy łokciowe wyprostowane. Ruch odbywa się poprzez ściągnięcie łopatek, ugięcie stawów łokciowych i przyciągnięcie uchwytów do klatki piersiowej.

4. Unoszenie ramion, pozycja wyjściowa: stojąca wyprostowana przodem do taśm, uchwyty w dłoniach, stopy razem, ramiona pod kątem prostym do tułowia, stawy łokciowe wyprostowane. Ruch odbywa się poprzez unoszenie wyprostowanych w stawach łokciowych ramion do kąta 180 stopni.

Wykonano obliczenia sił wewnętrznych w ogólnym środku ciężkości ciała ludzkiego (OSC), dla czterech rodzajów ćwiczeń. Schematy wykonywanych ćwiczeń przedstawiono na rycinach poniżej.

Na potrzeby obliczeń, ciało ludzkie odwzorowano za pomocą modelu prętowego obciążonego ciężarem własnym. Przyjęto podparcie przegubowe nieprzesuwne na styku stopa - podłoże oraz mocowania uchwytu systemu podwieszeń - rama wsporcza oraz przyjęto połączenie przegubowe na połączeniu taśmy i chwytu dłoni. Schematy statyczne dla poszczególnych ćwiczeń przedstawiono na ryc. 3-6. Obliczenia przeprowadzono dla wartości średnich w badanej grupie (wzrost 175cm i masa 70kg); na podstawie tabeli centylowej przyjęto jednostkowe obciążenie poszczególnych części ciała [CIOP 2001].

Na szkicach przedstawiono wykresy sił wewnętrznych, tj. momentów zginających i sił osiowych, wyznaczonych za pomocą metody przemieszczeń

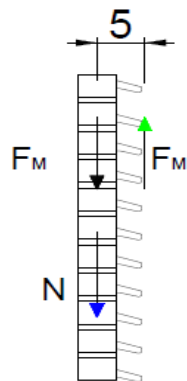


Ryc. 3. Podział na odcinki ciała.

Tab.16. Obciążenia w poszczególnych częściach ciała.

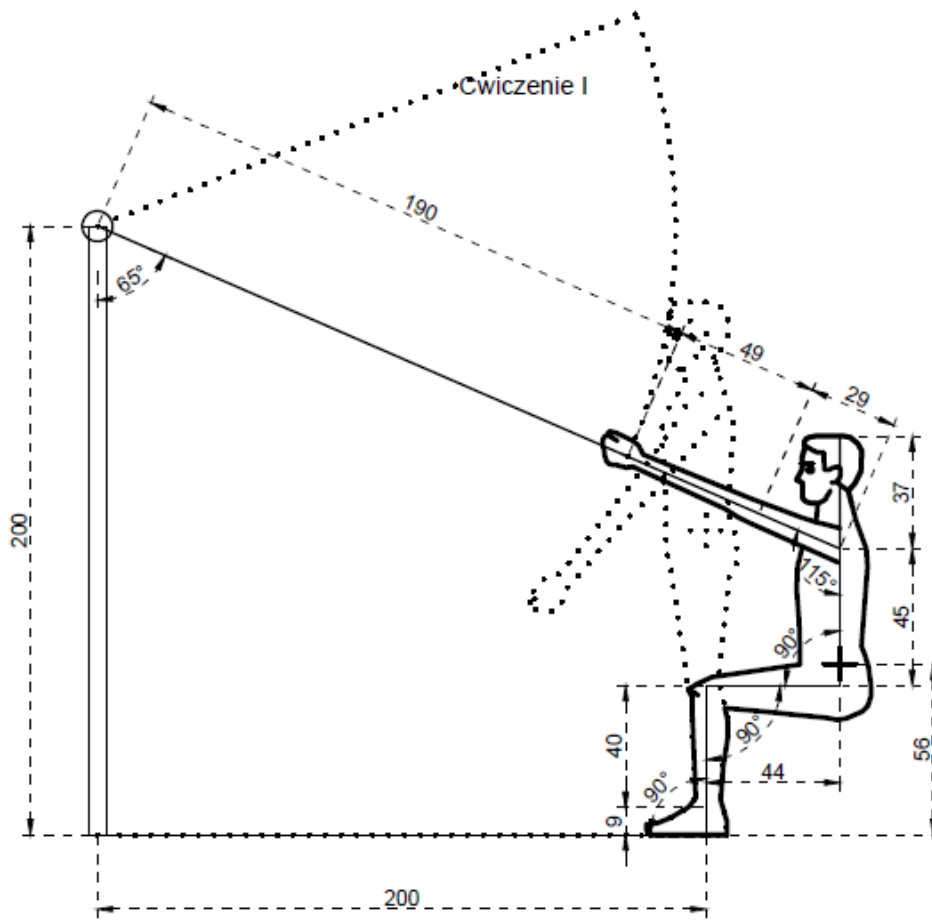
Nr części ciała	Zakres	Udział [%]	Masa [kg]	Długość [cm]	Obciążenie [kg/cm]	Ćwiczenie II Obciążenie [kg/cm]
1	Głowa + szyja	9,6	6,72	37	0,18	0,18
2	Tułów	45,8	32,06	45	0,71	0,71
3	Ramiona	6,6	4,62	29	0,16	0,16
4	Przedramiona	3,8	2,66	49	0,07	0,07
	Ręce	1,3	0,91	-	-	-
5	Uda	21	14,70	44	0,33	0,17
6	Podudzie	9	6,30	40	0,16	0,08
7	Stopy	2,9	2,03	9	0,23	0,11

Wartości miar poszczególnych części ciała według miar centyli zgodnej z grupa badaną (mężczyźni 50c) [CIOP 2001]

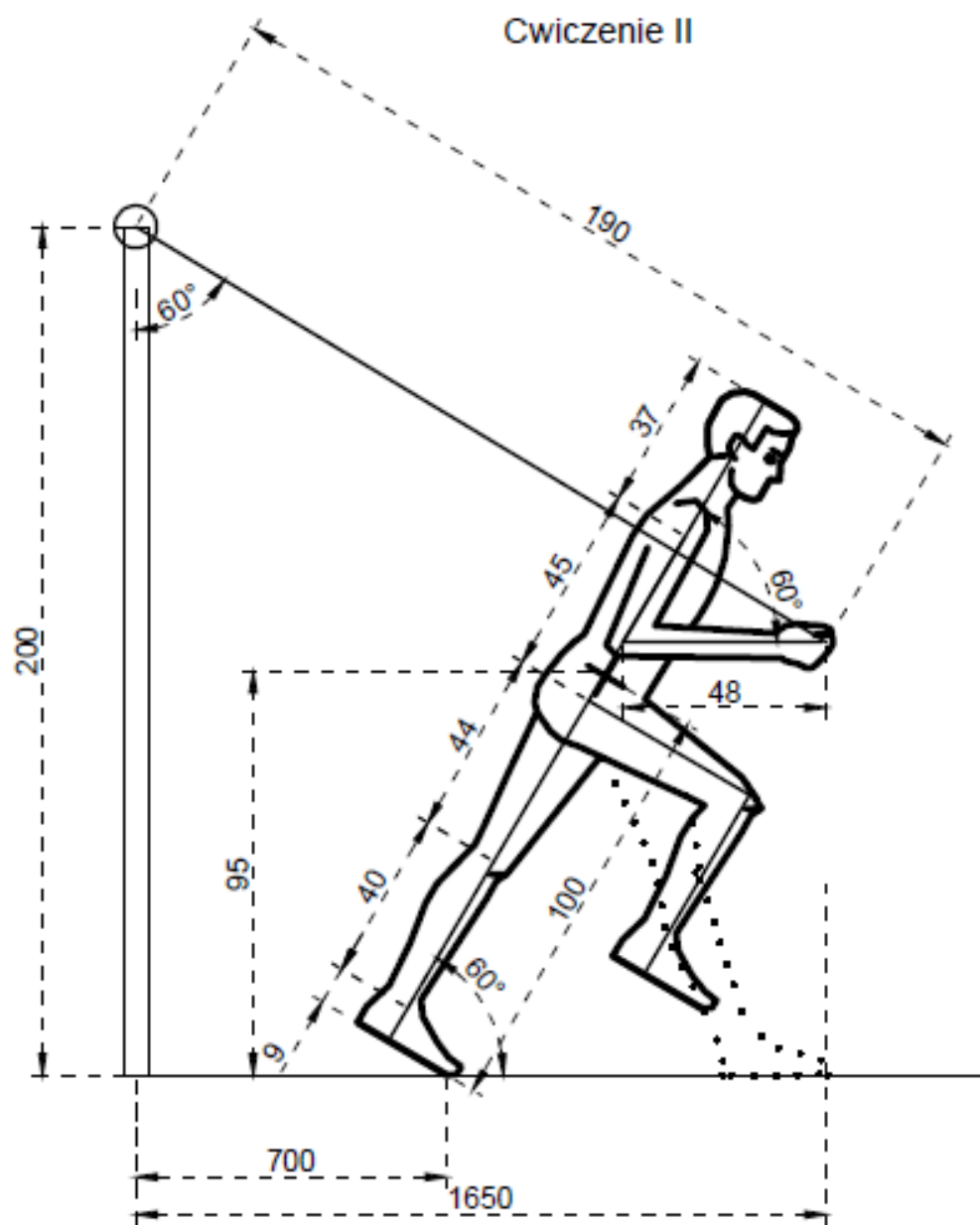


Ryc.4. Dźwignie sił w obrębie tułowia.

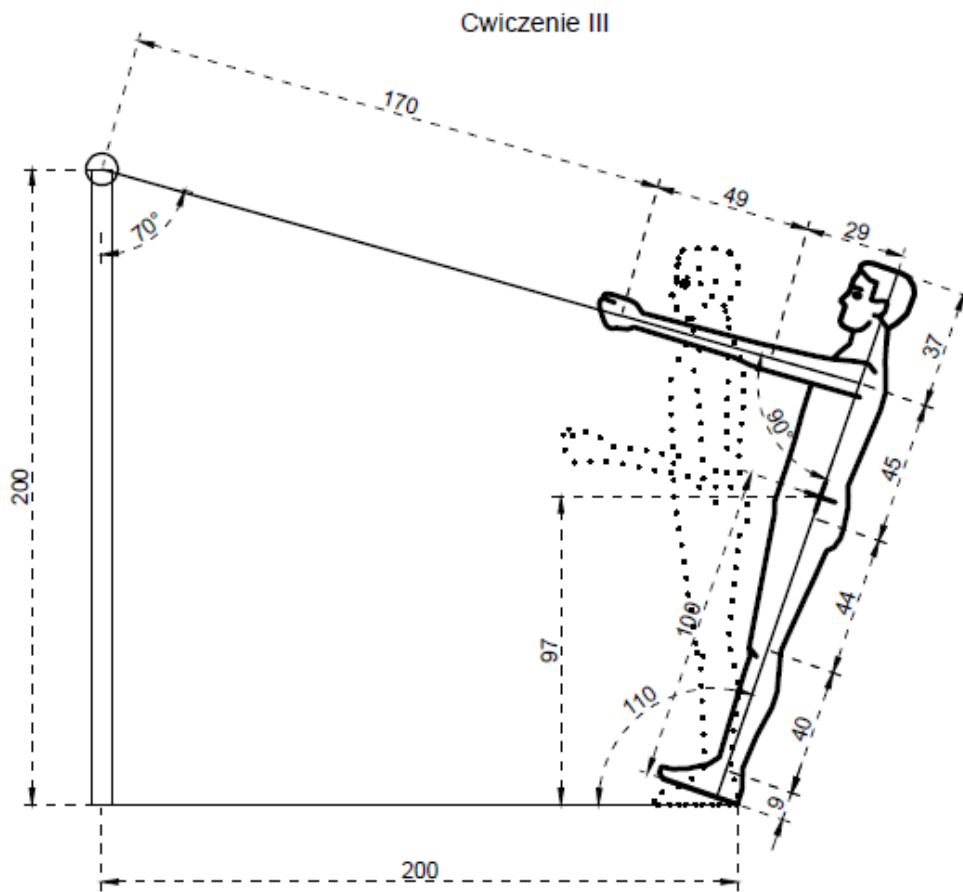
Proporcje sił działających w obrębie tułowia wg. Tylmana [Stodolny 1999]



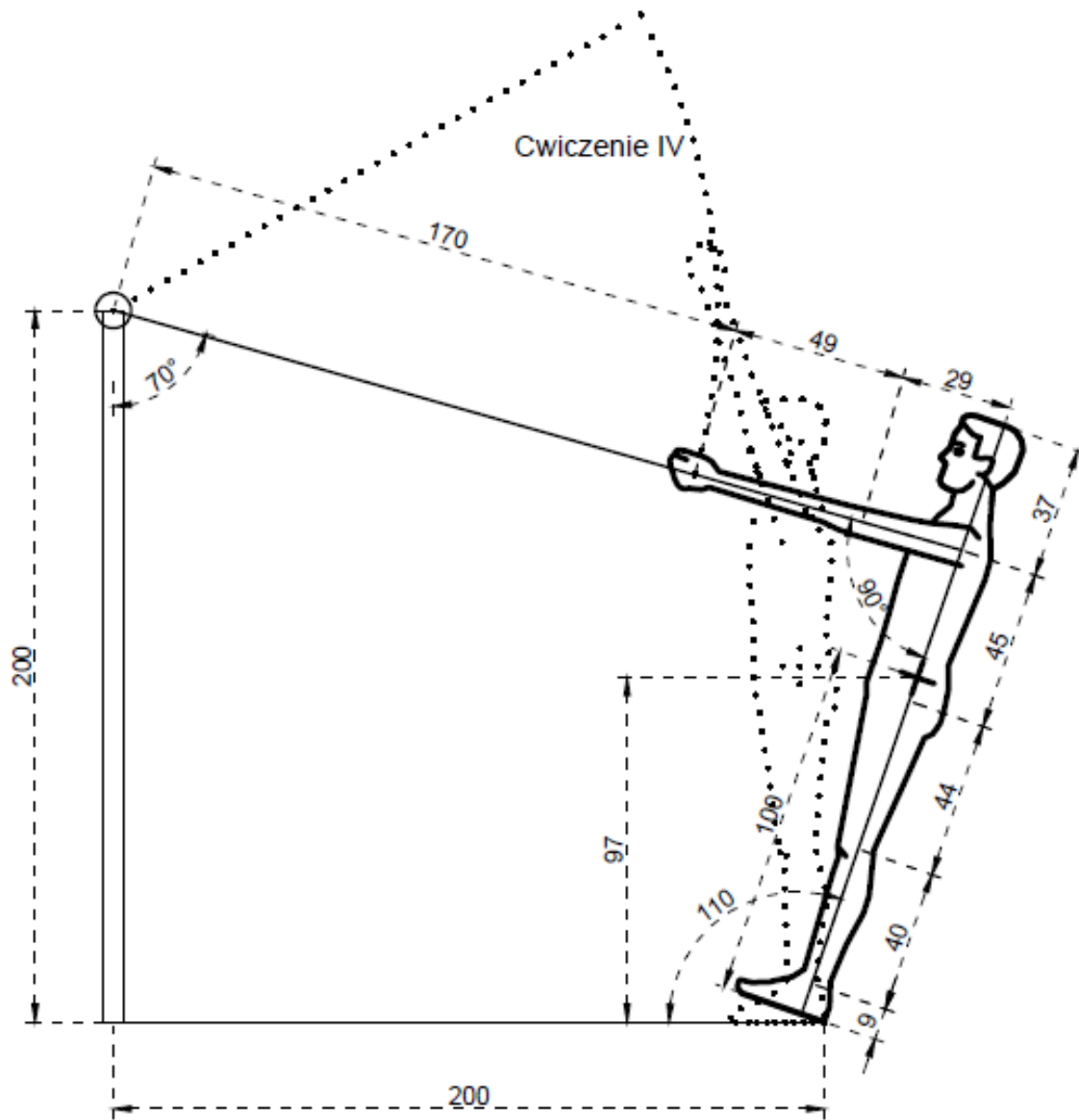
Ryc.5. Ćwiczenie nr 1.



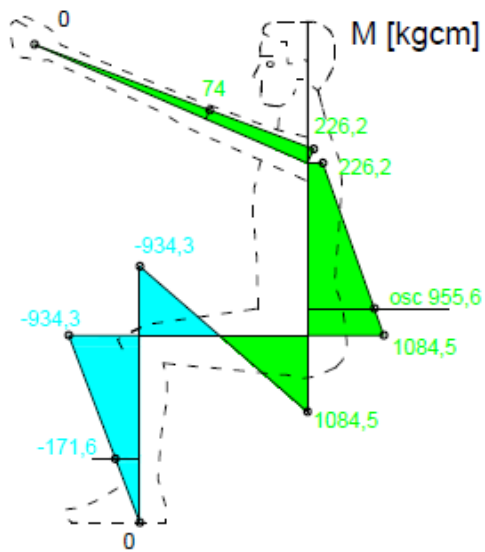
Ryc.6. Ćwiczenie nr 2.



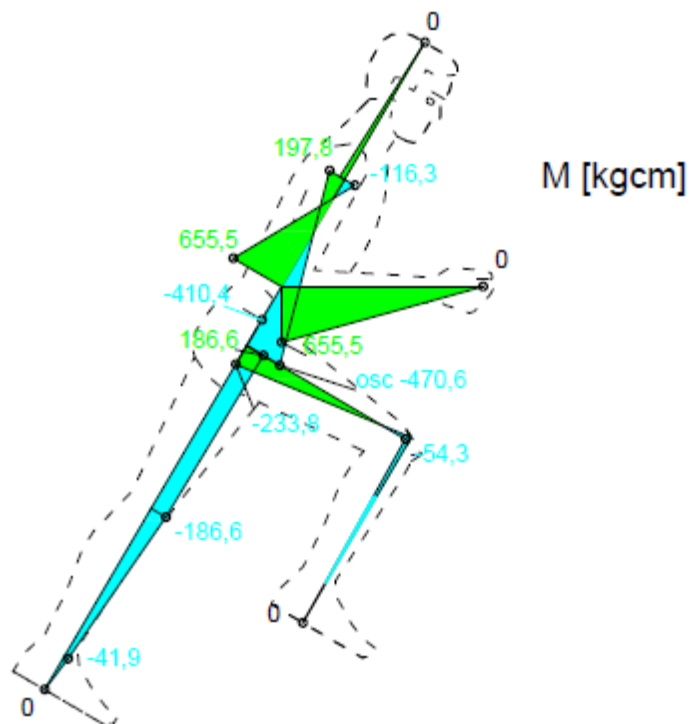
Ryc.7. Ćwiczenie nr 3.



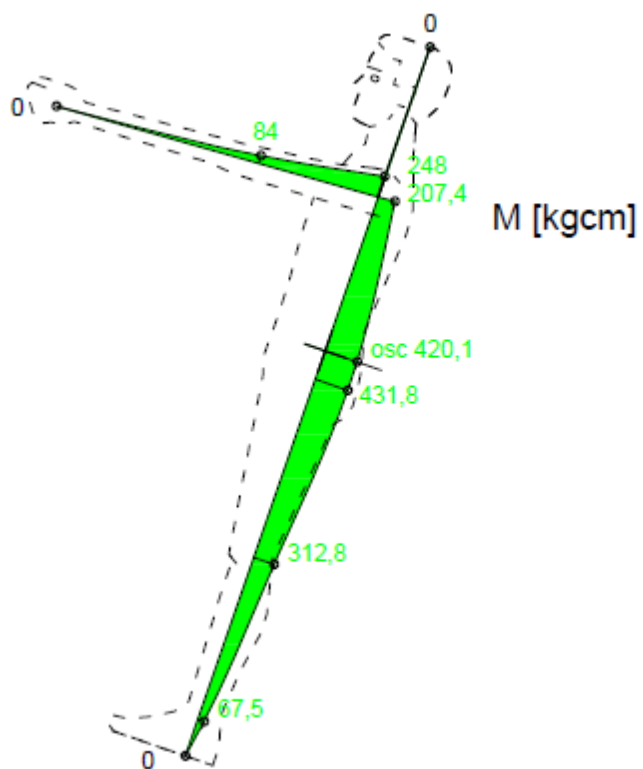
Ryc. 8. Ćwiczenie nr 4.



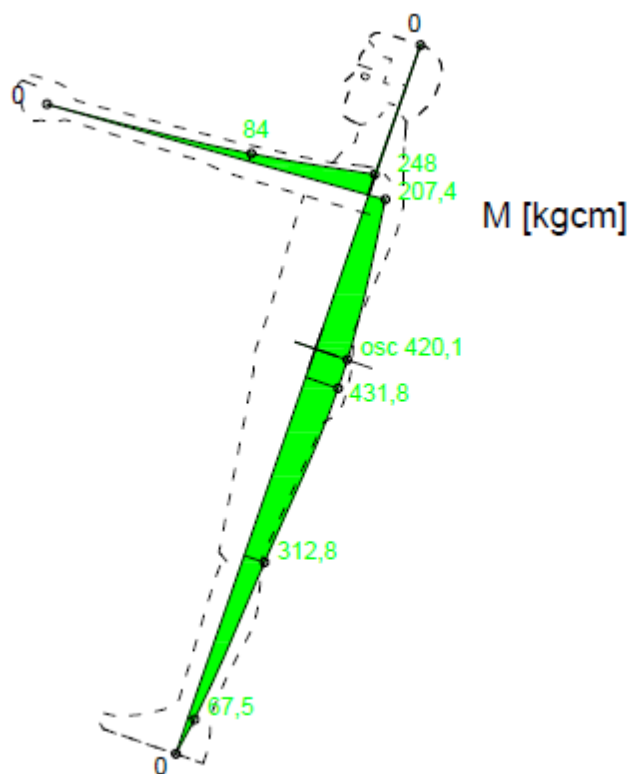
Ryc. 9. Wykresy momentów zginających w ćwiczeniu nr1.



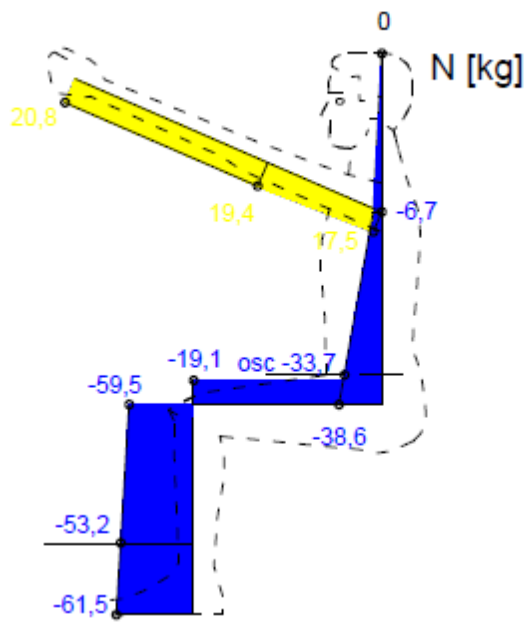
Ryc. 10. Wykresy momentów zginających w ćwiczeniu nr 2.



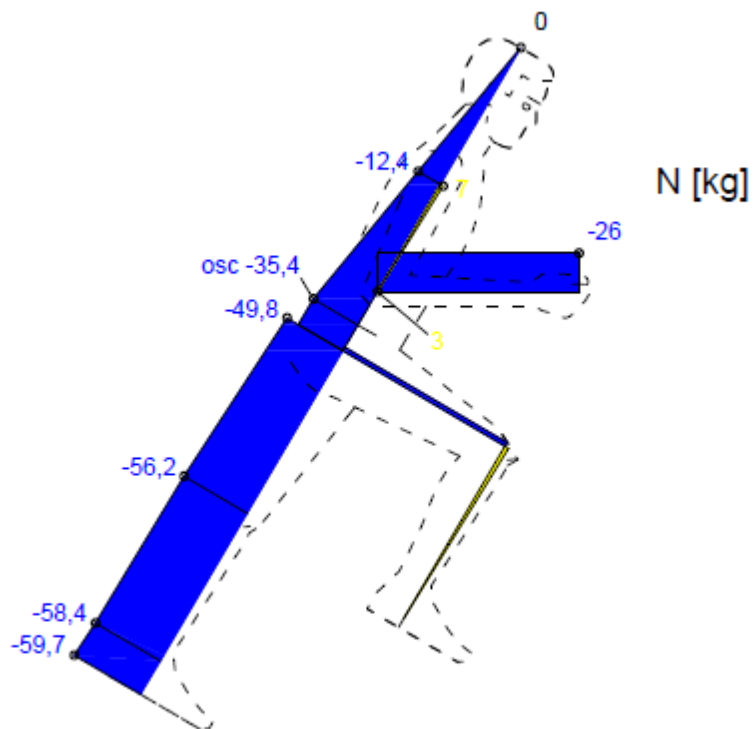
Ryc. 11. Wykresy momentów zginających w ćwiczeniu nr 3.



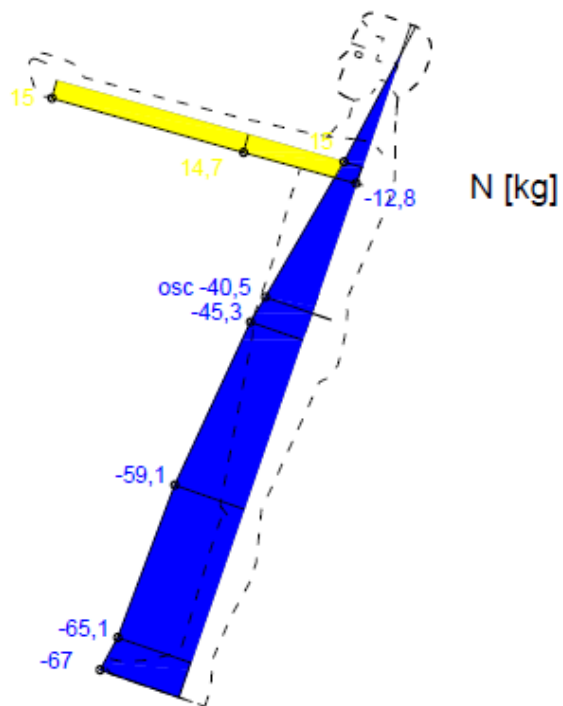
Ryc. 12. Wykresy momentów zginających w ćwiczeniu nr 4.



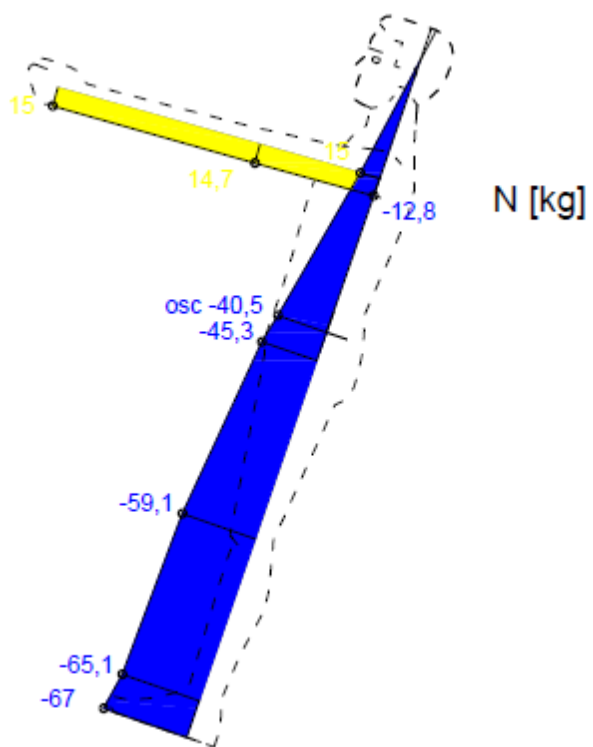
Ryc. 13. Wykres sił osiowych w ćwiczeniu nr 1.



Ryc. 14. Wykres sił osiowych w ćwiczeniu nr 2.



Ryc. 15. Wykres sił osiowych w ćwiczeniu nr 3.



Ryc. 16. Wykres sił osiowych w ćwiczeniu nr 4.

Tab.17. Wyniki obciążeń ćwiczeń.

Nr Ćwiczenia	Wartość sił w pkt. OSC		Siła działająca na mięśnie prostujące kręgosłup*	Siła w szkielecie*
	M [kNcm]	N [kg]	[kg]	[kg]
I	955,6	-33,7	191,1	-224,8
II	-410,4	-35,4	ND	46,7
III	420,1	-40,5	84	-124,5
IV	420,1	-40,5	84	-124,5

Wartości dodatnie oznacza rozciąganie, wartości ujemne ściskanie.

W tabeli powyżej zestawiono wartości obciążeń mięśni oraz kręgosłupa podczas wykonywania ćwiczeń, wyrażonych w kilogramach



Ryc. 17. Zajęcia grupowe z zastosowaniem systemu podwieszeń.



Ryc. 18. Zajęcia grupowe z zastosowaniem systemu podwieszeń.

Cały cykl rehabilitacyjny poprzedzały badania próby wysiłkowej, oceny parametrów hemodynamicznych serca oraz profil lipidowy. Wszystkie badania zostały ponownie wykonane bezpośrednio po zakończonym procesie treningowym.

Przeprowadzone badania:

- Elektrokardiograficzna próba wysiłkowa wykonywana przez tego samego lekarza kardiologa oraz autora projektu na początku i bezpośrednio po zakończeniu programu usprawniania. Testy wykonane były każdorazowo na bieżni mechanicznej B612 model C ASPEL wraz z oprogramowaniem ASTER. Parametry brane pod uwagę:

- czas trwania testu [min],
- pokonany dystans [m],
- koszt energetyczny [MET],
- częstość rytmu serca spoczynkowa i maksymalna [ud/min],
- systemowe ciśnienie tętnicze krwi maksymalne i spoczynkowe [mmHg], maksymalna wartość w trakcie trwania próby elektrokardiograficzne oraz spoczynkowe w pozycji siedzącej w piątej minucie odpoczynku w pozycji siedzącej. Pomiary wykonywane techniką osłuchową Korotowa na lewym ramieniu.

- Iloczyn podwójny spoczynkowy (DP *doubleprodukt*) i maksymalny [mmHg x min]

- według wzoru:

$$DP = HR \times RR_{sk}$$

gdzie:

HR – częstość rytmu serca

RR_{sk} – ciśnienie skurczowe,

- Przyczyny zakończenia testu [fizjologiczne: uzyskanie tętna submaksymalnego określonego wzorem: **208-0,7 x wiek** lub zmęczenie; patologiczne: wystąpienie bólu stenokardialnego, zmiany odcinka ST i załamka T, wystąpienie zaburzenia rytmu i przewodnictwa, wzrost ciśnienia tętniczego powyżej 250/120 mmHg]

- maksymalny pobór tlenu VO₂max z powodu braku odpowiedniego aparatu do bezpośredniego pomiaru, został wyznaczony metodą pośrednią wg wzoru.

$$VO_{2max} = 13,3 - 0,03 (t) + 0,297 (t^2) - 0,0077 (t^2) + 4,2 (CHS)$$

gdzie:

t – czas [min]

CHS (*cardiachealth status*) – 0: pacjenci bez przebytych zawałów mięśnia sercowego, bez objawów dławicy piersiowej oraz bez wykonywanych zabiegów rewaskularyzacji - 1: pacjenci po przebytych zawałach serca, po rewaskularyzacji oraz z dławicą piersiową (Nowak 2006).

- Badanie ultrasonograficzne serca metodą dwuwymiarową, wykonywane przez tego samego lekarza kardiologa mającego uprawnienia do jego wykonywania - przed rozpoczęciem turnusu rehabilitacyjnego i bezpośrednio po jego zakończeniu. Badanie wykonane zostało każdorazowo w projekcji przymostkowej, za pomocą ultrasonografu Philips ALT HDI 3000.

Oceniane parametry:

- LEDD - wymiar końcoworozkurczowy lewej komory (norma: 35-57 mm)

- LESD - wymiar końcowoskurczowy lewej komory (norma: 22-40 mm) (Nowak 2006)

- LEF% - frakcja wyrzutowa lewej komory (norma: >50%)

- LVM - masa lewej komory

- LVESV – objętość końcowoskurczowa [ml] (norma: kobiety 19-43 ml; mężczyźni 22-58 ml) formuła Teichholz (1976):

$$LVESV = 7 / (2.4 + LVESD) \times (LVESD)$$

- LVEDV – objętość końcoworozkurczowa [ml] (norma: kobiety 56-104 ml; mężczyźni 67-155 ml) formuła Teichholz (1976):

$$LVEDV = 7 / (2.4 + LVEDD) \times (LVEDD)$$

-LVSV – objętość wyrzutowa [ml] (norma: 75-100 ml) według wzoru (Teichholz 1976):

$$LVSV = LVEDD - LVESD$$

-LVM – masa lewej komory [g] (norma: kobiety 66-150g; mężczyźni 96-200g) według wzoru:

$$LVM = 0,8 (1,04 \times [(LVEDD + IVS + LVPW)^3 - LVEDD^3]) + 0,6$$

gdzie:

IVS – wymiar przegrody międzykomorowej

LVEDD – wymiar końcoworozkurczowy lewej komory serca

LVPW – wymiar tylnej ściany lewej komory serca (Nowak 2006)

- LVMI – wskaźnik masy lewej komory [g/m²] (norma: kobiety 44-88 g/m²; mężczyźni 50-102 g/m²) wyliczony na podstawie formuły Devereux (Devereux 1986)

$$LVMI = LVM / BSA$$

gdzie:

LVM – masa lewej komory serca

BSA – powierzchnia ciała według formuły Dubois & Dubois (Dubois & Dubois 1916).

- Badanie profilu lipidowego krwi – wyniki profilu lipidowego zostały dostarczone przez pacjentów. Zostały one wykonane w laboratorium analitycznym na podstawie skierowania lekarskiego podczas rutynowego postępowania. Oceniane parametry:

- stężenie cholesterolu całkowitego w surowicy krwi (TC) [mg/dl] (norma: < 190 mg/dl),

- stężenie frakcji cholesterolu HDL w surowicy krwi (High Density Lipoproteins) [mg/dl] (norma: ≥ 40 mg/dl),
- stężenie frakcji cholesterolu LDL w surowicy krwi (Low Density Lipoprotein) [mg/dl] (norma: < 115 mg/dl),
- stężenie trójglicerydów w surowicy krwi (TG) [mg/dl] (norma: ≤ 150 mg/dl)(Stępińska i wsp. 2012, Wytyczne ESC/EAS dotyczące postępowania w dyslipidemiach 2011).

5.3. Metodyka oceny statystycznej

Użyto podstawowych statystyk opisowych, w których oceniane miary to: liczba obserwacji (N), wartość maksymalna i minimalna, odchylenie standardowe (SD), średnia arytmetyczna. Do weryfikacji założeń testów parametrycznych wykorzystano test normalności Shapiro-Wilka oraz test jednorodności wariancji Browna-Forsythe'ego. Przeprowadzono także parametryczny test t-Studenta dla zmiennych zależnych, których rozkład jest zgodny z rozkładem normalnym oraz nieparametryczny test kolejności par Wilcoxon dla zmiennych zależnych, których rozkład nie jest zgodny z rozkładem normalnym. Wykonano również test t-Studenta dla zmiennych niezależnych, których rozkład jest zgodny z rozkładem normalnym oraz jego nieparametryczny odpowiednik –test U Manna-Whitneya dla zmiennych niezależnych, których rozkład nie jest zgodny z rozkładem normalnym. Baza danych zebrana w programie Excel została wykorzystana i przeanalizowana w Statistica 12 (StatSoft). Poziom istotności przyjęto o wartości $p \leq 0,05$.

6. Wyniki badań

6.1. Elektrokardiograficzna próba wysiłkowa (epw)

W tabeli 17 przedstawione zostały wyniki dwóch badanych grup uzyskane podczas próby wysiłkowej na bieżni mechanicznej zgodnie z klasycznym protokołem Bruce'a.

Podczas analizy wyników grup *system podwieszęń* oraz *standard* według zaleceń Sekcji Rehabilitacji Kardiologicznej i Fizjologii Wysiłku PTK wykazano istotnie statystycznie zmiany. W grupie SP pokonany dystans oraz czas trwania próby uległy wydłużeniu. Wykazano również istotnie statystyczny wzrost VO₂max oraz wartość wskaźnika MET. Obniżeniu uległy ciśnienie tętnicze skurczowe spoczynkowe jak i ciśnienie tętnicze krwi rozkurczowe maksymalne. Nie zanotowano zmian istotnych statystycznie w parametrach częstości rytmu serca w fazie spoczynkowej, ciśnieniu rozkurczowemu spoczynkowemu oraz ciśnieniu tętniczemu rozkurczowemu maksymalnemu.

Tab. 18. Wyniki elektrokardiograficznej próby wysiłkowej wykonanej w obu badanych grupach pacjentów przed (I) i po (II) cyklu 24 dniowej rehabilitacji

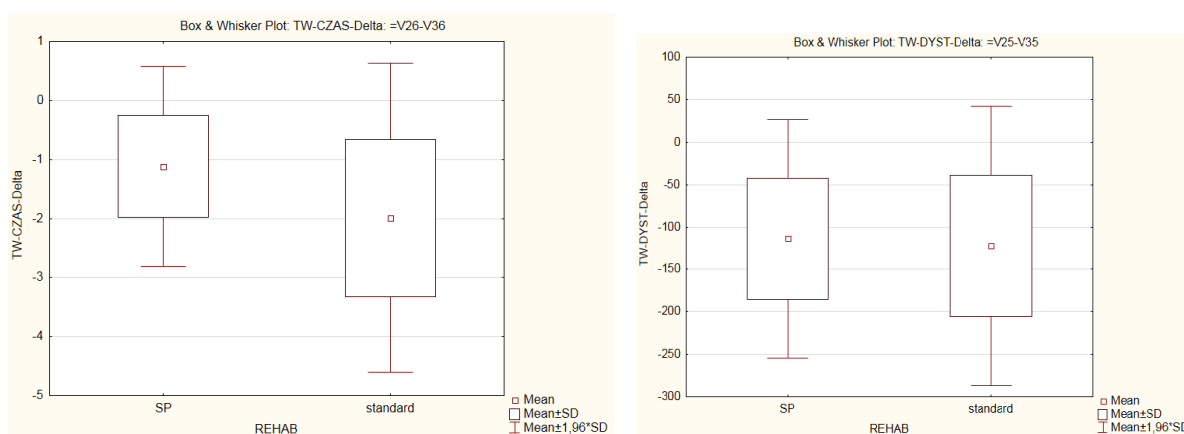
Zmienna	Grupa SP	p	Grupa standard	p	Δ SP vs Δ standard
Czas I Czas II Δ [min]	7,60±1,16 8,71±0,92 1,12	0,000	7,58±1,10 9,57±1,77 1,99	0,000	0,460
Dystans I Dystans II Δ [m]	304,75±56,88 418,73±45,76 113,98	0,000	301,73±62,48 424,15±110,25 122,42	0,000	0,346
MET I MET II Δ	8,93±1,22 9,96±0,96 1,03	0,000	9,99±1,08 11,91±1,86 1,925	0,000	0,000
VO ₂ max I VO ₂ max II Δ [ml/kg/min]	34,34±4,95 39,43±4,48 5,09	0,000	34,21±5,07 44,53±9,25 10,33	0,000	0,302
HR sp I HR sp II Δ [uderz./min]	69,58±6,96 68,54±11,44 -1,04	0,637	70,10±8,08 66,25±8,55 -3,85	0,013	0,915
HRmax I HRmax II Δ [uderz./min]	120,92±12,38 121,00±12,19 0,08	0,974	122,35±15,16 124,65±13,54 2,30	0,379	0,751
RRsksp I RRsksp II Δ [mmHg]	122,92±13,10 114,17±10,60 -8,75	0,013	129,75±14,00 122,50±6,39 -7,25	0,016	0,020
RRrsp I RRrsp II Δ [mmHg]	79,79±6,67 77,71±5,89 -2,08	0,105	78,75±6,46 77,50±6,39 -1,25	0,449	0,926
RRskmax I RRskmax II Δ [mmHg]	155,00±18,42 148,96±10,83 -6,04	0,035	150,25±15,93 146,50±10,89 -3,75	0,292	0,629
RRrmax I RRrmax II Δ [mmHg]	81,67±6,37 80,21±7,59 -1,46	0,283	81,25±7,23 80,00±4,59 -1,25	0,489	0,983
DPsp I DPrest II Δ	8572,29 ±1378,84 7807,50±1353,25 -764,79	0,005	9124,25±1630,96 8107,00±1088,65 -1017,25	0,000	0,472
DPmaxI DPmaxII Δ	18771,67±3129,48 18040,83±2356,19 -730,83	0,186	18477,25±3400,95 18286,50±2575,25 -190,75	0,750	0,998

Wszystkie dane przedstawiono w postaci wartości średnich ± odchyłeń standardowych i różnicy (Δ – delta), p – poziom istotny statystycznie (za najniższy przyjęto $p \leq 0,05$), MET (ang. *Metabolic Equivalent*) – równoważnik metaboliczny, VO₂max – maksymalne pochłanianie tlenu (ang. *Maximal Oxygen Uptake*), HRsp – częstość rytmu serca spoczynkowa, HRmax – maksymalna częstotliwość rytmu serca (ang. *Heart Rate Maximal*), RRsksp – ciśnienie tętnicze skurczowe spoczynkowe RRskmax – ciśnienie tętnicze skurczowe maksymalne, RRrsp – ciśnienie tętnicze krwi rozkurczowe spoczynkowe RRrmax – ciśnienie tętnicze krwi

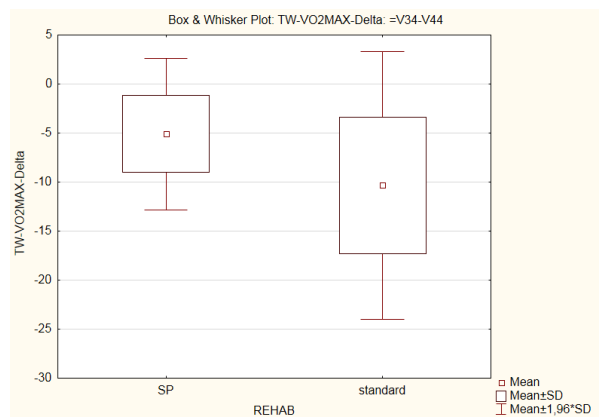
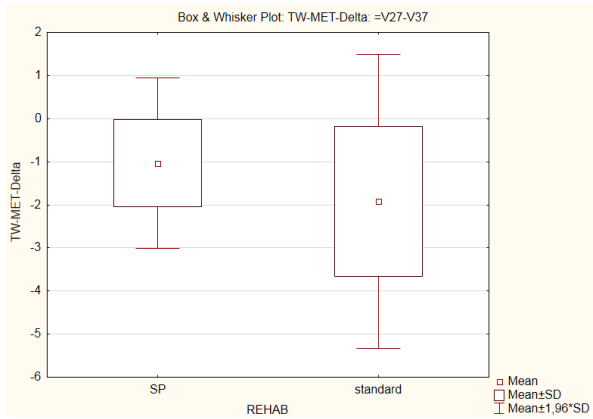
rozkurczowe maksymalne, , DPsp – produkt, iloczyn podwójny spoczynkowy (ang. *Double Product Rest*), DPmax – produkt, iloczyn podwójny maksymalny (ang. *Double Productv Maximal*),

W obu rehabilitowanych grupach (SP i Standard) uzyskano znamiennej poprawę tolerancji wysiłkowej. W porównaniu z badaniem początkowym wydłużeniu uległ czas trwania testu, pokonany dystans oraz wzrósł koszt energetyczny MET i maksymalne pochłanianie tlenu $VO_2\max$ ($p<0,000$), obniżeniu uległo spoczynkowe skurczowe ciśnienie krwi, iloczyn podwójny spoczynkowy.

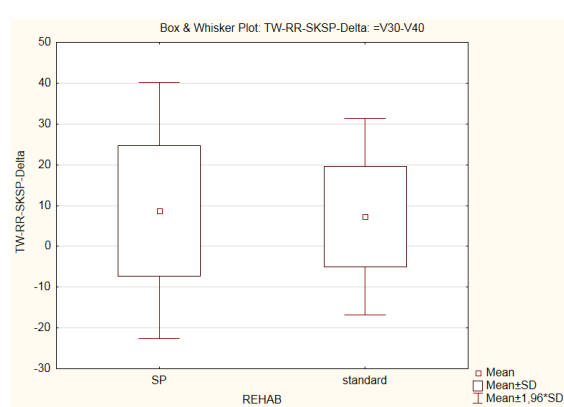
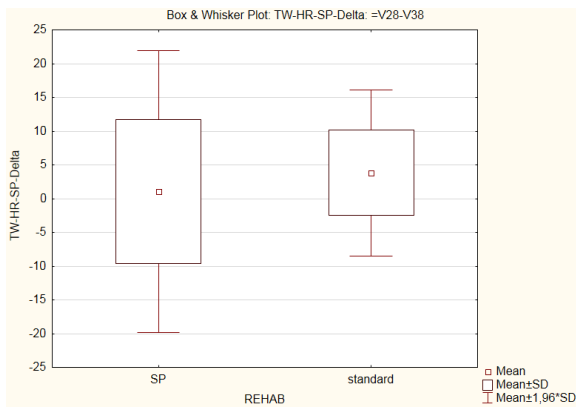
Na rycinach 19-26 zamieszczono porównania międzygrupowe wyników uzyskanych podczas wykonanej elektrokardiograficznej próby wysiłkowej.



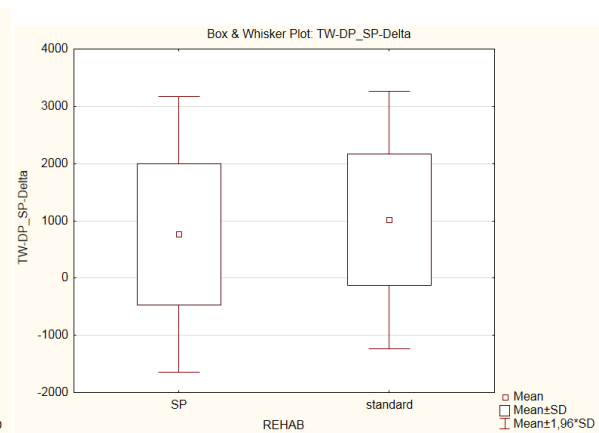
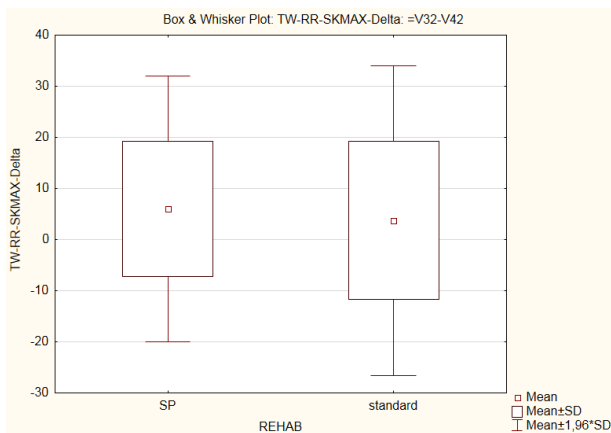
Ryc. 19-20. Porównanie zmian (delta) parametrów testu wysiłkowego- czas i dystans



Ryc. 21-22. Porównanie zmian (delta) parametrów testu wysiłkowego- MET i VO2max



Ryc. 23-24. Porównanie zmian (delta) parametrów testu wysiłkowego- HRsp i RRsksp



Ryc.25-26. Porównanie zmian (delta) parametrów testu wysiłkowego- RRskmax i DPsp

6.2 Badanie echokardiograficzne serca

W tabeli przedstawiono wyniki UKG serca wykonane metodą dwuwymiarową przed i po cyklu kompleksowej rehabilitacji kardiologicznej.

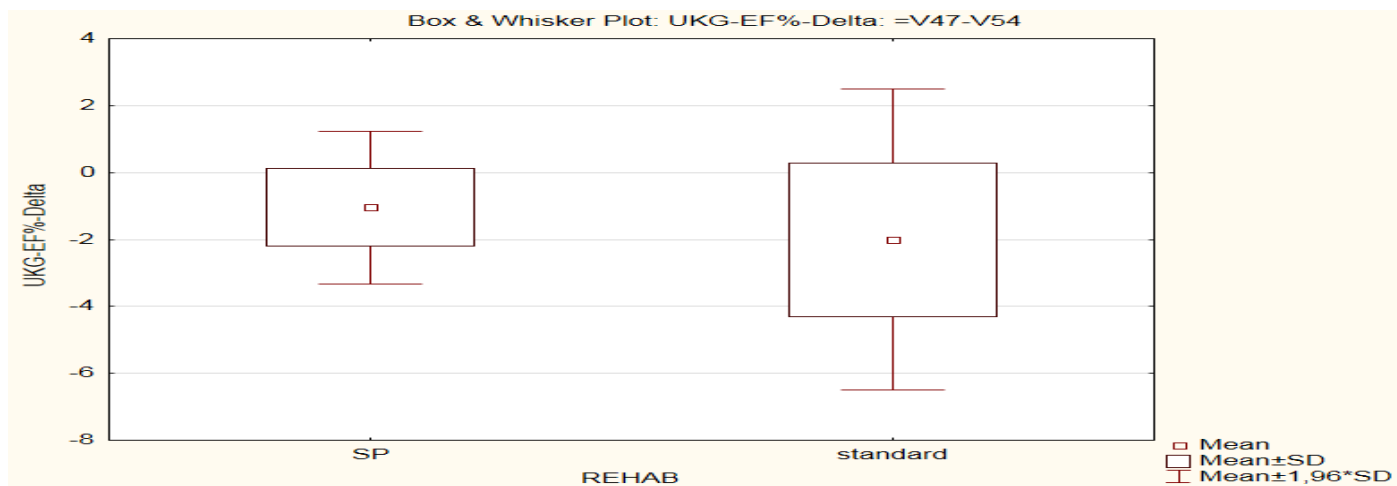
Tab. 19. Wyniki badania echokardiograficznego serca wykonanej w obu badanych grupach pacjentów przed (I) i pod (II) cyklu 24 dniowej rehabilitacji

Zmienna	Grupa SP	p	Grupa standard	p	Δ SP vs Δ standard
LVEDD I LVEDD II Δ [mm]	49,29±3,77 49,08±3,74 -0,21	0,618	50,35±5,11 50,05±4,85 -0,30	0,580	0,718
LVEDS I LVEDS II Δ [mm]	35,38±3,90 35,92±3,12 0,54	0,264	33,90±3,88 34,65±4,26 0,75	0,183	0,441
LVESV I LVESV II Δ [ml]	47,42±8,07 48,17±5,15 0,75	0,502	48,03±13,21 50,78±15,19 2,75	0,157	0,877
LVEDV I LVEDV II Δ [ml]	126,71±21,69 125,88±20,10 -0,83	0,078	121,85±28,53 120,03±27,00 -1,82	0,530	0,748
LVSV I LVSV II Δ [ml]	79,29±22,68 77,70±22,09 -1,58	0,257	73,80±22,17 69,25±19,53 -4,55	0,250	0,521
LVEF I LVEF II Δ [%]	52,29±3,29 53,33±3,27 1,04	0,001	53,30±3,06 55,30±4,13 2,00	0,005	0,321
LVM I LVM II Δ [g]	188,01±35,14 186,63±33,60 -1,38	0,616	203,79±50,30 201,14±46,09 -2,64	0,477	0,427
LVMI I LVMI II Δ [g/m ²]	94,29±7,94 94,13±6,85 -0,16	0,301	100,71±19,58 100,14±20,20 -0,57	0,198	0,688

Wszystkie dane przedstawiono w postaci wartości średnich \pm odchyłeń standardowych i różnicy (Δ – delta), p – poziom istotny statystycznie (za najniższy przyjęto $p \leq 0,05$), LVEDD – wymiar 60ońcowo rozkurczowa lewej komory (ang. *Left Ventricular End-Diastolic Diameter*), LVEDV – objętość 60ońcowo rozkurczowa lewej komory (ang. *Left Ventricular End-Diastolic Volume*), LVEF – frakcja wyrzutowa lewej komory (ang. *Left Ventricular Ejection Fraction*), LVESD – wymiar końcowoskurczowy lewej komory (ang. *Left Ventricular End-Systolic Diameter*), LVESV – objętość końcowoskurczowa lewej komory (ang. *Left Ventricular End-Systolic Volume*), LVSV – objętość wyrzutowa lewej komory (ang. *Left Ventricular Stroke Volume*), LVM masa lewej komory (ang. *Left Ventricular Mass*), LVMI – wskaźnik masy lewej komory (ang. *Left Ventricular Mass Index*).

W porównaniu do badania wstępnego, w obu rehabilitowanych grupach uzyskano znamiennej wzrost frakcji wyrzutowej lewej komory serca, w zakresie pozostałych ocenianych

wskaźników echokardiograficznych, także wykazano korzystne zmiany jednak nie miały one cech znamienności statystycznej.



Ryc. 27. Porównanie zmian (delta) parametrów badania echokardiograficznego serca-EF%

6.3. Badanie profilu lipidowego

W tabeli 20 przedstawiono wyniki analizy statystycznej profilu lipidowego przed i po 22 jednostkach rehabilitacyjnych.

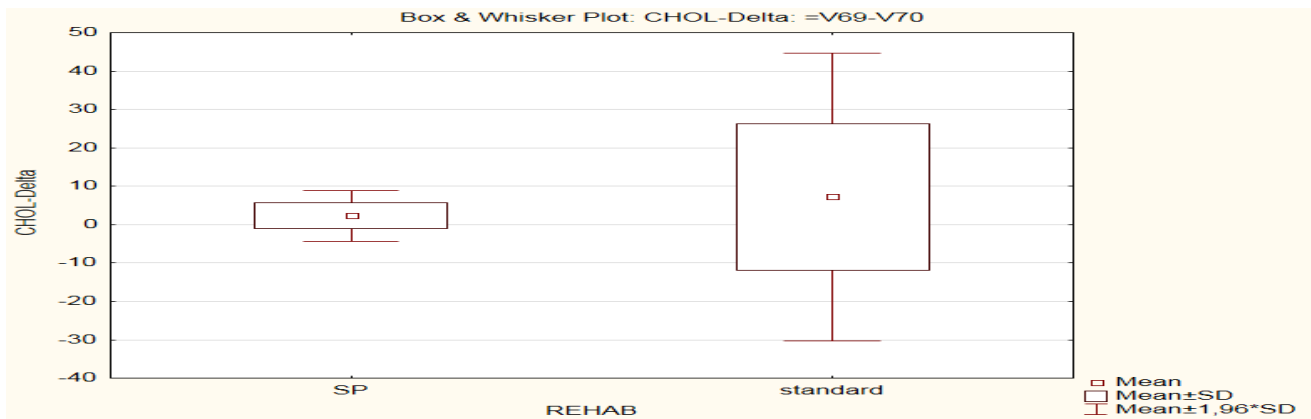
Tab. 20. Wyniki badania profilu lipidowego wykonanego w obu grupach pacjentów przed (I) i pod (II) cyklu 24 dniowej rehabilitacji

Zmienna	Grupa SP	p	Grupa Standard	p	Δ SP vs Δ standard
TC I TC II Δ [mg/dl]	180,92±6,30 178,58±5,36 -2,34	0,003	165,00±32,69 157,77±29,92 -7,23	0,107	0,014
HDL I HDL II Δ [mg/dl]	49,13±4,62 50,83±4,32 1,71	0,000	50,10±14,40 50,13±13,33 0,03	0,991	0,998
LDL I LDL II Δ [mg/dl]	88,04±3,83 85,92±4,32 -2,13	0,005	90,70±26,58 85,50±25,89 -5,20	0,103	0,975
TG I TG II Δ [mg/dl]	114,58±10,31 106,79±23,45 -7,79	0,072	121,06±50,25 110,80±50,36 -10,26	0,245	0,872

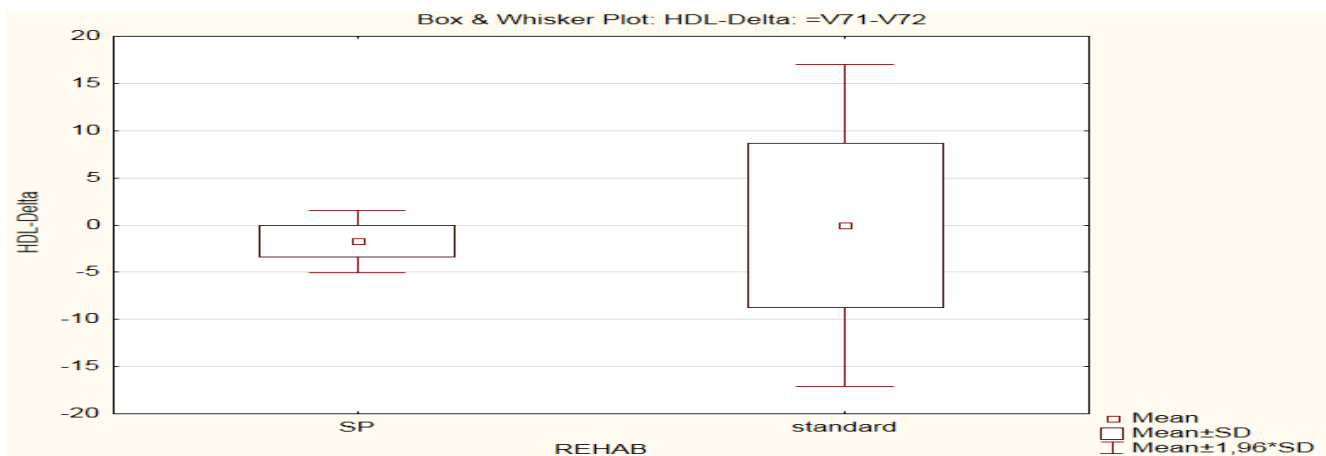
Wszystkie dane przedstawiono w postaci wartości średnich \pm odchyłeń standardowych i różnicy (Δ – delta), p – poziom istotny statystycznie (za najniższy przyjęto $p \leq 0,05$), HDL – lipoproteiny osocza krwi o wysokiej gęstości (ang. *High Density Lipoprotein*), LDL – lipoproteiny osocza krwi o niskiej gęstości (ang. *Low Density Lipoprotein*), TC – cholesterol całkowity (ang. *Total Cholesterol*), TG – stężenie triglicerydów (ang. *Triglycerides*).

W obu rehabilitowanych grupach wykazano poprawę w zakresie profilu lipidowego. Największe i jednocześnie istotne zmiany stwierdzono w grupie SP. W odniesieniu do pozostałych wskaźników zmiany miały charakter korzystny jednak bez istotności statystycznej.

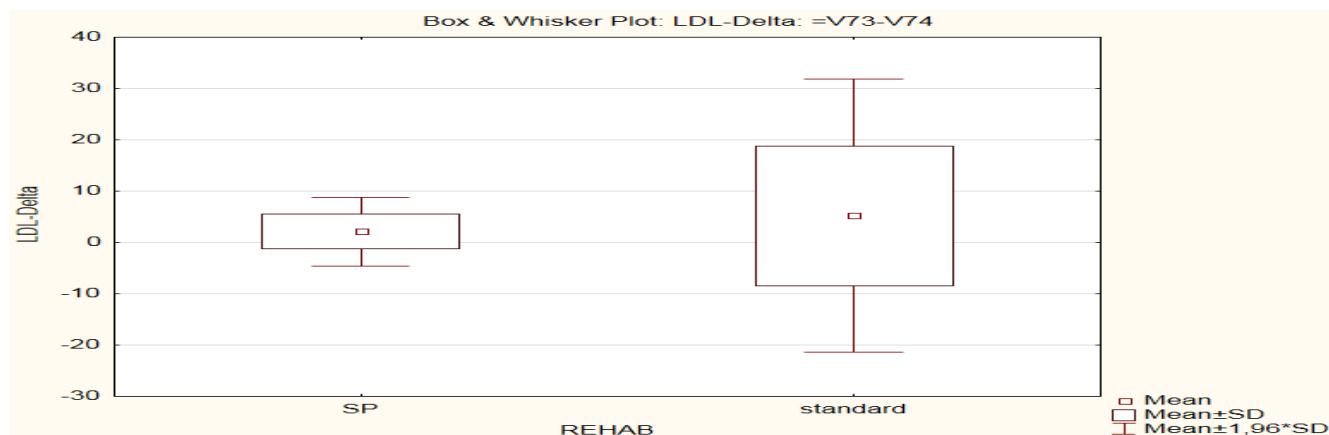
Na wykresach 28-30 zamieszczono porównania międzygrupowe wyników profilu lipidowego.



Ryc. 28. Porównanie zmian (delta) parametrów profilu lipidowego-TC



Ryc. 29. Porównanie zmian (delta) parametrów profilu lipidowego- HDL



Ryc. 30. Porównanie zmian (delta) parametrów profilu lipidowego- LDL

7. Dyskusja

Ciągłość rehabilitacji oraz jej możliwie jak najwcześniejsze rozpoczęcie, stanowią składowe skutecznej kompleksowej rehabilitacji kardiologicznej. Doniesienia naukowe wskazują, iż najlepsze efekty w zakresie prewencji wtórnej w grupie pacjentów po przebytych zawale mięśnia sercowego stanowią programy bazujące na systematycznej aktywności fizycznej [Denollet i Brutsaert 2001]. W naszym kraju, nie istnieje nowoczesny i zintegrowany system organizacji oraz realizacji zasad kompleksowej rehabilitacji kardiologicznej obejmujący także prewencję wtórną. Potwierdzają to wyniki badań. Według prowadzonych analiz, liczba pacjentów objęta programem stacjonarnym rehabilitacji kardiologicznej stanowi około 23491/rok. w oddziale dziennym z kolei to 4450, zaś łączna liczba samych ostrych zespołów wieńcowych i operacji kardiochirurgicznych w kraju to ponad 100 000 rocznie [Gałaszek i Eysymott 2012]. Autorzy podkreślają problem deficytu rehabilitacji w Polsce w porównaniu do ogromnego postępu w zakresie kardiologii interwencyjnej [Makowiecki i Mamcarz 2009].

Wg Skorupskiej i Śliż [2013] brak aktualnej weryfikacji w zakresie dostępności, skuteczności i możliwości zastosowania nowych form treningowych w odniesieniu do postępu kardiologii inwazyjnej i kardiologii chirurgii sprawia, że jedynie niewielki odsetek osób korzysta z możliwości uczestnictwa w programie usprawniania w ramach II i III etapu.

Tym bardziej w dostępnym piśmiennictwie brak doniesień naukowych, których celem byłaby ocena parametrów lewej komory serca, wydolności wysiłkowej oraz profilu lipidowy przy zastosowaniu alternatywnego treningu oporowego w drugim etapie rehabilitacji kardiologicznej.

Dlatego też zdecydowano się na przebadanie osób w drugim etapie rehabilitacyjnym co niewątpliwie pozwoliło na wnikliwą analizę podjętej w niniejszej pracy problematyki.

Przedstawione wyniki badań wskazują na pozytywne zmiany w kontekście usprawniania pacjentów po przebytych zawale mięśnia sercowego z wykorzystaniem niestandardowej formy treningu oporowego *system podwieszęć*. Prawdopodobnie badania podobnej treści nigdy wcześniej nie były wykonywane u pacjentów kardiologicznych, gdyż treningi z zastosowaniem takiego systemu wykorzystywane były przede wszystkim w klubach fitness do pracy z osobami zdrowymi. Z racji znacznego spadku uczestnictwa (50%) w procesie wczesnej rehabilitacji kardiologicznej prowadzone są działania mające na celu

zwiększenia jej skuteczności, oraz rozszerzenia różnorodności form aktywności sportowo-rekreacyjnych [Makowiecki i Mamcarz 2009].

Analiza własnych badań wykazała, iż trening z *systemem podwieszek* jest nie tylko dobrze tolerowaną i efektywną formą treningu oporowego, ale przede wszystkim bezpieczną i interesującą ofertą, która może zostać wpisana do obecnych form II etapu kompleksowej rehabilitacji kardiologicznej. Ważnym aspektem jest łatwa dostępność i zarazem niskie koszty takiego urządzenia w porównaniu z tymi które wykorzystywane są w ramach standardowego treningu oporowego – orbitreka, wioślarza czy stepera. Dodatkowo trening z zastosowaniem systemu podwieszek stanowi łatwo dostępne narzędzie treningowe (możliwość zmontowania w domu, parku) do kontynuowania bezpiecznej formy aktywności w III etapie rehabilitacji kardiologicznej.

7.1. Elektrograficzna próba wysiłkowa (EPW)

Jednym z najefektywniejszych badań służącym do oceny wydolności wysiłkowej jest elektrokardiograficzna próba wysiłkowa. To skuteczne i bezpieczne badanie przeprowadza się na bieżni mechanicznej a uzyskiwane wyniki umożliwiają ocenę zmian tolerancji wysiłkowej pacjentów z dysfunkcjami sercowo-naczyniowymi. Efektywność próby przede wszystkim służy do wykazania zmian po przebytych programie usprawniania w porównaniu do badań początkowych [Domka-Jopek i wsp. 2013, Dylewicz i wsp. 2009, Kuch 2005]. Parametrybrane pod ocenę to czas trwania testu, pokonany na bieżni dystans, wartości VO₂max oraz wartość jednostki metabolicznej MET.

Uzyskane wyniki badań wykazały istotną poprawę tolerancji wysiłkowej, ocenianej na podstawie wspomnianych wyżej wskaźników w odniesieniu do wyników osiągniętych przed rozpoczęciem programu usprawniania. Zarówno w grupie SP (*system podwieszek*) jak i Standard (rehabilitowani zgodnie z wytycznymi PTK) po cyklu rehabilitacji, wykazano istotne wydłużenie czasu trwania testu oraz pokonanego dystansu jak również istotny wzrost wskaźnika MET i wartości VO₂max.

Maksymalne zużycie tlenu (VO₂max) jest podstawowym wskaźnikiem determinującym wytrzymałość, zwłaszcza podczas długotrwałego wysiłku i jednocześnie oceniającym wydolność układu sercowo-naczyniowego [Dziduszko-Fedorko i Zawadzka-Byśko 2004, Korzeniowska- Kubacka i Piotrowicz 2004]. Ciężka niewydolność serca

oceniana jest wynikiem na poziomie 10 ml/kg/min. [Dylewicz i wsp. 2009]. Poziom minimalny sprawności fizycznej ocenianej za pomocą VO₂max to 40 ml/kg/min (11 MET) Dla osoby która prowadzący siedzący tryb życia wartość VO₂max wynosi około 30ml/kg/min. co odpowiada wartości 8,5 MET. [Nowak 2006, 2002]. Na podstawie uzyskanych wyników badań, wykazano znamiennego wzrost wartości VO₂max w obu trenujących grupach SP i standard (odpowiednio: 34,34 vs 39,43 ml; $p=0,000$ i 34,21 vs 44,52 $p<0,000$) co dowodzi, iż zaplanowany proces rehabilitacji prowadzony w sposób ciągły i systematyczny prowadzi do istotnej poprawy wydolności fizycznej pacjentów.

Do podobnych wniosków doszli w swojej pracy Korzeniowska-Kubacka i wsp. [2010] oceniając efekty ponad 4 miesięcznego programu usprawniania w odniesieniu do funkcji rozkurczowej lewej komory serca pacjentów leczonych angioplastyką po OZW. Wykazali oni znamiennego wzrost VO₂max w grupie trenującej z 26,66 na 28,79 ml/kg/min ($p<0,000$) przy jednoczesnym braku zmian w grupie kontrolnej 26,33 vs do 26,34 ml/kg/min.

Podsiadły i wsp. [2012] porównywali dwie grupy pacjentów po przebytym zawale serca, z których jedna leczona była angioplastyką a druga metodą operacyjną (pomostowanie aortalno wieńcowe). W obu analizowanych grupach, po zakończeniu programu usprawniania, uzyskano istotną poprawę tolerancji wysiłkowej, ale najkorzystniejsze efekty wykazano wśród pacjentów leczonych metoda operacyjną (28,82 vs 38,60 ml; $p<0,001$).

Wskaźnikiem tolerancji wysiłkowej, ocenianym podczas elektrokardiograficznej próby wysiłkowej jest także równoważnik metaboliczny MET. Wg Domka-Jopek i wsp. [2013] oraz Myers i wsp. [2002] szczytowa wydolność wysiłkowa mierzona w MET-ach, jest bardzo dobrym czynnikiem prognostycznym ryzyka zgonu zarówno wśród pacjentów z chorobami sercowo naczyniowymi jak i osób zdrowych.

Badania własne pokazały, iż zarówno trening z użyciem *systemu podwieszek* jak i w prowadzony zgodnie z wytycznymi PTK (*standard*) w sposób znaczący wpłyną na poprawę wskaźnika MET (odpowiednio: 8,93 vs 9,96 $p=0,000$ oraz 9,99 vs 11,91 $p=0,000$)

Wilk i wsp. (2005), oceniające efekty zastosowania treningu *Nordic Walking* w II etapie rehabilitacji pacjentów po zawale mięśnia sercowego, wykazali podobny wynik tzn. wzrost wskaźnika MET zarówno w grupie osób trenujących zgodnie z wytycznymi PTK (8,5 vs 9,7; $p<0,05$) oraz w grupie eksperymentalnej (7,9 vs 10,3; $p<0,001$), której program usprawniania obejmował trening *Nordic Walking* Również podobną tendencję zmian istotnych statystycznie zanotował Nowak i wsp. (2010) badając pacjentów poddanych zabiegowi angioplastyki naczyń wieńcowych. Oceniano okres sześciu miesięcy, od zabiegu obejmujący zarówno I jak i II etap usprawniania. Wartość wskaźnika MET w badaniu

początkowym wynosił 7,57, po zakończeniu II etapu jego wartość wzrosła do poziomu 9,18 ($p < 0,001$).

Podobnie też Domka-Jopek i wsp. [2013] analizując efekty trzymiesięcznej rehabilitacji ambulatoryjnej zanotowała wzrost wskaźnika metabolicznego MET (8,82 vs 10,84 , $p < 0,05$).

Kolejnym wskaźnikiem ocenianym podczas próby wysiłkowej, świadczącym o poziomie wydolności jest czas trwania testu oraz pokonany na bieżni dystans [Podsiadły i wsp 2012]. W badaniach własnych, zarówno pacjenci trenujący z systemem podwieszek jak i wg programu standardowego uzyskali znamienne poprawę polegającą na wydłużeniu czasu trwania testu końcowego o ok 2 minuty ($p < 0,000$) oraz pokonanego dystansu o ponad 100 metrów ($p < 0,000$). Uzyskane wyniki badań są zbieżne z wynikami innych autorów [Podsiadły i wsp. 2012, Korzeniowska-Kubacka i wsp. 2010, Nowak i wsp. 2010].

Efektom prawidłowej adaptacji do wysiłku fizycznego świadczącym jednocześnie o zwiększeniu wydolności wysiłkowej jest zwolnienie spoczynkowej i szczytowej częstości rytmu serca. Dzieje się to poprzez zmniejszenie aktywności autonomicznego układu nerwowego. Wymieniony mechanizm oraz pobudzenie nerwu błędnego wpływają również na spadek ciśnienia zarówno skurczowego jak i rozkurczowego [Jegier 2009, Nowak 2006].

W badaniach własnych w grupie trenującej wg standardów PTK uzyskano istotne zmniejszenie spoczynkowej częstości rytmu serca (70,1 vs 66,25 ud/min; $p < 0,013$). Natomiast spadek ciśnienia skurczowego spoczynkowego znamieny był w obu grupach standard (129,75 vs 122,5 mmHg; $p < 0,016$) oraz system podwieszek (122,92 vs 114,17mmHg; $p < 0,013$). Prawdopodobną przyczyną różnic był bardziej intensywny trening oporowy obejmujący ćwiczenia na orbitreku, wioślarzu i stepperze, niż w grupie SP w której występował spokojniejszy trening z obciążeniem własnego ciała. W przypadku wartości szczytowych ciśnienia istotną różnicę zanotowano w grupie SP dla ciśnienia skurczowego maksymalnego. Pomimo, że stwierdzono statystycznie taką różnicę, wydaje się że wynik mógł być przypadkowy z uwagi na to, że zarówno w grupie SP jak i Standard wartości ciśnienia były bardzo podobne. Podobne wyniki – obniżenie spoczynkowej częstości rytmu serca ($p < 0,001$) oraz wzrost maksymalnej częstości ($p < 0,001$) związany głównie z wydłużeniem czasu trwania testu, uzyskał w swoich badaniach Nowak i wsp. [2010].

Natomiast z wyjątkiem wartości szczytowych tętna oraz ciśnienia skurczowego i rozkurczowego brak istotnych zmian w zakresie spoczynkowych wartości tych parametrów wykazali w swoich badaniach Korzeniowska – Kubacka i wsp [2010]. Inni badacze Belardinelli i wsp. [2001] oceniali zmiany wśród pacjentów po zabiegu PTCI oraz implantacji

stentów. Badanych w półrocznym okresie obserwacji podzielono na grupy – trenujące (3 razy w tygodniu trening na ergometrze) oraz prowadzące sedentarny tryb życia. Wykazano nieistotny spadek spoczynkowej częstości skurczów serca u wszystkich badanych. W obydwu grupach zanotowano nieistotny statystycznie wzrost szczytowej akcji serca. Natomiast w grupie trenującej istotnej poprawie uległy wartości ciśnienia skurczowego (128 vs 122mmHg, $p < 0,01$).

Wyznacznikiem zapotrzebowania mięśnia sercowego na tlen jest iloczyn podwójny (DP) będący właśnie iloczynem ciśnienia skurczowego i tętna. Jego wartości szczytowe są miernikiem upośledzenia czynnościowego spowodowanego niedokrwieniem mięśnia sercowego [Tendera i Sosnowski 2005, Dziduszko-Fedorko i Zawadzka- Byśko 2004].

W obydwu badanych grupach (SP i Standard) uzyskano znamienne obniżenie wartości spoczynkowych świadczące o poprawie tolerancji wysiłkowej. Na wynik miały wpływ składowe parametry jakimi są tętno i ciśnienie tętnicze, które także uległy istotnemu obniżeniu o czym wspomniano wcześniej. W odniesieniu do wartości szczytowych co prawda nie stwierdzono znamienych różnic w obu grupach to jednak z punktu widzenia efektu, reakcja była korzystna. Wilk i wsp. [2005] w swoich badaniach wykazali wzrost tolerancji wysiłkowej po zakończeniu programu usprawniania, jednak tylko w grupie uprawiającej *Nordic Walking* nastąpiło istotne zwiększenie produktu podwójnego mierzonego na szczycie wysiłku ($p < 0,005$). Nowak [2006] analizując 6 miesięczny okres, który obejmował I i II etap usprawniania, wykazał znaczące obniżenie wartości iloczynu podwójnego spoczynkowego (10215,43 vs 9671,91, $p < 0,000$) oraz wzrost wartości tego parametru maksymalnego (20262,95 vs 22530,81, $p < 0,000$). Według autora u pacjentów ze schorzeniami sercowo-naczyniowymi zmiany częstości skurczów serca i ciśnienia tętniczego skurczowego krwi na skutek zastosowanego obciążenia wysiłkowego mogą przebiegać niejednolicie. W związku z tym nie wskazane jest analizowanie tego wskaźnika w ocenie wydolności oddzielnie.

Podsumowując wyniki badań własnych elektrokardiograficznej próby wysiłkowej wykazały istotne pozytywne zmiany czasu i dystansu, wskaźnika metabolicznego MET jak i VO₂max. Dodatkowo wartości ciśnienia skurczowego spoczynkowego oraz iloczynu podwójnego spoczynkowego poprawiły się w sposób istotny. Zmiany dotyczyły obu grup, zarówno grupy systemu podwieszeń jak i standard. Świadczy to dobrze zaplanowanym treningu rehabilitacyjnym oraz efektywności alternatywnej formy treningu oporowego jakim jest *system podwieszeń*. Różnice w porównaniu obu grup zanotowano w ciśnieniu spoczynkowym na rzecz grupy standardowej oraz znaczny spadek ciśnienia skurczowego maksymalnego w grupie systemu podwieszeń. Nie odnotowano żadnych negatywnych zmian

w wynikach oraz żadnego incydentu podczas wykonywania ćwiczeń. Zważywszy na pozytywne zmiany w wynikach próby wysiłkowej oraz cytowane wcześniej badania [Gaedtke wsp. 2015] trening w systemie podwieszeń jest bezpieczną i efektywną, alternatywną formą treningu oporowego oraz chętnie wykonywaną, umożliwiając poprawę tolerancji wysiłkowej w drugim etapie rehabilitacji kardiologicznej. Zważywszy na łatwość dostępu, montażu w każdych warunkach oraz bezpieczeństwo treningu można wnioskować, iż ta forma aktywności może również stanowić dobre narzędzie do poprawy i utrzymywania efektów tolerancji wysiłkowej w często zaniedbywanym III etapie rehabilitacji kardiologicznej.

7.2. Badanie echokardiograficzne serca (UKG)

Jednym z najbardziej istotnych klinicznie badań do oceny struktur i funkcji serca jest badanie echokardiograficzne [Tendera i Sosnowski 2005]. Mimo możliwości przeprowadzenia badania projekcji 3D oraz echokardiografii z zastosowaniem badania dopplerowskiego, to standardowe badanie 2D - dwuwymiarowe jest nadal podstawowym narzędziem stosowanym min. do oceny globalnej i regionalnej funkcji skurczowej lewej komory serca a także wielkości serca (OH wsp. 2008). Badanie to z uwagi na skuteczność, powinno być wykonywane podczas kwalifikacji do II etapu rehabilitacji pacjentów z chorobami sercowo – naczyniowymi. Pozwala bowiem ocenić te parametry które decydują o bezpieczeństwie prowadzonego programu usprawniania a więc frakcje wyrzutowa lewej komory serca, wskaźniki zaburzenia ciśnień i przepływu krwi w obrębie jam serca [Dylewicz i wsp. 2009]. W efekcie przebytego zawału serca lub choroby wieńcowej dochodzi do upośledzenia miokardium oraz zmian strukturalnych mięśnia sercowego [Karpiński i Witkowska 2009, Mączewski 2005].

Obniżona objętość wyrzutowa, zwiększona objętość końcoworozkurczowa czy też zaburzenia neurohormonalne (wzmoczona aktywność układu renina-angiotensyna-aldosteron oraz katecholamin) mogą doprowadzić do upośledzenia czynności rozkurczowej serca. W konsekwencji dochodzi do obniżenia frakcji wyrzutowej lewej komory. Na zmiany strukturalne w obrębie miokardium może mieć także wpływ cukrzyca, zawał głównie ściany przedniej (przede wszystkim rozległy) a także trwałe zamknięcie tętnicy dozawałowej [Markuszewski i wsp. 2006]. Zmiana sylwetki mięśnia sercowego (powiększenie lewej komory) może mieć istotne znaczenie prognostyczne, z tego też powodu analiza jej wymiarów i funkcji powinna być wykonywana rutynowo [Nowak 2006].

Poszerzenie z kolei prawej komory serca na skutek przebytego zawału może wskazywać na jej nieprawidłowości objętościowe i ciśnieniowe [Karpiński i Witkowska 2009]. W badaniach własnych dokonano oceny wskaźników lewej komory serca, istotnych z punktu widzenia skuteczności programu usprawniania. W obu rehabilitowanych grupach (SP i Standard) wykazano co prawda korzystne zmiany jednak nie miały one znamion istotności poza frakcją wyrzutową lewej komory serca (EF%). Dotyczyło to takich wskaźników jak: LVEDD, LVESD, LVESV, LVEDV, LVSV, LVM, LVMI. Natomiast w przypadku frakcji wyrzutowej lewej komory serca (EF%) zarówno w grupie SP jak i standard wykazano znamienne różnice wskazujące na poprawę funkcji lewej komory (odpowiednio: 52,29 vs 53,33%, $p=0,001$ oraz 53,30 vs 55,30% $p=0,005$). Można jedynie sądzić, że w kolejnych badaniach po upływie następnych 3 czy 6 miesięcy, wykazano by różnice znamienne w pozostałych parametrach.

Okres 22 dni treningu jest dość krótki aby spodziewać się istotnych zmian w zakresie hemodynamiki lewej komory serca, co potwierdzają uzyskane wyniki w obu trenujących grupach. Uzyskano jednak znamienne wzrost frakcji wyrzutowej (EF%) świadczący mimo wszystko o poprawie kurczliwości lewej komory serca w wyniku zastosowanego programu usprawniania. Ponieważ wzrost ten był rejestrowany w obu grupach należy przypuszczać, że zarówno trening z wykorzystaniem systemu podwieszeń jak i program standardowy okazał się jednakowo skuteczny. Z drugiej jednak strony należy zaznaczyć, iż nadal kwestią niejednoznaczną pozostaje określenie wpływu jakie wywiera aktywność fizyczna na strukturę i funkcje lewej komory serca u osób po przebytym zawale serca [Sadeghi i wsp. 2013]. Przyczyna może leżeć po stronie m.in. różnic w metodologii przeprowadzanych badań przez różnych autorów na które składają się takie czynniki jak: dobór pacjentów, rodzaj i rozległość zawału mięśnia sercowego, wiek badanych, okres obserwacji, czy techniki pomiarowe.

Frakcja wyrzutowa lewej komory jest wskaźnikiem globalnej kurczliwości mięśnia sercowego i jest jednym z istotniejszych parametrów determinujących stan pacjentów po zawale serca [Haddadzadeh i wsp. 2011, Markuszewski i wsp. 2006]. Jest to również parametr, odzwierciedlający skuteczność kompleksowej rehabilitacji kardiologicznej [Bromboszcz i Dendura 2009].

Belardinelli i wsp. [2001] w 6-miesięcznej obserwacji wykazali, że wskaźnikiem istotnie różnicującym pacjentów była natomiast wartość frakcji wyrzutowej lewej komory serca. U osób aktywnych autorzy wykazali jej wzrost (52,3 vs 57,3%, $p<0,000$) co jest zgodne ze zmianami zaobserwowanymi w analizie własnej.

Fahrenen wsp. [2019] wykazali istotną poprawę wartości frakcji wyrzutowej lewej komory serca (EF) 45 vs 55% $p=0,029$ po 6 tygodniowym programie usprawniania osób po przebytych zawale mięśnia sercowego w grupie połączonej treningu aerobowego i oporowego. W grupie poddanej tylko wysiłkowi aerobowemu EF wzrosła nie istotnie statystycznie od wartości 45 do 50%. Fahren i wsp. [2019] wzrost frakcji wyrzutowej lewej komory serca tłumaczą poprawą śródbrzońka oraz funkcji autonomicznych na skutek zastosowania pracy z oporem w połączeniu treningu siły i wytrzymałości. Do podobnych wniosków doszedł Chrysohoou i wsp. 2015 jednak badanymi były osoby z przewlekłą niewydolnością serca.

Haddadzadeh i wsp. [2011] badali 42 pacjentów z chorobą wieńcową oceniając wpływ dwunastotygodniowego programu rehabilitacyjnego. Istotnej poprawie uległ parametr frakcji wyrzutowej (46,9 vs 61,5%; $p=0,001$), w porównaniu do osób z grupy kontrolnej, które były pozbawione ćwiczeń (47,9 vs 47,6%; *ns*).

O ile jak wspomniano wcześniej w badaniach własnych po zakończeniu 22 dniowego cyklu treningowego istotne zmiany dotyczyły tylko frakcji wyrzutowej lewej komory serca (EF) co potwierdzają inni badacze, to w odniesieniu do pozostałych wskaźników echokardiograficznych wyniki jakie uzyskali inni autorzy są dość zróżnicowane.

Sadeghi i wsp. [2013] po 8-tygodniowym treningu kardiologicznym chorych z dysfunkcją lewej komory serca stwierdzili brak znaczących zmian w parametrach LVESD (38,91 vs 38,09 mm) oraz LVEDD (54,63 vs 53,86 mm).

Podobne wyniki uzyskali Nowak i wsp. [2010], którzy po 6-miesięcznej obserwacji wykazali istotny wzrost frakcji wyrzutowej lewej komory serca (51,64 vs 52,45%, $p<0,02$) oraz zanotowali brak znaczących zmian we wskaźnikach LVEDD (51,10 vs 51,35 mm) i LVESD (34,93 vs 34,33 mm). Można więc wnioskować, iż trening fizyczny prowadzony w ramach II etapu usprawniania u pacjentów z dysfunkcją lewej komory serca, wpływa pozytywnie na czynność serca, bez niekorzystnego oddziaływania na przebudowę lewej komory.

Wg Nowaka i wsp. [2006], masa lewej komory serca (LVM) u pacjentów powyżej 40 roku życia jest niezależnym prognostycznym wskaźnikiem śmiertelności spowodowanej powikłaniami choroby wieńcowej. Kolejny parametr jakim jest indeks masy (LVMI) służy do oceny skali przerostu lewej komory serca. Zbieżne wyniki z pracą własną zanotował Nowak i wsp. [2006] notując nieistotny spadek masy oraz indeksu lewej komory serca u badanych (odpowiednio: 210,64 vs 207,86 g oraz 110,82 vs 109,86 g/m²). Brak istotnych zmian można uzasadnić co sam podkreśla autor krótkim czasem obserwacji. Również Pitsavos i wsp. [2011], dokonując analizy wpływu 4miesięcznego treningu fizycznego na układ krążenia u

mężczyzn w średnim wieku z prawidłowym lub średnio podwyższonym ciśnieniem tętniczym krwi, bez objawów CHNS, zaobserwowali istotny spadek wskaźników LVM i LVMI w grupie trenującej (odpowiednio 225,10 vs 181,87 i 118,80 vs 96,10; $p < 0,05$), podczas gdy wskaźniki te w grupie bez treningu fizycznego wzrosły (LVM: 227,73 vs 231,13, $p < 0,05$, LVMI: 115,94 vs 117,52).

Wpływ treningu fizycznego stosowanego w II etapie rehabilitacji na serce nie został jednoznacznie wyjaśniony. W większości badań, podobnie jak w badaniach własnych nie udało się wykazać istotnego wpływu treningu na parametry morfologiczne i funkcjonalne lewej komory oczywiście poza parametrem frakcji wyrzutowej. Należy zaznaczyć, iż obie formy zastosowanego treningu poprawiły parametr frakcji wyrzutowej lewej komory serca (EF), który przez wielu badaczy uważany jest za jeden z istotniejszych parametrów prognostycznych u pacjentów po zawale mięśnia sercowego [Haddadzadeh i wsp. 2011, Markuszewski i wsp. 2006]. Podsumowując, trening z zastosowaniem alternatywnej formy treningu oporowego jakim jest system podwieszeń w sposób bezpieczny i dobrze tolerowany przez pacjentów poprawił jeden z najistotniejszych wskaźników echokardiograficznych lewej komory serca u pacjentów po przebytym zawale mięśnia sercowego.

7.3. Badanie profilu lipidowego krwi

Podwyższone stężenie cholesterolu całkowitego oraz triglicerydów są czynnikami powstawania zmian miażdżycowych powodujących zmiany w naczyniach wieńcowych, mózgowych i obwodowych. Poziom ich stężenia w surowicy krwi determinowany jest dziedzicznie, jednak znaczącą rolę w obniżaniu jego poziomu przypisuje się elementom stylu życia (czynniki środowiskowe), takim jak np. prawidłowa dieta oraz systematyczne podejmowanie aktywności fizycznej. [Botham i Mayes 2012, Wytyczne ESC/EAS dotyczące postępowania w dyslipidemiach 2011]. Wg Stępińskiej i wsp [2012] dyslipidemie należą do najistotniejszych modyfikowalnych czynników ryzyka chorób sercowo-naczyniowych. Jednym z elementów mającym wpływ na obniżenie stężenia frakcji LDL, podwyższenie frakcji HDL oraz obniżenie stężenia triglicerydów ma regularna aktywność fizyczna. Według niektórych autorów związane jest to, ze zwiększoną wrażliwością na insulinę, intensyfikującą ekspresję lipazy lipoproteinowej w tkance tłuszczowej i mięśniach szkieletowych [Botham i Mayes 2012, Jegier 2009]. Na skutek prowadzonej aktywności obserwuje się spadek stężenia cholesterolu całkowitego o ponad 6%, jego frakcji LDL o wartość 10%, wzrost cholesterolu

frakcji HDL o około 5% [Dziduszko-Fedorko i Zawadzka-Byśko 2004]. Z punktu widzenia profilaktyki i skuteczności leczenia chorób sercowo-naczyniowych przede wszystkim choroby niedokrwiennej serca, zmiany takie są niezwykle istotne. Według wytycznych Europejskiego Towarzystwa Kardiologicznego (ESC) i Europejskiego Towarzystwa Miażdżycowego (EAS), stężenia poszczególnych parametrów w surowicy krwi nie powinny przekraczać: cholesterol całkowity 190 mg/dl (<5 mmol/l), frakcja LDL - 115 mg/dl (<3 mmol/l). Dodatkowo u osób z dużym ryzykiem sercowo-naczyniowym wartość frakcji LDL powinna być mniejsza od 70 mg/dl, a poziom trójglicerydów <150 mg/dl ($\leq 1,7$ mmol/l). Nie określono natomiast dokładnych docelowych stężeń frakcji HDL pomimo, że jego poziom koreluje ze zwiększoną liczbą zdarzeń i śmiertelnością osób z chorobą niedokrwinną serca (Wytyczne ESC/EAS dotyczące postępowania w dyslipidemiach 2011). Wg Stępińskiej i wsp. [2012] wartości referencyjne frakcji HDL u mężczyzn ≥ 40 mg/dl ($\geq 1,0$ mmol/l) a u kobiet powinny wynosić ≥ 45 mg/dl ($\geq 1,2$ mmol/l). Część autorów ma sceptyczne zdanie na temat na zmiany profilu lipidowego pod wpływem aktywności fizycznej [Korzeniowska-Kubacka i Piotrowicz 2004]. Prawdopodobnie jest to związane z różnorodnością metod badawczych, czasem trwania badań, charakteru populacji, rodzajem i intensywnością ćwiczeń, stosowaniem różnorodnych diet i samej farmakoterapii. Na podstawie uzyskanych w badaniach własnych wyników, stwierdzono że zastosowany program usprawniania zawierający trening z system podwiesznień wpłynął korzystnie na zmiany profilu lipidowego. Tym bardziej, że w przypadku grupy SP zmiany były istotne (cholesterol całkowity $p < 0,003$, LDL $p < 0,000$, HDL $p < 0,005$, TG - zmiana korzystna lecz *ns.*) natomiast w grupie Standard co prawda nie wykazano istotnej poprawy, jednak kierunek tych zmian okazał się również korzystny.

Belardinelli i wsp. [2001] oceniając z kolei wpływ treningu fizycznego na zmiany profilu wykazali istotne zmiany w zakresie cholesterolu całkowitego, frakcji LDL (odpowiednio: 235 vs 212 mg/dl i 148 vs 131 mg/dl; $p < 0,001$) HDL (34 vs 39,2 mg/dl; *ns.*) i triglicerydów (178 vs 155 mg/dl, $p = 0,02$). W grupie pacjentów bez aktywności fizycznej po okresie pół roku badacze zanotowali wzrost poziomu cholesterolu całkowitego w surowicy krwi (225 vs 255 mg/dl, $p < 0,001$), trójglicerydów (181 vs 189 mg/dl; $p < 0,001$) oraz frakcji LDL (138 vs 148 mg/dl, $p < 0,001$). W innych badaniach [Nowak 2006] analizujących okres 6 miesięcy po zabiegu angioplastyki obejmujący I i II etap usprawniania wykazano znaczne obniżenie stężenia cholesterolu całkowitego w surowicy krwi, frakcji LDL i triglicerydów. Wartość frakcji HDL wzrosła, a wszystkie zmiany były istotne statystycznie ($p < 0,001$). Korzeniowska-

Kubacka i Piotrowicz [2004] analizowali wpływ treningu fizycznego na profil lipidowy oraz stopień powrotu do pracy zawodowej kobiet (n 30) po zawale mięśnia sercowego. Do analizy włączono również 20 kobiet, które nie uczestniczyły w programie rehabilitacji. Po 6-tygodniowym okresie obserwacji nie uzyskano istotnych zmian w zakresie profilu lipidowego w obu badanych grupach. Powodem jak sami autorzy zauważyli był fakt, iż wszystkie badane kobiety przyjmowały statyny.

Podsumowując w grupach bez dodatkowego leczenia farmakologicznego jak i w pracy własnej wykazano korzystny wpływ programu rehabilitacyjnego na profil lipidowy krwi. Wyniki grupy zawierającej zmodyfikowany trening oporowy w postaci systemu podwieszęń wykazały istotną poprawę parametrów cholesterolu całkowitego, HDL oraz LDL. Różnica w porównaniu z grupą standard może wynikać faktu, że tak jak podkreślają inni badacze trening z systemem podwieszęń jest jedną z najbardziej efektywnych form treningu oporowego. W przeciwieństwie do tradycyjnych form aktywności z obciążeniem poprawia efektywnie siłę mięśniową w pojęciu funkcjonalnym [Gaedtke i wsp. 2015, Dudgeon i wsp. 2011]. Dodatkowo praca z systemem taśm charakteryzuje się wysiłkiem hollistycznym działająca na wiele grup mięśniowych oraz parametrów ruchu w tym samym czasie, czego nie obejmuje tradycyjny trening oporowy [Martínez i wsp. 2012]. Poprawa wyżej wymienionych parametrów dostępna jest jak już wcześniej wspomniano w zakresach pracy o intensywności wpisującej się zalecenia Sekcji Rehabilitacji Kardiologicznej i Fizjologii Wysiłku Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego co do treningu oporowego. Tworzy to z treningu z systemu podwieszęń bezpieczne i efektywne narzędzie do poprawy parametrów profilu lipidowego.

8. Wnioski

1. Mimo kilku różnic w stosunku do standardowego postępowania, trening z zastosowaniem systemu podwieszeń poprawia pewne parametry tolerancji wysiłkowej (ocenianej testem wysiłkowym) w drugim etapie rehabilitacji kardiologicznej.
2. Trening z systemem podwieszeń w podobny sposób jak standardowy program usprawniania powoduje pozytywne zmiany w wybranych wskaźnikach (EF) echokardiograficznych lewej komory serca u pacjentów po przebytych zawale mięśnia sercowego.
3. Trening oporowy z wykorzystaniem systemu podwieszeń skutecznej wpływa na pozytywne zmiany profilu lipidowego krwi pacjentów w drugim etapie usprawniania w rehabilitacji kardiologicznej niż standardowe postępowanie.

9. Bibliografia

1. Adams J., Cline M., Reed M., Masters A., Ehlke K., Hartman J. (2006). Importance of resistance training for patients after a cardiac event. *Baylor University Medical Center Proceedings*, 19(3):246-248.
2. Amr S. (2008). The effect of the compound on the training and some physical changes of gene expression and the level of performance of my skills challenged the plane and attack the emerging fencing, PhD thesis, Faculty of Physical Education for Boys, Zagazig University.
3. Balady G.J., Ades P.A., Bittner V.A.: Referral, (2011). Enrollment, and Delivery of Cardiac Rehabilitation/Secondary Prevention Programs at Clinical Centers and Beyond: A Presidential Advisory From the American Heart Association. *Circulation*; 124: 2951-2960.
4. Banz W.J., Maher M.A., Thompson W.G., Bassett D.R., Moore W., Ashraf M., Keefer D.J., Zemel M.B. (2003). Effects of resistance versus aerobic training on coronary artery disease risk factors. *Experimental Biology and Medicine*, 228(4): 434-440.
5. Belardinelli R., Paolini I., Cianci G., Piva R., Georgiou D., Purcaro A. (2001). Exercise training intervention after coronary angioplasty: The ETICA Trial. *Journal of the American College of Cardiology*, 37(7): 1891-1900.
6. Kamila Bielecka-Kowal, Sandra Jóźwik, Marek Woźniewski (2018). Wpływ rehabilitacji kardiologicznej na parametry hemodynamiczne i pracę serca chorego z niską frakcją wyrzutową lewej komory po zawale mięśnia sercowego – opis przypadku, *Współczesne Pielęgniarstwo i Ochrona Zdrowia*, Vol. 7, Nr 4
7. Bjarnason-Wehrens B., McGee H., Zwisler A.D., Piepoli M.F., Benzer W., Schmid J.P., Dendale P., Pogossova N.G., Zdrenghea D., Niebauer J., Mendes M. (2010). Cardiac rehabilitation in Europe: results from the European Cardiac Rehabilitation Inventory Survey. *The European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, 17: 410-418.
8. Boonsit S, Peepathum P, Mitranun W. (2017). The Acute Effects of the Different Total Body Resistance Exercise (TRX) Postures on FlowMediated Dilatation in Elderly Subjects. *JEPonline*; 20(4):24-35.

9. Botham K.M., Mayes P.A. Synteza, transport i wydalanie cholesterolu. [W:] Biochemia Harpera Ilustrowana. Murray R.K., Granner D.K., Rodwell V.W. Red. wyd. pol. Kokot F. (2012). Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, 282-294.
10. Bromboszcz J., Dendura M. Miejsce aktywności fizycznej w programie rehabilitacji kardiologicznej. [W:] Rehabilitacja kardiologiczna: stosowanie ćwiczeń fizycznych. Bromboszcz J., Dylewicz P. (2009), (red). ELIPSA-JAIM s.c., Kraków, 41-58.
11. Bromboszcz J., Dylewicz P. (2005) red. Rehabilitacja kardiologiczna. Stosowanie ćwiczeń fizycznych. Biblioteka Specjalisty Rehabilitacji, Kraków
12. Carey A. (2013). All about strength, ZOOM California. USA
13. Cierniak-Piotrowska M., Marciniak G., Stańczak J. (2015). Zachorowalność i umieralność na choroby układu krążenia a sytuacja demograficzna Polski [w]: Strzelecki Z., Szymborski J., Statystyka zgonów i umieralności z powodu chorób układu krążenia. Rządowa Rada Ludnościowa, 60-75.
14. CIOP Centralny Instytut Ochrony Prac (2001), Atlas miar człowieka, Dane do projektowania i oceny ergonomicznej, Warszawa
15. Chrysohoou C, Angelis A, Tsitsinakis G, Spetsioti S, Nasis I, Tsiachris D, et al. (2015). Cardiovascular effects of high-intensity interval aerobic training combined with strength exercise in patients with chronic heart failure. A randomized phase III clinical trial. *Int J Cardiol*; 179:269-74
16. Dannelly B.D., Otey SC, Croy T, Harrison B, Rynders CA, Hertel JN, Weltman A., (2011). The effectiveness of traditional and sling exercise strength training in women, *J Strength Cond Res*. 2011 Feb;25(2):464-71
17. de Bruin ED, Murer K. (2007). The impact of additional functional exercises on balance in the elderly. *Clin Rehabil*. 21 (2): 112–121.
18. Denollet J., Brutsaert D. (2001). Reducing emotional distress improves prognosis in coronary heart disease. 9-year mortality in a clinical trial of rehabilitation. *Circulation*, 104: 2018-2023.
19. Deskur-Śmielecka E., Jóźwiak A., Dylewicz P. (2008). Rehabilitacja kardiologiczna u osób w podeszłym wieku. *Kardiologia Polska*, 66:684-687.
20. Devereux R.B., Alonso D.R., Lutas E.M. (1986). Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy: Comparison to necroscopy findings. *Am J Cardiol*, 57(6):450-458
21. Dłużniewska M., Pakulska I., Budaj A. (2003). Zasady postępowania po zawale serca. *Postępy Nauk Medycznych*, 3: 3-9.

22. Dobrowolska E., Trzos E., Plewka M. (2002). Czynniki ryzyka zawału serca u młodych osób. *Forum Kardiologów*, 7(2):79-81.
23. Dobson L.E., Lewin R.J., Doherty P., Batin P.D., Megarry S., Gale Ch.P. (2012). Is cardiac rehabilitation still relevant in the new millennium? *Journal Cardiovascular Medicine*, 13: 32-37.
24. Domka-Jopek E., Kwolek A., Jopek A. (2013) Ocena wydolności fizycznej u osób przechodzących ambulatoryjną rehabilitację kardiologiczną z zastosowaniem metody obiektywnej i subiektywnej. *Przegląd Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego i Narodowego Instytutu Leków w Warszawie Rzeszów*, 4: 448-460.
25. DuBois D., DuBois E.F. (1916). A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. *Arch Int Med*, 17: 863-871
26. Dudgeon WD., Aartun JD., Thomas DD., Herrin J., Scheett TP. (2011), Effects of Suspension Training on the Growth Hormone Axis, *Journal of Strength & Conditioning Research: March - Volume 25 - Supplement 1*
27. Dudgeon WD, Herron JM, Aartun JA, Thomas DD, Kelley EP, Scheett TP. (2015). Physiological and metabolic effects of suspension training. *Int J Sports Sci* 5: 65-72,
28. Dylewicz P, Jegier A, Piotrowicz R, i wsp. (2004). Kompleksowa rehabilitacja kardiologiczna. Stanowisko Komisji ds. Opracowania Standardów Rehabilitacji Kardiologicznej PTK. *Folia Cardiol*; 11 (Supl. A): A1-48.
29. Dylewicz P., Bromboszcz J., Przywarska I., Borowicz-Bieńkowska S., Wilk M. (2009). Badanie chorego kwalifikowanego do ćwiczeń fizycznych w programie rehabilitacji kardiologicznej. [W:] *Rehabilitacja kardiologiczna: stosowanie ćwiczeń fizycznych*. Bromboszcz J., Dylewicz P. (red). ELIPSA-JAIM s.c., Kraków: 41-58.
30. Dytfeld D., Dyszkiewicz W., Meissner R.K. (2006). Rozwój pomostowania aortalno-wieńcowego oraz sposobówśródoperacyjnej protekcji mięśnia sercowego. *Nowiny Lekarskie* ,75(4):404-406.
31. Dziduszko-Fedorko E., Zawadzka-Byśko M. (2004). Rehabilitacja po zabiegach revascularyzacji tętnic wieńcowych. *Przewodnik Lekarza* , 7; 118-126.
32. ESC/ACCF/AHA/WHF wspólna grupa ds. Uniwersalnej Definicji Zawału Serca. (2012). Trzecia uniwersalna definicja zawału serca. Wersja polska: *Kardiologia Polska*, 70, supl. V: 235-254.

33. Farheen H ; Khalid Z ; Tariq MI ; Sadiq T ; Amjad I ; Ramzan T . (2019). Combined effect of aerobic training and interval resistance on ejection fraction in myocardial infarction.
Jcsp, Journal of the College of Physicians & Surgeons - Pakistan. 29 (3): 290–292.
34. Fitness Anywhere, LLC., (2011). TRX - Suspension Training Course - Study Guide, San Francisco, California, p 9-22
35. Fletcher G.F., Balady G.J., Amsterdam E.A., Chaitman B., Eckel R., Fleg J., Froelicher V. F., Leon A.S., Pina I.L., Rodney R., Simons-Morton D.G., Williams M.A., Bazzarre T. (2002). Ujednolicone zasady wykonywania prób wysiłkowych i prowadzenia treningu fizycznego. Stanowisko American Heart Association dla pracowników służby zdrowia. *Circulation*, (wydanie polskie), 1: 64-123.
36. Gaedtke A., Morat T. (2015). TRX Suspension Training: A New Functional Training Approach for Older Adults – Development, Training Control and Feasibility *International Journal of Exercise Science*: 225-232
37. Gaedtke A, Morat T. (2016). Effects of two 12-week strengthening programmes on functional mobility, strength and balance of older adults: Comparison between TRX suspension training versus an elastic band resistance training. *Cent Eur J Sport Sci Med.*; 13:49-64
38. Gajos G. (2008). Optymalne postępowanie terapeutyczne po zawale serca – wybrane nowe poglądy i kontrowersje. *Polskie Archiwum Medycyny Wewnętrznej*, 118(1-2): 43-51.
39. Gałaszek M., Eysymontt Z. (2012). Aktualny stan rehabilitacji kardiologicznej w Polsce. Raport Sekcji Rehabilitacji i Fizjologii Wysiłku Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego.
40. Giannuzzi P., Saner H., Björnstad H., Fioretti P., Mendes M., Cohen-Solal A., Dugmore L., Hambrecht R., Hellemans I., McGee H., Perk J., Vanhees L., Veress G. (2003). Secondary prevention through cardiac rehabilitation. Position paper of the Working Group on Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology of the European Society of Cardiology. *European Heart Journal*, 24: 1273-1278.
41. Giacotti, Giuseppe F., Fusco, Andrea,. Varalda, Carlo,. Capranica, Laura,. Cortis, Cristina, (2018). Biomechanical analysis of the suspension training pump, *Journal of Strength and Condition Research Edition: Volume 32 (3), March*, pp. 602-609

42. Gidou D. Oltean A. (2017). 2 Body positions PROCEDURES AND RULES FOR TRX TRAINING -THEORETICAL CONSIDERATIONS, Scientific Bulletin of the Medical Academy "Mircea cel Batran", Vol XX (1)
43. Gloc D. (2014). Ocena parametrów gazometrycznych oraz wydolnościowych pacjentów leczonych chirurgicznie w I etapie rehabilitacji kardiologicznej. *Hygeia Public Health*, 49(4): 845-850.
44. Gloc D., Nowak Z. (2011). Zastosowanie nordic walking w rehabilitacji kardiologicznej. *Rehabilitacja w praktyce*, 2:34-37.
45. Haddadzadeh M.H., Maiya A.G., Padmakumar R., Shad B., Mirbolouk F. (2011). Effect of exercise-based cardiac rehabilitation on ejection fraction in coronary artery disease patients: a randomized controlled trial. *Heart Views: Official Journal of the Gulf Heart Association*, 12(2):51-57.
46. Haennel R.G., Quinney H.A., Kappagoda C.T. (1991). Effects of hydraulic circuit training following coronary artery bypass surgery. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(2):158-165.
47. Haskell W.L., Lee I.M., Pate R.R., Powell K.E., Blair S.N., Franklin B.A., Macera C.A., Heath G.W., Thompson P.D., Bauman A. (2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(8):1423-1434.
48. Heran B.S., Chen J.M., Ebrahim S., Moxham T., Oldridge N., Rees K., Thompson D.R., Taylor R.S. (2012). Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease. *Cochrane Database Systematic Reviews*, 2011;7:CD001800.
ITF Coaching i Sport Science Review; 58 (20):11 – 13
49. Jaxa-Chamiec T. (2008). Rehabilitacja kardiologiczna – definicja, historia, cele, znaczenie i korzyści. *Borgis – Postępy Nauk Medycznych*, 10:634-642.
50. Jegier A. (2009). Układ krążenia a wysiłek fizyczny. [W:] *Rehabilitacja kardiologiczna: stosowanie ćwiczeń fizycznych*. Bromboszcz J., Dylewicz P. (red). ELIPSA-JAIM s.c., Kraków, 13-39.
51. Jerka K., Kurpesa M. (2012). Rehabilitacja kardiologiczna po zawale mięśnia sercowego – przegląd aktualnych doniesień. *Polski Przegląd Kardiologiczny*, 14(2), 138-141.
52. Jimenez-Garcia JD ; Martinez-Amat A ; De la Torre-Cruz MJ ; Fabrega-Cuadros R ; Cruz-Diaz D ; Aibar-Almazan A ; Achalandabaso-Ochoa A ; Hita-Contreras F.

- (2019). HIIT suspension training improves walking speed, strength and quality of life for older people. *International Journal of Sports Medicine*. 40 (2): 116-124.
53. Karolewska-Kuszej M., Brodowski L. (2009). Kompleksowa rehabilitacja u pacjentów z chorobami układu krążenia. *Forum Kardiologów*, 2005; 10(4):111-121.
54. Karpiński Ł., Witkowska M. Pozawałowa przebudowa serca – konsekwencje kliniczne. *Przegląd Lekarski*, 66(8):380-383.
55. Kida K ; Osada N ; Akashi YJ ; Sekizuka H ; Omiya K ; Miyake F . (2008). Effects of strength training for strength and volume of skeletal muscles to improve functional capacity in patients with myocardial infarction *International Journal of Cardiology*. 129 (2): 180–6, September 26.
56. Kochman W., Sukiennik A., Radomski M. (2009). Zawał serca – aktualne standardy leczenia. *Folia Cardiologica Excerpta*, 4(4):204-211.
57. Korzeniowska-Kubacka I., Bilińska M., Michalak E., Kuśmierczyk-Droszcz B., Dobraszkievicz-Wasilewska B., Piotrowicz R. (2010). Wpływ treningu fizycznego na funkcję rozkurczową lewej komory serca i jej związek z wydolnością fizyczną u pacjentów po zawale serca. *Folia Cardiologica Excerpta*, 5(4):170-177.
58. Korzeniowska-Kubacka I., Piotrowicz R. (2004). Wpływ treningu fizycznego na wydolność czynnościową, profil lipidowy oraz częstość powrotu do pracy zawodowej kobiet po przebytych zawale serca. *Folia Cardiologica*, 11(10):719-725.
59. Kruk J. (2007). Physical activity in the prevention of the most frequent chronic diseases: an analysis of the recent evidence. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 8(3):325-338.
60. Kuch J. (2005). Zawał serca. [W:] *Kardiologia*. Mandecki T. (red). Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, 306-343.
61. Łukasik A, Jurczak I, Charłusz M, Barylski M, Irzmański R. (2012). Ocena skuteczności kontrolowanego treningu fizycznego u starszych chorych z niewydolnością serca zakwalifikowanych do II etapu rehabilitacji kardiologicznej. *Geriatrics*; 18-25.
62. Mączewski M. (2005). Pozawałowa przebudowa serca – rozstrzeń lewej komory jako potencjalny cel terapeutyczny. *Kardiologia Polska*, 63 (supl. 2):483-488.
63. Makowiecki K., Mamcarz A. (2009). Ambulatoryjna rehabilitacja kardiologiczna – czy można poprawić jej skuteczność? *Kardiologia Polska*, 67(6):639-641
64. Mampuya W.M. (2012). Cardiac rehabilitation past, present and future: an overview. *Cardiovascular Diagnosis and Therapy*, 2(1):38-49.

65. Markuszewski L., Pietruszyński R., Kamiński G., Grabowicz W. (2006). Echokardiograficzne zmiany u chorych na cukrzycę typu 2 po przebytych zawale serca z uniesieniem odcinka ST, leczonych pierwotną przezskórną angioplastyką wieńcową. *Folia Cardiologica Excerpta*, 1(2):110-115.
66. Martínez J Beltrán C, Alcalá I. (2012). Application of "TRX" and "RIP training" to development of endurance in tennis (Impala Sport, Castellón, Hiszpania) i Richard Gonzalez (Topspin Spain Academy, Castellón, Hiszpania) *ITF Coaching i Sport Science Review*; 58 (20):11 – 13
67. Melrose D, Dawes J. (2015). Endurance characteristics of the TRX™ suspension training system at various angles and distances from the suspension point. *J Athl Enhancement* 4: 1-5.
68. Mizgier M., Jeszka J., Jarzabek-Bielecka G. (2010). Rola diety śródziemnomorskiej w zapobieganiu nadwadze i otyłości, niektórym chorobom dietozależnym oraz jej wpływ na długość życia. *Nowiny Lekarskie*, 79(6):451-454.
69. Movahed H., Cao L.B., Pitzalis M., Movahed A. (2013). Beneficial Effects of exercise training in patients with chronic heart failure. *Journal of Cardiology and Therapeutics*, 1:20-33.
70. Myers J., Prakash M., Froelicher V., Do D., Partington S., Atwood J.E. (2002). Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *The New England Journal of Medicine*, 346(11):793-801.
71. Niewiadomski P., Nowak Z., Cembrzyńska J., Frydrych-Mazur K. (2010). Współczesne formy treningu stosowane w II i III etapie rehabilitacji kardiologicznej. *Rehabilitacja w Praktyce*, 3:24-28.
72. Nowak Z. (2002). *Badania czynnościowe w diagnostyce choroby niedokrwiennej serca*. AWF, Katowice.
73. Nowak Z. (2006). *Prospektywna ocena przydatności kwestionariuszy aktywności fizycznej u chorych poddanych interwencjom wieńcowym*. AWF, Katowice.
74. Nowak Z., Plewa M., Skowron M., Osiało G., Markiewicz A., Kucio C. (2010). Minnesota Leisure Time Physical Activity Questionnaire as an additional tool in clinical assessment of patients undergoing Percutaneous Coronary Interventions. *Journal of Human Kinetics*, 23:79-87.
75. Nowak Z. *Choroba niedokrwienność serca [W]: Trening Fizyczny w wybranych chorobach narządów wewnętrznych. Dlaczego? Jak?* Red. Kucio C. Nowak Z. (2011). AWF, Katowice: 85-116

76. OH J.K., Seward J.B., Tajik A.J. (2008). Ocena funkcji skurczowej i wielkości jam serca. [W:] Podręcznik echokardiografii. Wydanie Polskie. Kasprzak J.D. (red). MediPage: 115-126.
77. Piepoli M.F., Benzer W., Bjarnason-Wehrens B., Dendale P., Gaita D., McGee H., Mendes M., Niebauer J., Zwisler A.D., Schmid J.P.(2010). Secondary prevention through cardiac rehabilitation: from knowledge to implementation. A position paper from the Cardiac Rehabilitation Section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *The European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, 17:1-17.
78. Piepoli M.F., Corrà U., Benzer W., Bjarnason-Wehrens B., Dendale P., Gaita D., McGee H., Mendes M., Niebauer J., Olsen Zwisler A.-D., Schmid J.-P. (2010). Secondary prevention through cardiac rehabilitation: physical activity counselling and exercise training. *European Heart Journal*, 31:1967-1976.
79. Piotrowicz E., Korzeniowska-Kubacka I., Chrapowicka A., Wolszakiewicz J., Dobraszkievicz-Wasilewska B., Batogowski M., Piotrowski W., Piotrowicz R. (2014). Feasibility of home-based cardiac telerehabilitation: Results of TeleInterMed study. *Cardiology Journal*, DOI: 10.5603/CJ.a2014.0005 (dostęp: 17.10.2014).
80. Piotrowicz R. (2006). Brak aktywności ruchowej. [W:] *Choroby serca i naczyń – poradnik lekarza rodzinnego*. Opolski G., Lukas W., Steciwko A. (red). Via Medica, Gdańsk: 79-93.
81. Piotrowicz R., Wolszakiewicz J. (2008). Rehabilitacja kardiologiczna pacjentów po zawale serca. *Folia Cardiologica Excerpta*, 3(12):559-565.
82. Pitsavos Ch., Chrysohoou Ch., Koutroumbi M. et al. (2011). The Impact of Moderate Aerobic Physical Training on Left Ventricular Mass, Exercise Capacity and Blood Pressure Response During Treadmill Testing in Borderline and Mildly Hypertensive Males. *Hellenic J Cardiol*; 52:6-14
83. Plewka B., Kluszczyńska A., Plewka M. (2004). Zasady rehabilitacji u chorych po ostrym zespole wieńcowym. *Forum Kardiologów*, 9(2):55-58.
84. Podsiadły K., Kowacz K., Niewiadomski P., Nowak Z., Koncewicz M. (2012). Ocena wydolności pacjentów poddanych małoinwazyjnemu leczeniu kardiologicznemu. *Rehabilitacja w Praktyce*, 4:84-87.
85. Rudzinska E., Wegrzynowska-Teodorczyk K., Maj J., Krakowiak B., Więckowska K., Jankowska E. A., Woźniewski M.(2014). The safety assessment of isokinetic training in patient with heart failure *Acta Balneologica TOM LVI, Nr 4 (138)*

86. Rywik T.M. (2014). Niewydolność serca-problem społeczny w Polsce i na świecie. Iwabradyna w terapii niewydolności serca- od teorii do praktyki. Red. B. Wożakowska-Kaplon, Mamcarz A. Filipiak K.J. Medical Education Warszawa
87. Rzetecki G., Nowak Z., Rzetecki A., (2018). Wykorzystanie odważników kettlebell w rehabilitacji kardiologicznej u osób po przebytym zawale. *Rehabilitacja w praktyce*, 5 58-61
88. Sadeghi M., Garakyaraghi M.,Khosravi M.,Taghavi M.,Sarrafzadegan N., Roohafza H. (2013). The impacts of cardiac rehabilitation program on echocardiographic parameters in coronary artery disease patients with left ventricular dysfunction. *Cardiology Research and Practice*, article ID 201713, 4 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/201713> (dostęp: 05.04.2015).
89. Singh R.B., Pella D.,DeMeester F. (2006). What to 'eat and chew' in acute myocardial infarction? *European Heart Journal*: 1628-1629.
90. Skonieczny G. i wsp. (2013).. Rehabilitacja kardiologiczna jako istotny element prewencji chorób układu krążenia. Rola samorządów terytorialnych. *Hygeia Public Health, Rehab kardiol* 48(2):194-199
91. Skorupska S., Śliż D. (2013). Aktywność fizyczna w prewencji pierwotnej i wtórnej chorób układu krążenia. *Kardiologia w praktyce*, 7(3):22-25.
92. Smarż K. (2008). Rehabilitacja kardiologiczna w różnych sytuacjach klinicznych – etapy, wskazania, przeciwwskazania, bezpieczeństwo. *Borgis – Postępy Nauk Medycznych*, 10:643-652.
93. Smolis-Bąk E., Bogucki M., Jaruszek A., Noszczak E., Kuśmierczyk M., (2019). Specyfika rehabilitacji z urządzeniami do mechanicznego wspomaganie pracy komór serca. *Vademecum Fizjoterapeuty* , 197-206
94. Snarr RL, Esco MR, Nickerson BS. (2014). The need for metabolism and the cardiovascular system of intensive interval training using a suspension device. *J Sport Hum Perf* 2: 1-8,
95. Sobieszcańska M., Kałka D., Pilecki W., Adamus J. (2009). Aktywność fizyczna w podstawowej i pierwotnej prewencji choroby sercowo-naczyniowej. *Polski Merkuriusz Lekarski*, 26(156):659-664.
96. Stępińska J., Solnica B., Kulpa J., Jankowski P., Kalarus Z., Opolski Z., Sitkiewicz D. (2012). Konieczność ujednoczenia wartości docelowych wyników badań lipidowych w medycznych laboratoriach diagnostycznych w Polsce. *Diagnostyka Laboratoryjna*, 48(4):473-474.

97. Stodolny J. (1999). Choroba przeciążeniowa kręgosłupa, epidemia naszych czasów, Kielce, 45
98. Strzelecki A., Ciechanowicz R., Zdrojewski Z. (2011). Sarkopenia wieku podeszłego. *Gerontol Pol*; 19(3–4):134–145.)
99. Szykowska-Styczysz J. (2006). Efekty kontrolowanego treningu fizycznego w grupie pacjentów z prewencji rentowej ZUS z chorobą niedokrwinną serca i nadciśnieniem tętniczym. *Borgis – Balneologia Polska*, 2:101-105.
100. Tardi P. Tovari A. Gitta S. Palanca M. Boncz I. Hock M. (2016). Effectiveness of the TRX suspension trainer in people with osteoporosis, 19(7) A530-A531
101. Tendera M., Sosnowski M. (2005). Podstawy rozpoznawania chorób serca. [W:] *Kardiologia*. Mandeci T. (red). Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa: 19-81.
102. Teichholz L.E., Kreulen T., Herman M.V., Gorlin R. (1976). Problems in echocardiographic volume determinations: echocardiographic-angiographic correlations in the presence or absence of asynergy. *American Journal of Cardiology*, 37(1):7-11.
103. Trzos E., Uznańska B., Rechciński T., Krzemińska-Pakuła M., Bugała M., Kurpesa M. (2009). Myocardial infarction in young people. *Cardiology Journal*, 16(4):307-311.
104. Whelton S.P., Chin A., Xin X., He J. (2002). Effect of aerobic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Annals of Internal Medicine*, 136:493-503.
105. Węgrzynowska-Teodorczyk K., Siennicka A., Josiak K., Zymliński R., Kasztura M., Banasiak W., Ponikowski P., Woźniewski M., (2018). Evaluation of Skeletal Muscle Function and Effects of Early Rehabilitation during Acute Heart Failure: Rationale and Study Design, *BioMed Research International* Volume ,Article ID 6982897, 8 pages
106. WHO (1993). Rehabilitation after cardiovascular diseases, with special emphasis on developing countries. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series, No.831. Geneva, Switzerland: World Health Organization,

107. Wilk M., Kocur P., Różańska A., Przywarska I., Dylewicz P., Owczarski T., Deskur-Śmielecka E., Borowicz-Bieńkowska S. (2005). Ocena niektórych fizjologicznych efektów zastosowania Nordic Walking jako uzupełniającego elementu ćwiczeń fizycznych w drugim etapie rehabilitacji po zawale serca. *Rehabilitacja Medyczna* 2005, 9(2):33-38.
108. Wytyczne ESC/EAS (2011). dotyczące postępowania w dyslipidemiach. Grupa Robocza do spraw postępowania w dyslipidemiach Europejskiego Towarzystwa Kardiologicznego (ESC) i Europejskie Towarzystwo Miażdżycowe (EAS). *Kardiologia Polska*, 69, supl. IV:143-200.
109. Zaniewicz D., Kostka T. (2004). Trening aerobowy i anaerobowy a czynniki ryzyka choroby niedokrwiennej serca. *Medycyna Sportowa*, 8 (supl.2):S5-S16.
110. Zgliczyński W., Pinkas W., Cianciara D., Sitarek M., Berdyga T., Nowicka-Wasilewska J., Kawwa J. (2013). Telemedycyna w Polsce – bariery rozwoju w opinii lekarzy. *Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu*, 19(4):499-499.
111. Żak M. (2018). Rehabilitacja w geriatrici –problemy i wyzwania w codziennej praktyce. *Rehabilitacja w praktyce*, 1 17-18

10. Załączniki

Załącznik 1.

OŚWIADCZENIE BADANEGO

Niniejszym oświadczam, że niżej podpisana/y zostałam/em poinformowana/y przez mgr Michała Morawiec:

1. O celu zamierzonych badań i sposobie ich przeprowadzenia oraz że miałam/em możliwość zadawania pytań prowadzącemu eksperyment i otrzymałam/em odpowiedzi na te pytania: rozumiem na czym badania te mają polegać i do czego potrzebna jest moja zgoda. Zapoznałem się z treścią " *Informacji dla badanego*", której 1 egzemplarz otrzymałem. Zostałam/em poinformowana/ny o potencjalnym ryzyku związanym z programem badawczym. Tak więc, dobrowolnie wyrażam zgodę na poddanie się eksperymentowi medycznemu.
2. Mogę odmówić zgody na udział w badaniach lub cofnąć ją w każdej chwili - także podczas ich wykonywania, co w żaden sposób nie wpłynie na dalsze moje leczenie.
3. Oświadczam, że wyrażam zgodę na przetwarzanie moich danych w zakresie niezbędnym dla prowadzenia badań, jednakże z zastrzeżeniem poufności uniemożliwiającej identyfikację mojej osoby przez inne osoby prawne i fizyczne niż wymienione w protokole jako prowadzące badanie.

.....

Data

Podpis osoby badanej

Załącznik 2.

INFORMACJA DLA BADANEGO

Celem przeprowadzonych badań będzie ocena wpływu treningu w Systemie Podwieszeń, jako współczesnej formy terapeutycznej możliwej do zastosowania u pacjentów po zawale serca. Badania zostaną przeprowadzone w Górnośląskim Centrum Medycyny i Rehabilitacji „AMED” w Katowicach we współpracy z Akademią Wychowania Fizycznego w Katowicach. Program rehabilitacji kardiologicznej trwał będzie około 4 tygodnie i obejmował 22 jednostki treningowe składające się z klasycznego programu usprawniania (trening wytrzymałościowy, ogólnokondycyjny oraz oporowy) oraz zmodyfikowanego – w miejsce treningu oporowego na stepperze lub wioślarzu – trening System podwieszeń. Trening ten składał się będzie czterech ćwiczeń (dostosowanych do możliwości wysiłkowych każdego pacjenta),.

Badania będą nieinwazyjne, wykonywane z zachowaniem warunków bezpieczeństwa. Dobór do programu będzie losowy. Przed rozpoczęciem i bezpośrednio po jego zakończeniu w obecności lekarza kardiologa ocenione zostaną: poziom tolerancji wysiłkowej (próba wysiłkowa na bieżni mechanicznej), stan lewej komory serca (badanie echokardiograficzne serca wykonywane przez lekarza posiadającego uprawnienia). Ponadto, przed programem rehabilitacji kardiologicznej przeprowadzone zostaną badania kwestionariuszowe oceniające poziom aktywności fizycznej. Cały program usprawniania (obydwie grupy) będzie prowadzony pod nadzorem lekarza kardiologa.

Wszelkie informacje zgromadzone w trakcie badań będą zebrane w pamięci komputera, ale bez Pani/Pana nazwiska. Dane Pani/Pana będą traktowane jako poufne i nie będą możliwe do zidentyfikowania w żadnej publikacji, która pojawi się w związku z tymi badaniami. Zapewniamy także, że każdy z pacjentów może nie wyrazić zgody na udział w badaniach lub w każdej chwili zrezygnować z ich dalszego wykonywania.

.....

Data

Podpis osoby badanej

Załącznik 3.

SKALA SUBIEKTYWNEJ OCENY WYSIŁKU WEDŁUG BORG A – 15 STOPNIOWA

6	
7	bardzo, bardzo lekki
8	
9	bardzo lekki
10	
11	dość lekki
12	
13	dość ciężki
14	
15	ciężki
16	
17	bardzo ciężki
18	
19	bardzo, bardzo ciężki
20	

KWESTIONARIUSZ AKTYWNOŚCI FIZYCZNEJ – MINNESOTA LEISURE TIME PHYSICAL ACTIVITIES

Imię i nazwisko.....

Ankieter

MINNESOTA LEISURE TIME PHYSICAL ACTIVITIES

Poniżej wymieniono spis aktywności fizycznych. Aktywności pokrewne pogrupowano pod tym samym tytułem. Przeczytaj listę i zaznacz „TAK” w kolumnie 3 dla tych czynności, które wykonałeś w przeciągu ostatnich 12 miesięcy i „NIE” w kolumnie 2 dla tych czynności które nie wykonałeś.

Wypełnia osoba badana AKTYWNOŚĆ	Czy wykonałeś czynność		Nie pisz tutaj	Miesiące aktywności												Ile razy na miesiąc		Czas ćwiczenia	
				I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			godz	min
A. Chód i podobne		TAK	NIE																
010	Marsz dla przyjemności																		
020	Marsz do pracy																		
030	Korzystanie ze schodów gdy dostępne są schody ruchome																		
040	Turystyka piesza																		
050	J.w. ale z plecakiem min.10 kg																		

Wypełnia osoba badana AKTYWNOŚĆ	Czy wykonałeś czynność	Nie pisz tutaj	Miesiące aktywności												Ile razy na miesiąc		Czas ćwiczenia		
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	godz	min			
TAK NIE																			
115	Jazda na rowerze do pracy lub dla przyjemności																		
125	Taniec na sali, dyskoteka																		
135	Taniec, aerobik, balet																		
140	Jazda konna																		
B. Ćwiczenia ogólnokondycyjne																			
150	Ćwiczenia w domu																		
160	Ćwiczenia w klubie fitness																		
180	Bieg/chód kombinacja																		
200	Bieg																		
210	Podnoszenie ciężarów																		
C. Ćwiczenia związane z wodą																			
220	Narty wodne																		
235	Żeglarstwo wyczynowe																		
250	Kajaki/żagle dla przyjemności																		
260	Kajaki/żagle wyczynowo																		
270	Obozy kajakowe																		
280	Pływanie w basenie min. 15 min																		
295	Pływanie na plaży																		
310	Nurkowanie z butlą																		
320	Nurkowanie bez butli																		

Wypełnia osoba badana AKTYWNOŚĆ	Czy wykonałeś czynność	Nie pisz tutaj	Miesiące aktywności												Ile razy na miesiąc	Czas ćwiczenia		
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		godz	min	
D. Sporty zimowe		TAK	NIE															
340	Zjazd na nartach																	
350	Bieg na nartach																	
360	Łyżwy / rolki																	
370	Saneczki / toboggan																	
E. Sporty																		
390	Kręgle																	
400	Siatkówka																	
410	Tenis stołowy																	
420	Tenis ziemny - gra pojedyncza																	
430	Tenis ziemny - debel																	
440	Piłka ręczna																	
450	Badminton																	
460	Racketball																	
470	Koszykówka - rekreacyjnie																	
480	Koszykówka - gra																	
490	Koszykówka - zawody																	
500	Touchball																	
510	Piłka ręczna																	
520	Squash																	
540	Piłka nożna																	
Golf																		
070	Jazda wózkiem elektrycznym																	
080	Chodzenie + wózek z kijami																	
090	Chodzenie, noszenie																	

	wiewiórki, szopy																			
710	Polowanie na duże zwierzęta np. jelenie, łosie,																			

Wypełnia osoba badana AKTYWNOŚĆ	Czy wykonałeś czynność	Nie pisz tutaj	Miesiące aktywności												Ile razy na miesiąc	Czas ćwiczenia	
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		godz	min

I. Pozostałe aktywności TAK NIE

11. Streszczenie

Celem pracy była ocena wpływu treningu oporowego z zastosowaniem systemu podwieszonych na tolerancję wysiłkową ocenianą próbą wysiłkową oraz zmiany wybranych parametrów echokardiograficznych pacjentów po przebytych zawale mięśnia sercowego. W badaniu wzięło udział 44 mężczyzn w ramach turnusu rehabilitacyjnego (II etap usprawniania). Do badań zakwalifikowani zostali jedynie pacjenci, którzy podczas wstępnej próby wysiłkowej uzyskali najlepszy wynik (≥ 7 MET lub 100W). Badani zostali podzieleni na dwie grupy *Standard* (20) oraz *System podwieszonych* (24). Wszyscy badani byli po wykonanym zabiegu angioplastyki z implantacją stentu/ów.

Zarówno grupa *standard*, jak i *system podwieszonych* objęta została 24 dniowym programem usprawniania, obejmującym 22 jednostki treningowe. Każda sesja składała się z treningu wytrzymałościowego, ogólnokondycyjnego oraz oporowego. Grupa eksperymentalna zamiast tradycyjnego treningu oporowego (steper, eliptyk, wioślarz) wykonywała ćwiczenia z systemem podwieszonych. Jednostka treningowa z zastosowaniem systemu podwieszonych obejmowała cztery ćwiczenia wielostawowe: przysiady, wykroki, ściąganie uchwytów do klatki piersiowej oraz unoszenie ramion.

Przed i po cyklu rehabilitacyjnym przeprowadzono badania, które obejmowały elektrokardiograficzną próbę wysiłkową, badanie ultrasonograficzne serca oraz badanie profilu lipidowego krwi. Użyto podstawowych statystyk opisowych, w których oceniane miary to: liczba obserwacji (N), wartość maksymalna i minimalna, odchylenie standardowe (SD), średnia arytmetyczna. Do weryfikacji założeń testów parametrycznych wykorzystano test normalności Shapiro-Wilka oraz test jednorodności wariancji Browna-Forsythe'ego. Przeprowadzono także parametryczny test t-Studenta dla zmiennych zależnych, których rozkład jest zgodny z rozkładem normalnym oraz nieparametryczny test kolejności par Wilcoxon dla zmiennych zależnych, których rozkład nie jest zgodny z rozkładem normalnym. Wykonano również test t-Studenta dla zmiennych niezależnych, których rozkład jest zgodny z rozkładem normalnym oraz jego nieparametryczny odpowiednik – test U Manna-Whitneya dla zmiennych niezależnych, których rozkład nie jest zgodny z rozkładem normalnym. Baza danych zebrana w programie Excel została wykorzystana i przeanalizowana w Statistica 12 (StatSoft). Poziom istotności przyjęto o wartości $p \leq 0,05$.

Istotne zmiany statystycznie w dwóch grupach uzyskano w parametrach echokardiograficznej próby wysiłkowej takich jak: czas, dystans, MET, VO₂max, RRsksp, DPsp. Dodatkowo w grupie system podwieszeń poprawie uległo RRskmax. W wynikach badania echokardiograficznego serca w obu badanych grupach istotnej poprawie uległa LVEF – frakcja wyrzutowa lewej komory (ang. *Left Ventricular Ejection Fraction*) System podwieszeń $52,29 \pm 3,29$ $53,33 \pm 3,27$ $p=0,001$, standard $53,30 \pm 3,06$ $55,30 \pm 4,13$ $p=0,005$. W badaniu profile lipidowego w grupie system podwieszeń zmianie istotnej statystycznie uległy parametry TC $180,92 \pm 6,30$ $178,58 \pm 5,36$ $p=0,003$, HDL $49,13 \pm 4,62$ $50,83 \pm 4,32$ $P=0,000$ oraz LDL $88,04 \pm 3,83$ $85,92 \pm 4,32$ $p=0,005$.

Trening z zastosowaniem systemu podwieszeń podobnie jak standardowy program usprawniania, może poprawić tolerancję wysiłkową (ocenianą testem wysiłkowym) oraz poprawiać wybrane wskaźniki echokardiograficzne lewej komory serca u pacjentów po przebytych zawale mięśnia sercowego.

Słowa kluczowe: *aktywność fizyczna, trening w systemie podwieszeń, kwestionariusz Minnesota, kompleksowa rehabilitacja kardiologiczna, przezskórna angioplastyka wieńcowa, choroba niedokrwienna serca, zawał mięśnia sercowego*

