

AKADEMIA WYCHOWANIA FIZYCZNEGO
IM. POLSKICH OLIMPIJCZYKÓW WE WROCŁAWIU
WYDZIAŁ FIZJOTERAPII

Kamila Bielecka-Kowal

WPLYW INTERWAŁOWEGO TRENINGU O DUŻEJ
INTENSYWNOŚCI NA SPRAWNOŚĆ FIZYCZNĄ I TOLERANCJĘ
WYSIŁKOWĄ CHORYCH NA NIEWYDOLNOŚĆ SERCA Z
WSZCZEPIONYM KARDIOWERTEREM-DEFIBRYLATOREM

Autoreferat rozprawy doktorskiej wykonanej w
Zakładzie Fizjoterapii w Chorobach Wewnętrznych

Promotor:

prof. dr hab. Marek Woźniewski

Recenzenci:

prof.dr hab. Edyta Smolis-Bąk,
prof. dr hab. Piotr Mika

WROCŁAW 2023

Spis treści

II CEL PRACY	6
II 1. Pytania badawcze	6
II 2. Hipotezy badawcze.....	6
III GRUPA BADANA I METODY BADAWCZE	7
III 1. Osoby badane	7
III 2. Metody badawcze	9
III 3. Metody interwencji	10
III 4. Metody statystyczne.....	13
V WYNIKI BADAŃ.....	14
V 1. Elektrokardiograficzna próba wysiłkowa.....	14
V 2. Senior Fitness Test.....	15
V 2.1. Próba zginania kończyny górnej w stawie łokciowym w ciągu 30 sekund (Arm Curl Test).....	15
V. 2.2. Próba „drapania po plecach” (Back Scratch).....	17
V. 2.3. Próba wstawanie z krzesła w ciągu 30 sekund (30 Second Chair Stand).....	18
V 2.4. Próba „siad i dosięgnięcie” (Chair Sit-and-Reach)	20
V 2.5. Test „8 stóp” (8-Foot Up-and-Go).....	21
V 2.6 Test 6-minutowego marszu (6-Minute Walk Test - 6MWT).....	23
V 3. Zapis kardiowertera-defibrylatora (ICD)	24
VI WNIOSKI	26
VIII PIŚMIENNICTWO.....	27

I WSTĘP

Niewydolność serca (HF) pozostaje główną przyczyną śmiertelności, zachorowalności i niskiej jakości życia. Pomimo poprawy w leczeniu, niewydolność serca (HF) nadal ma postępujący przebieg kliniczny charakteryzujący się pogorszeniem czynności serca i stanu klinicznego, prowadzącym do stadium zaawansowanej przewlekłej HF. Na tym etapie obraz kliniczny charakteryzuje się ciężkimi objawami, częstymi epizodami dekompensacji, niską jakością życia i słabą przeżywalnością. Oparte na dowodach leczenie i urządzenia medyczne nie są już skuteczne w kontrolowaniu objawów i polepszaniu przebiegu klinicznego, a w przypadku antagonistów neurohormonalnych mogą nie być często tolerowane (Metra, 2018). W leczeniu zaawansowanej niewydolności serca stosuje się wszczepienie kardiowertera-defibrylatora.

Według raportu Europejskiego Stowarzyszenia Rytmów Serca (EHRA) z 2017r. łącznie w Europie żyje 547 586 ludzi z rozrusznikiem serca (PM), a w 2016r. wszczepiono 105 730 kardiowerterów-defibrylatorów (ICD) oraz 87 654 urządzeń do terapii resynchronizującej (CRT) (Raatikainen i wsp. 2017). Powoduje to stale rosnącą liczbę pacjentów wymagających odpowiednio dobranej rehabilitacji kardiologicznej, która wskazana jest dla poprawy pracy serca i zapobiegania arytmii, omdleniom oraz przedwczesnej śmierci, jak również kontroli urządzenia. Według aktualnego stanu wiedzy większość osób z wszczepionym kardiowerterem-defibrylatorem może brać udział w programach rehabilitacyjnych (Piepoli i wsp. 2014).

Trening fizyczny chorych na choroby układu krążenia może być prowadzony zarówno w formie ciągłej jak i interwałowej. Trening w formie ciągłej umożliwia wykonanie większej pracy poprawiając czynność serca w zakresie mniejszych obciążeń i wskazany jest głównie dla chorych o większej zdolności wysiłkowej. Forma interwałowa treningu fizycznego pozwala na stosowanie większych obciążeń prowadząc do szybszego zwiększenia zdolności wysiłkowej.

Międzynarodowe wytyczne rehabilitacji kardiologicznej są niespójne w swoich zaleceniach dotyczących intensywności ćwiczeń pacjentów po incydentach sercowo-naczyniowych. Wytyczne American Heart Association, American College of Sports

Medicine, Europejskiego Stowarzyszenia w Zakresie Profilaktyki i Rehabilitacji Układu Sercowo-Naczyniowego, Kanadyjskiego Stowarzyszenie Rehabilitacji Sercowej zalecają ćwiczenia o umiarkowanej intensywności, podczas gdy w Australii, Nowej Zelandii, Japonii i Wielkiej Brytanii ocenia się, że trening aerobowy o wysokiej intensywności jest skuteczniejszy (Gomes Neto i wsp., 2018; Mezzani i wsp., 2013; Price i wsp., 2016; Scottish Intercollegiate Guidelines Network Cardiac Rehabilitation 2002; Thompson i wsp., 2013; Wondruffe i wsp., 2014;). Dla chorych o wyższej sprawności fizycznej, którzy chcą powrócić do aktywności przed chorobą, australijskie wytyczne rekomendują trening o wysokiej intensywności (Wondruffe i wsp., 2014).

W Europie trening interwałowy wysokiej intensywności u pacjentów z niewydolnością serca zapoczątkowały kraje skandynawskie (Angadi i wsp., 2015; Ellingsen i wsp., 2017; Isaksen i wsp., 2015; Spee i wsp., 2016). Jest on jednak zbyt rzadko stosowany w pozostałych krajach Europy, w tym także w Polsce.

Trening interwałowy o wysokiej intensywności (HIIT) obejmuje powtarzające się interwały aktywności o intensywności od 85% do 95% rezerwy tętna, przedzielone przerwami lub aktywnymi interwałami regeneracyjnymi o niższej intensywności (Isaksen i wsp., 2015). Rośnie zainteresowanie HIIT ze względu na coraz częstsze i wiarygodne dowody jego skuteczności w poprawie czynności układu sercowo-naczyniowego i metabolicznego zarówno w zdrowych populacjach, jak i w populacjach z przewlekłą chorobą (Batacan i wsp., 2017; Jolleyman i wsp., 2015; Milanovic i wsp., 2015). Zaletą HIIT jest skrócenie czasu przeznaczanego na trening, a wstępne dane sugerują, że wiele osób zgłasza równe lub większe zadowolenie z krótszego treningu o wysokiej intensywności w porównaniu z dłuższym treningiem umiarkowanym (Jung i wsp., 2014; Kilpatrick i wsp., 2015; Vella i wsp., 2017).

Analiza randomizowanych badań oceniających efekty treningów interwałowych o wysokiej intensywności (HIIT) u pacjentów z niewydolnością serca wykazała ich większą efektywność w porównaniu do treningów ciągłych o umiarkowanej intensywności (MICT). Stwierdzono korzystniejszy wpływ treningu interwałowego o wysokiej intensywności na funkcje śródbłonna tętnicy ramiennej oraz na zmniejszenie czynników

ryzyka chorób sercowo-naczyniowych, stres oksydacyjny i wrażliwość na insulinę w porównaniu z treningiem ciągłym o umiarkowanej intensywności (Ramos i wsp., 2015). Trening interwałowy o wysokiej intensywności był także skuteczniejszy niż trening ciągły o umiarkowanej intensywności w poprawie ogólnej sprawności sercowo-oddechowej (Elliott i wsp., 2015; Liou i wsp., 2016; Pattyn i wsp., 2014).

Wisłøff i wsp. obserwowali korzystniejszy wpływ HIIT w porównaniu z ciągłym treningiem (CT) na sprawność fizyczną, funkcjonowanie układu krążenia i jakość życia pacjentów z HF (Wisloff, 2007). Wykazano, że HIIT przewyższa MICT w zwiększaniu wydolności tlenowej (Cornish i wsp., 2011; Elliott i wsp., 2015; Liou i wsp., 2016; Pattyn i wsp., 2014). U pacjentów chorych na choroby układu krążenia stwierdzono, że HIIT w większym stopniu poprawia VO_2 w wentylacji progowej, wielkość i funkcję lewej komory, kurczliwość, średnicę i objętość rozkurczową lewej komory, frakcję wyrzutową i ciśnienie tętnicze oraz wydolność krążeniowo-oddechową niż MICT. Ponadto badania wykazały poprawę biogenezy mitochondrialnej, wzrost stężenia cholesterolu całkowitego/HDL (Gibala i wsp., 2012; Kessler i wsp., 2012).

Mimo coraz liczniejszych prac w dostępnym piśmiennictwie brakuje jednak badań dotyczących wpływu interwałowego treningu o wysokiej intensywności na wydolność, a zwłaszcza sprawność fizyczną chorych z wszczepionym kardiowerterem-defibrylatorem, które w wiarygodny sposób mogłyby potwierdzić jego bezpieczeństwo i skuteczność oraz wyjaśnić mechanizmy działania

II CEL PRACY

Celem pracy była ocena wpływu interwałowego treningu fizycznego dużej intensywności na sprawność fizyczną i tolerancję wysiłkową chorych na niewydolność serca z wszczepionym kardiowerterem-defibrylatorem.

II 1. Pytania badawcze

1. Czy interwałowy trening fizyczny o wysokiej intensywności jest bezpieczny dla pacjentów z kardiowerterem-defibrylatorem?
2. Czy trening interwałowy o wysokiej intensywności zwiększa sprawność i tolerancję wysiłkową pacjentów po wszczepieniu kardiowertera-defibrylatora w większym stopniu niż trening ciągły o umiarkowanej intensywności?
3. Czy trening interwałowy o wysokiej intensywności wpływa na działanie kardiowertera-defibrylatora i wywoływanie burzy elektrycznej?

II 2. Hipotezy badawcze

1. Interwałowy trening fizyczny o dużej intensywności jest bezpiecznym sposobem zwiększania sprawności fizycznej i tolerancji wysiłkowej pacjentów po wszczepieniu kardiowertera-defibrylatora.
2. Interwałowy trening fizyczny o dużej intensywności powoduje większy wzrost sprawności fizycznej i tolerancji wysiłkowej niż trening ciągły o umiarkowanej intensywności.
3. Interwałowy trening fizyczny o dużej intensywności nie zaburza pracy kardiowertera-defibrylatora.

III GRUPA BADANA I METODY BADAWCZE

Praca została zrealizowana w Centrum Kardiologicznym „Pro Corde” we Wrocławiu w latach 2019-2020 w ramach rehabilitacji kardiologicznej pacjentów po wszczepieniu kardiowertera defibrylatora.

Wszyscy pacjenci włączeni do badania zostali poinformowani o jego celu i wyrazili pisemną zgodę. Badania uzyskały pozytywną opinię Komisji Bioetycznej przy Uniwersytecie Medycznym im. Piastów Śląskich we Wrocławiu (w dniu 8 marca 2019), nr zgody 224/2019.

III 1. Osoby badane

Przebadano 80 pacjentów w wieku 50-65 lat z wszczepionym kardiowerterem-defibrylatorem z powodu niewydolności serca podzielonych losowo na grupę badaną poddaną interwałowemu treningowi fizycznemu o dużej intensywności i kontrolną wykonującą trening fizyczny ciągły o umiarkowanej intensywności. Zastosowano następujące kryteria włączenia i wyłączenia, aby ujednoczyć grupę.

Kryteria włączenia:

- pacjenci z niewydolnością serca z frakcją wyrzutową $\leq 40\%$,
- pacjenci po wszczepieniu kardiowertera-defibrylatora zakwalifikowani do ambulatoryjnej rehabilitacji kardiologicznej,
- Pacjenci zakwalifikowani do II/III klasy NYHA

Kryteria wyłączenia:

- brak świadomej zgody,
- niezdolność do wzięcia udziału w regularnych ćwiczeniach z powodu poważnych chorób współistniejących lub planowanej operacji w ciągu 2 miesięcy,
- niewydolność nerek

Do grupy badanej zakwalifikowano 40 pacjentów (31 mężczyzn i 9 kobiet), u których w II. etapie rehabilitacji kardiologicznej zastosowano trening interwałowy o dużej intensywności.

W grupie kontrolnej również było 40 osób (24 mężczyzn i 16 kobiet), zakwalifikowanych do rehabilitacji kardiologicznej II. etapu, których poddano treningowi ciągłemu o umiarkowanej intensywności.

Badane grupy nie różniły się ze sobą statystycznie pod względem wieku, BMI, płci, frakcji wyrzutowej lewej komory oraz występujących chorób współistniejących (tab.1, 2,3).

Tabela nr 1. Charakterystyka grup

Zmienna	Grupa badana Średnia ±odchylenie standardowe	Grupa kontrolna Średnia ±odchylenie standardowe	P
Płeć [kobiety/ mężczyźni]	9/31	16/24	0,660431
Średni wiek [lata]	60,5	61,0	1,000000
BMI [kg/m²]	28,7± 3,3	29,5± 3,1	0,9

Tabela 2 . Średnie wartości frakcji wyrzutowej lewej komory serca [%]

Grupa	Frakcja wyrzutowa lewej komory [%] Średnia ±odchylenie standardowe
Badana	33 ± 5,89
Kontrolna	32 ± 6,26

Tabela 3. Częstość występowania chorób współistniejących [%]

Choroby współistniejące	Grupa badana	Grupa kontrolna
nadciśnienie	63,6	74,4
cukrzyca	29,5	29,2
hiperlipidemia	56,0	64,6
hipercholesterolemia	8,7	8,3
Tarczyca	12,0	14,0
Choroby układu ruchu	16,0	15,0

III 2. Metody badawcze

U wszystkich chorych przed rozpoczęciem treningów i bezpośrednio po jego zakończeniu (po 8 tygodniach) wykonano:

- **Próbie wysiłkowej wg zmodyfikowanego protokołu Bruce'a** z oceną odczuwalnego zmęczenia submaksymalnego w skali Borga - test wysiłkowy wykonano na bieżni ruchomej, podczas próby monitorowano stan pacjenta (EKG i samopoczucie) przez lekarza przeprowadzającego test. Pomiar i rejestracja ciśnienia tętniczego oraz tętna wykonywana była minimum co 2-3 minuty. Zakończenie wysiłku nastąpiło przy wystąpieniu kryteriów przerwania testu.

Podczas każdego treningu mierzone było ciśnienie tętnicze krwi zarówno przed ćwiczeniami, w trakcie największego wysiłku jak i po skończonym treningu. Tętno było monitorowane przez cały czas trwania ćwiczeń. Każdy pacjent podczas całego treningu był nadzorowany przez wykwalifikowanego fizjoterapeutę, przeszkolonego z zakresu udzielania pierwszej pomocy przedmedycznej.

- **Test sprawności fizycznej Senior Fitness Test** składający się z 6 kolejno i jednorazowo wykonywanych części: próba: próba: zginanie kończyny górnej w stawie łokciowym w ciągu 30 sekund, próba „drapania po plecach”, próba: wstawanie z krzesła w ciągu 30 sekund, próba „siad i dotknięcie”, próba „8 stóp – wstań i idź”, test 6-minutowego marszu.

W trakcie wszystkich prób pacjent miał cały czas kontrolową częstość akcji serca.

- **Kontrola układu kardiowertera-defibrylatora** obejmuje ocenę stanu urządzenia, elektrod, zdarzeń, statystyk, programu urządzenia oraz monitorowanie dodatkowych parametrów, na przykład stanu przewodnienia. Kontrole układów ICD z założenia odbywają się zazwyczaj co 6 miesięcy oraz po każdej interwencji urządzenia, z oceną adekwatności wyładowań.

III 3. Metody interwencji

Interwałowy trening o dużej intensywności (HIIT)

Grupa badana brała udział w 8-tygodniowym programie treningów interwałowych o wysokiej intensywności na poziomie od 70% rezerwy tętna (w początkowym okresie treningu), dochodząc do 85% (pod koniec treningu) rezerwy tętna, jeśli jest poniżej ustawionego progu urządzenia, przy którym następuje wyładowanie urządzenia, a jeśli nie, zastosowano 85% progu urządzenia. Tętno treningowe obliczano jako sumę tętna spoczynkowego i odpowiedniego do okresu programu rehabilitacji odsetka rezerwy tętna.

Tabela 4. Intensywność interwałowego treningu o dużej intensywności w poszczególnych tygodniach (%)

Okres treningu	Intensywność wysiłku fizycznego (rezerwa tętna)
I-II tydzień	70%
III-IV tydzień	75%
V-VI tydzień	80%
VII-VIII tydzień	85%

Trening interwałowy wg modelu Skandynawskiego o dużej intensywności w grupie badanej odbywał się na cykloergometrze i trwał 28 minut (interwały obciążeniowe, przez cały okres rehabilitacji, po 4 min, po każdym następowała 3-minutowa przerwa - na

poziomie 30% intensywności wysiłku). Przed pierwszym interwałem treningowym odbywała się 2-minutowa rozgrzewka z obciążeniem na poziomie 35% (czyli 50% wyjściowej intensywności treningu). Po zakończonym treningu następowała faza 5-minutowego wyciszenia, z takim samym obciążeniem jak rozgrzewka (tab. 5).

Tabela 5. Zmiany intensywności treningu HIIT podczas jednostki treningowej

	Rozgrzewka	I Interwał	Przerwa	II interwał	Przerwa	III interwał	Przerwa	Faza wyciszenia
Czas [min]	2	4	3	4	3	4	3	5
Intensywność [%]	35-42	70-85	30	70-85	30	70-85	30	35-42

Ciągły trening o umiarkowanej intensywności (MICT)

Grupa kontrolna brała udział w 8-tygodniowym programie treningu ciągłego o umiarkowanej intensywności na cykloergometrze zaczynając od 40% (w pierwszych dniach treningowych, dochodząc do 50% przy ostatnich ćwiczeniach) rezerwy tętna. Czas trwania ćwiczeń wynosił 30 min. Przed treningiem odbywała się 2-minutowa rozgrzewka z obciążeniem na poziomie 20% (czyli 50% wyjściowej intensywności treningu). Po zakończonym treningu następowała faza 5-minutowego wyciszenia z takim samym obciążeniem jak rozgrzewka (tab. 7).

Tabela 6. Intensywność ciągłego treningu o umiarkowanej intensywności (MICT) w poszczególnych tygodniach (%)

Okres treningu	Intensywność wysiłku fizycznego (rezerwa tętna)
I-III tydzień	40%
IV-VI tydzień	45%
VII-VIII tydzień	50%

Tabela 7. Zmiany intensywności w czasie jednostki treningowej MICT

	Rozgrzewka	Trening	Faza wyciszenia
Czas [min]	2	23	5
Intensywność [%]	20-25	40-50	20-25

Ćwiczenia w obu grupach odbywały się na cykloergometrach 3 razy w tygodniu.

Tabela 8. Pozostałe formy treningów w ramach standardowego programu rehabilitacji ambulatoryjnej były takie same dla obu grup:

Przyrząd	Czas treningu [min]	Czas przerwy [min]	Obciążenie
Bieżnia ruchoma	4	2	Poniżej 20% rezerwy tętna lub poniżej przyspieszenia tętna o 10-15% od tętna spoczynkowego
Orbitrek	4	2	Poniżej 20% rezerwy tętna lub poniżej przyspieszenia tętna o 10-15% od tętna spoczynkowego
Wioślarz	4	2	Poniżej 20% rezerwy tętna lub poniżej przyspieszenia tętna o 10-15% od tętna spoczynkowego

Przyrząd	Czas treningu [min]	Czas przerwy [min]	Obciążenie
Cykloergometr	4	2	Poniżej 20% rezerwy tętna lub poniżej przyspieszenia tętna o 10-15% od tętna spoczynkowego
Atlas	Liczba powtórzeń uzależniona od stanu zdrowia pacjenta Zakres ruchu do kąta 90stopni w stawie barkowym	2	30%-40% 1RM (nie więcej niż 5kg) Ćwiczenia równoległe na obie kończyny górne
W trakcie przerw - ćwiczenia oddechowe i rozluźniające. Zajęcia odbywały się 3 razy w tygodniu.			

Również po tych zajęciach uczestnicy dokonywali pomiaru ciśnienia tętniczego, a w trakcie ćwiczeń mieli monitorowane tętno.

III 4. Metody statystyczne

Analiza statystyczna została przeprowadzona w programie Statistica 13. Do porównania grup posłużyły statystyki opisowe; tabele, układy graficzne; w formie procentowej, średniej i odchylenia standardowego. Wyniki przedstawiono w postaci średnich i odchylenia standardowego.

W przypadku rozkładu normalnego zastosowano test t-Studenta dla danych zależnych i danych niezależnych, natomiast w przypadku braku rozkładu normalnego test Wilcoxon dla danych zależnych (dla porównania wyników w każdej grupie przed i po rehabilitacji) i U Manna Withneya dla zmiennych niezależnych (dla porównania wyników między grupami). Normalność rozkładu sprawdzono za pomocą testu W Shapiro-Wilka. Przyjęto poziom istotności $p < 0,05$.

V WYNIKI BADAŃ

V 1. Elektrokardiograficzna próba wysiłkowa

Przed rozpoczęciem programu treningowego wykazano istotnie większy poziom wydolności fizycznej w grupie kontrolnej w porównaniu z grupą badaną ($p=0,045915$), którego nie obserwowano po zakończeniu tego programu ($p=0,051881$).

Natomiast w obu grupach zanotowano istotne zwiększenie wydolności fizycznej w wyniku zastosowanych rodzajów treningów fizycznych, przy czym w grupie badanej jej przyrost był istotnie większy niż w grupie kontrolnej ($p=0,021359$) (tab.10).

Tabela 9. Średnie wartości oraz istotność statystyczna wyników elektrokardiograficznej próby wysiłkowej

Grupa	Przed rehabilitacją [METs] Średnia wartość SD			Po rehabilitacji [METs] Średnia wartość SD			p		
	K	M	K+M	K	M	K+M	K	M	K+M
Badana	4,6 ±1,75	6,1 ±2,11	5,76 ±2,11	5,6 ±1,87	7,5 ±2,4	7,5 ±2,41	0,08860 7	0,02594 1	0,00000 3
Kontrolna	7,4 ±2,34	7,4 ±3,3	7,4 ±2,92	8,28 ±2,92	8,28 ±3,31	8,28 ±3,12	0,02405 6	0,35731 2	0,00069 8
p	0,006119	0,422281	0,04591 5	0,01372 3	0,65120 7	0,05188 1			

K – kobiety; M – mężczyźni; K + M – cała grupa (kobiety i mężczyźni); SD – odchylenie standardowe

Tabela 10. Przyrosty wartości METs w poszczególnych grupach.

Grupa	Przyrosty badanych [METs]		
	K	M	K+M
Badana	1,0	1,4	1,74
Kontrolna	0,88	0,88	0,88
P	0,048671	0,725711	0,021359

K – kobiety; M – mężczyźni; K + M – cała grupa (kobiety i mężczyźni)

V 2. Senior Fitness Test

V 2.1. Próba zginania kończyny górnej w stawie łokciowym w ciągu 30 sekund (Arm Curl Test)

Przed rozpoczęcie rehabilitacji wykazano istotnie większą liczbę powtórzeń w grupie kontrolnej w porównaniu z grupą badaną ($p=0,024131$), której nie obserwowano po zakończeniu rehabilitacji ($p=0,165719$). W wyniku intensywnego treningu interwałowego obserwowano statystycznie istotne zwiększenie liczby powtórzeń ruchów w grupie badanej ($p=0,000046$), zarówno u kobiet jak i mężczyzn ($p=0,000001$). W grupie kontrolnej istotna zmiana dotyczyła tylko kobiet (tab. 11).

Istotnie większy przyrost wyników tej próby wykazano w grupie badanej niż w kontrolnej ($p=0,000061$) (tab. 12).

Tabela 11. Średnie wartości oraz istotność statystyczna wyników próby Arm Curl Test w obu badanych grupach przed i po zakończeniu badań

Grupa	Przed rehabilitacją [n] Średnia wartość SD			Po rehabilitacji [n] Średnia wartość SD			p		
	K	M	K+M	K	M	K+M	K	M	K+M
Badana	12,4 ±1,87	12,3 ±3,2	12,3 ±2,93	15,9 ±3,37	15,7 ±4,25	15,7 ±4,03	0,01845 3	0,00000 1	0,00004 6
Kontrolna	13,3 ±2,99	14,3 ±4,02	14,0 ±3,71	15,0 ±3,88	14,3 ±3,41	14,5 ±3,65	0,01845 3	0,93676 4	0,52566 3
p	0,453893	0,067841	0,02413 1	0,57064 4	0,19788 9	0,16571 9			

N - liczba powtórzeń; K – kobiety; M – mężczyźni; K + M – cała grupa (kobiety i mężczyźni)

Tabela 12. Przyrost wartości w próbie Arm Curl Test w poszczególnych grupach.

Grupa	Przyrosty w próbie Arm Curl Test [n]		
	K	M	K+M
Badana	3,5	3,4	3,4
Kontrolna	1,7	0	0,5
P	0,168493	0,007538	0,000061

K – kobiety; M – mężczyźni; K + M – cała grupa (kobiety i mężczyźni)

V. 2.2. Próba „drapania po plecach” (Back Scratch)

Nie wykazano istotnych różnic w tej próbie między grupą badaną i kontrolną zarówno przed rozpoczęciem programu treningowego, jak i po jego zakończeniu. W wyniku intensywnego treningu interwałowego nie wykazano istotnego statystycznie zwiększenia elastyczności górnej części ciała ($p=0,064459$), która istotnie zwiększyła się w grupie kontrolnej ($p=0,032089$) (tab. 13).

Nie wykazano istotnych różnic przyrostów elastyczności górnej części ciała między grupami ($p=0,946297$) (tab. 14).

Tabela 13. Średnie wartości oraz istotność statystyczna wyników próby Back Scratch w obu badanych grupach przed i po zakończeniu badań

Grupa	Przed rehabilitacją [m] Średnia wartość SD			Po rehabilitacji [m] Średnia wartość SD			p		
	K	M	K+M	K	M	K+M	K	M	K+M
Badana	0,2 ±0,08	0,1 ±0,08	0,1 ±0,08 1	0,1 ±0,04	0,1 ±0,05	0,1 ±0,05 2	0,16465 1	0,00029 7	0,06445 9
Kontrolna	0,1 ±0,08	0,1 ±0,08	0,1 ±0,08 2	0,1 ±0,05	0,1 ±0,05	0,1 ±0,05 1	0,01097 3	0,00133 4	0,03208 9
p	0,828792	0,926873	0,93307 8	0,98269 6	0,96207 4	0,91787 5			

K – kobiety; M – mężczyźni; K + M – cała grupa (kobiety i mężczyźni)

Tabela 14. Przyrosty wartości w próbie Back Scratch w poszczególnych grupach

Grupa	Przyrosty w próbie Back Scratch [m]		
	K	M	K+M
Badana	0,054	0,041	0,044
Kontrolna	0,047	0,04	0,044
P	0,389153	0,823851	0,946297

K – kobiety; M – mężczyźni; K + M – cała grupa (kobiety i mężczyźni)

V. 2.3. Próba wstawanie z krzesła w ciągu 30 sekund (30 Second Chair Stand)

Przed rozpoczęciem programu treningowego wykazano istotnie większą liczbę powtórzeń w grupie kontrolnej niż badanej, której nie stwierdzono po zakończeniu programu ($p=0,121059$).

Po zakończonej serii treningowej w grupie wykonującej intensywny trening interwałowy zaobserwowano wzrost liczby powtórzeń w stosunku do badań początkowych o 18% ($p=0,000871$). Istotne statystycznie różnice wykazano wśród mężczyzn ($p=0,000044$) (tab. 15).

Natomiast w grupie trenującej w cyklu ćwiczeń ciągłych o umiarkowanej intensywności zanotowano spadek o 25% w porównaniu do próby początkowej. Istotne statystycznie różnice wykazano zarówno u kobiet ($p=0,012099$), jak i u mężczyzn ($p=0,000493$) (tab. 15). Spowodowało to istotną różnicę przyrostów liczby powtórzeń między grupami ($p=0,000001$) (tab.16).

Tabela 15. Średnie wartości oraz istotność statystyczna wyników 30-sekundowej próby siadania na krześle w obu badanych grupach przed i po zakończeniu badań

Grupa	Przed rehabilitacją [n] Średnia wartość SD			Po rehabilitacji [n] Średnia wartość SD			p		
	K	M	K+M	K	M	K+M	K	M	K+M
Badana	10,6 ±2,29	8,6 ±4,48	9,0 ±4,15	11,4 ±2,74	10,1 ±5,18	10,4 ±4,75	0,28269 7	0,00004 4	0,00087 1
Kontrolna	15,8 ±4,34	16,0 ±4,49	15,9 ±4,18	11,6 ± 2,75	12,0 ±3,48	11,8 ±3,23	0,01209 9	0,00049 3	0,47048 7
p	0,030390	0,000000	0,00000 0	0,86625 8	0,12961 4	0,12105 9			

N – liczba powtórzeń; K – kobiety; M – mężczyźni; K + M – cała grupa (kobiety i mężczyźni)

Tabela 16. Przyrosty wartości w 30-sekundowej próby siadania na krześle w poszczególnych grupach

Grupa	Przyrosty 30-sekundowej próby siadania na krześle [n]		
	K	M	K+M
Badana	0,8	1,5	1,4
Kontrolna	-4,2	-4,0	-4,1
P	0,060530	0,000002	0,000001

K – kobiety; M – mężczyźni; K + M – cała grupa (kobiety i mężczyźni)

V 2.4. Próba „siad i dosięgnięcie” (Chair Sit-and-Reach)

Wykazano brak istotnych różnic statystycznych elastyczności dolnej części ciała (tj. odległości między wysuniętymi palcami ręki, a czubkiem palca dużego u stopy) między grupą badaną a kontrolną zarówno przed rozpoczęciem jak i po zakończeniu programu treningowego.

Natomiast w wyniku 8-tygodniowego cyklu treningowego stwierdzono istotne zwiększenie elastyczności górnej części ciała u pacjentów z grupy badanej $p=0,012732$), której nie wykazano w grupie kontrolnej (tab. 17). Nie spowodowało to jednak istotnej różnicy przyrostów wartości tej próby między grupami (tab.18).

Tabela 17. Średnie wartości oraz istotność statystyczna wyników próby elastyczności dolnych partii ciała w obu badanych grupach przed i po zakończeniu badań

Grupa	Przed rehabilitacją [cm] Średnia wartość SD			Po rehabilitacji [cm] Średnia wartość SD			p		
	K	M	K+M	K	M	K+M	K	M	K+M
Badana	4,1 ±3,18	2,7 ±1,95	3,0 ±2,34	3,7 ±2,77	3,1 ±1,81	3,25 ±2,08	0,04557 7	0,67332 7	0,01273 2
Kontrolna	3,7 ±2,73	2,9 ±1,5	3,0 ±1,91	3,1 ±2,53	2,9 ±1,50	3,0 ±1,91	0,08633 4	0,32925 7	1,00000 0
p	0,715697	0,886364	0,99145 5	0,87893 8	0,46365 1	0,06887 5			

K – kobiety; M – mężczyźni; K + M – cała grupa (kobiety i mężczyźni)

Tabela 18. Przyrosty wartości w próbie elastyczności dolnych partii ciała w poszczególnych grupach

Grupa	Przyrosty w próbie elastyczności dolnych partii ciała [cm]		
	K	M	K+M
Badana	0,4	0,4	0,22
Kontrolna	0,1	0,0	0,01
P	0,096347	0,001758	0,606673

K – kobiety; M – mężczyźni; K + M – cała grupa (kobiety i mężczyźni)

V 2.5. Test „8 stóp” (8-Foot Up-and-Go)

Nie wykazano istotnych statystycznie różnic wyników tego testu między grupami zarówno przed rozpoczęciem programu treningowego jak i po jego zakończeniu. Jedynie wyniki mężczyzn w grupie badanej, w stosunku do mężczyzn w grupie kontrolnej różniły się statystycznie przed rozpoczęciem programu treningowego ($p=0,019495$) (tab. 19).

W wyniku programu treningowego istotnie poprawiły się wyniki tej próby jedynie w grupie badanej ($p=0,000461$) (tab.19).

Natomiast wykazano istotnie statystycznie większy przyrost szybkości wykonania tej próby w grupie badanej w porównaniu z grupą kontrolną ($p=0,024650$) (tab.20).

Tabela 19. Średnie wartości oraz istotność statystyczna wyników testu „8 stóp” w obu badanych grupach przed i po zakończeniu badań

Grupa	Przed rehabilitacją [s] Średnia wartość SD			Po rehabilitacji [s] Średnia wartość SD			p		
	K	M	K+M	K	M	K+M	K	M	K+M
Badana	8,3 ±3,34	8,0 ±2,43	8,1 ±2,65	7,2 ±2,99	5,4 ±2,63	7,2 ±3,01	0,25851 9	0,00001 5	0,00046 1
Kontrolna	8,3 ±3,31	6,3 ±2,61	7,0 ±2,8	6,4 ±2,59	6,4 ±1,72	6,4 ±2,16	0,00145 3	0,97312	0,18926 1
p	0,971514	0,019495	0,12235 6	0,44079 0	0,10894 9	0,26529 4			

K – kobiety; M – mężczyźni; K + M – cała grupa (kobiety i mężczyźni)

Tabela 20. Przyrosty wartości w teście „8 stóp” w poszczególnych grupach

Grupa	Przyrosty testu „8 stóp” [s]		
	K	M	K+M
Badana	-1,1	-2,6	-0,8
Kontrolna	-1,9	+0,1	-0,6
P	0,783910	0,009726	0,024650

K – kobiety; M – mężczyźni; K + M – cała grupa (kobiety i mężczyźni)

V 2.6 Test 6-minutowego marszu (6-Minute Walk Test - 6MWT)

Nie wykazano istotnych statystycznie różnic wyników tego testu między grupami, zarówno przed rozpoczęciem programu treningowego, jak i po jego zakończeniu, chociaż w tym drugim przypadku pojawiła się tendencja większego zwiększenia dystansu w tym teście w grupie badanej w porównaniu z grupą kontrolną. W obu grupach uzyskano istotne zwiększenie dystansu marszu w wyniku programów treningowych, chociaż przyrost tego dystansu był istotnie większy w grupie interwałowego treningu o wysokiej intensywności (tab. 21, tab. 22).

Tabela 21. Średnie wartości oraz istotność statystyczna wyników 6-minutowego testu marszowego w obu badanych grupach przed i po zakończeniu badań

Grupa	Przed rehabilitacją [m] Średnia wartość SD			Po rehabilitacji [m] Średnia wartość SD			p		
	K	M	K+M	K	M	K+M	K	M	K+M
Badana	342 ±20,02	305 ±82,22	314 ±74,36	490 ±18,03	377 ±121,58	402 ±117,11	0,00000 1	0,00000 3	0,00000 1
Kontrolna	346 ±29,07	333 ±65,17	338 ±54,39	396 ±96,76	368 ±83,14	363 ±84,12	0,01568 4	0,07051 4	0,02367 8
p	0,717960	0,174507	0,144089	0,904506	0,767364	0,065245			

K – kobiety; M – mężczyźni; K + M – cała grupa (kobiety i mężczyźni)

Tabela 22. Przyrosty wartości w 6-minutowym teście marszowym w poszczególnych grupach

Grupa	Przyrosty w 6-minutowym teście marszowym [m]		
	K	M	K+M
Badana	148	72	88
Kontrolna	50	35	25
P	0,006553	0,343244	0,00009

K – kobiety; M – mężczyźni; K + M – cała grupa (kobiety i mężczyźni)

V 3. Zapis kardiowertera-defibrylatora (ICD)

Podczas okresu interwencyjnego nie doszło do niepożądanego zdarzenia sercowo-naczyniowego. Nie obserwowano śmiertelnych powikłań sercowych, takich jak zatrzymanie akcji serca, zgon i zawał mięśnia sercowego. Nie zanotowano interwencji ICD podczas prób wysiłkowych i treningów. Żaden pacjent nie doświadczył poważnych komplikacji, które wymagałyby natychmiastowej pomocy lekarskiej podczas testu lub treningu. Wszystkich 80 uczestników ukończyło program rehabilitacji kardiologicznej. Zdarzały się jedynie pojedyncze arytmie napadowe i migotania utrwalone u pacjentów, u których występowały one od dłuższego czasu.

KARTA INFORMACYJNA
Karta porady ambulatoryjnej

Imię i nazwisko: ██████████
Adres: ██████████ Wrocław
Województwo: dolnośląskie
Data porady: 05-03-2020

Data urodzenia: ~~05-03-1965~~
Pesel: ~~60070567000~~

Opis badania, zalecenie:
Kontrola ICD Medtronic

Wezwanie z telemonitoringu - nie

Funkcja prawidłowa
Stan baterii w normie
Impedacja, sensing prawidłowe

Bez epizodów VT/VF. Bez interwencji

CRT pacing 100%

Pacjent zależny od stymulacji komory - nie

Modyfikacja ustawień urządzenia - nie

Modyfikacja farmakoterapii - nie

Pacjent w stanie ogólnym dobrym, stabilnym, wydolny oddechowo i krążeniowo, bez duszności, bez stenokardii, nie zgłasza żadnych dolegliwości.

Kontrola:
10.09.2020r. godz. 10:00

Lekarz:
██████████

Rozpoznanie:
Niewydolność serca - [I50]

Podpis i pieczęć lekarza

Rycina 1. Przykład kontroli kardiowertera-defibrylatora w poradni kardiologicznej — prawidłowa funkcja urządzenia

VI WNIOSKI

Na podstawie uzyskanych wyników badań przyjęto następujące wnioski:

1. Interwałowy trening fizyczny o wysokiej intensywności był bezpieczny dla pacjentów z wszczepionym kardiowerterem-defibrylatorem z powodu niewydolności serca. Wszyscy pacjenci ukończyli program i u żadnego pacjenta nie stwierdzono niepożądanych zdarzeń sercowych.
2. Trening interwałowy o wysokiej intensywności zwiększył sprawność fizyczną i tolerancję wysiłkową pacjentów po wszczepieniu kardiowertera-defibrylatora w większym stopniu niż trening ciągły o umiarkowanej intensywności.
3. Prawdopodobną przyczyną większej skuteczności treningu interwałowego o wysokiej intensywności w poprawie tolerancji wysiłkowej pacjentów z wszczepionym kardiowerterem-defibrylatorem był jego hipertroficzny charakter powodujący istotnie większy wzrost sprawności mięśni szkieletowych, zwłaszcza kończyn dolnych, która wykazuje istotny związek ze szczytowym poborem tlenu.
4. Trening interwałowy o wysokiej intensywności nie spowodował zaburzeń w pracy kardiowertera-defibrylatora i nie wywołał burzy elektrycznej.

VIII PIŚMIENICTWO

1. Angadi SS, Mookadam F, Lee CD, Tucker WJ, Haykowsky MJ, Gaesser GA. High-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous exercise training in heart failure with preserved ejection fraction: a pilot study. *J Appl Physiol.* 2015, 119:753–758.
2. Batacan RB Jr, Duncan MJ, Dalbo VJ, Tucker PS, Fenning AS. Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. *Br J Sports Med.* 2017; 51:494–503.
3. Cornish AK, Broadbent S, Cheema BS. Interval training for patients with coronary artery disease: a systematic review. *European Journal of Applied Physiology* 2011; 111:579-589.
4. Ellingsen O, Halle M, Conraads V, Stoylen A, Dalen H, Delagardelle C, Larsen AI, Hole T, Mezzani A, Van Craenenbroeck EM, Videm V, Beckers P, Christle JW, Winzer E, Mangner N, Woitek F, Holtriengel R, Pressler A, Monk-Hansen T, Snoer M, Feiereisen P, Valborgland T, Kjekshus J, Hambrecht R, Gielen S, Karlsen T, Prescott E, Linke A. High-intensity interval training in patients with heart failure with reduced ejection fraction. *Circulation.* 2017, 135: 839–849.
5. Elliott AD, Rajopadhyaya K, Bentley DJ, Beltrame JF, Aromataris EC. Interval training versus continuous exercise in patients with coronary artery disease: a meta-analysis. *Heart Lung Circ.* 2015, 24(2): 149–157.
6. Gibala MJ, Little JP, Macdonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high intensity interval training in health and disease. *J Physiol.* 2012, 590(5): 1077–1084.
7. Gomes Neto M, Duraes AR, Rocha Conceição LS, Saquetto MB, Ellingsen O, Carvalho VO, Metricx P. High intensity interval training versus moderate intensity continuous training on exercise capacity and quality of life in patients with heart failure with reduced ejection fraction: A systematic review and meta-analysis; *International Journal of Cardiology*; 2018, 261: 134-141.

8. Isaksen K, Munk PS, Valborgland T, Larsen AI. Aerobic interval training in patients with heart failure and an implantable cardioverter defibrillator: a controlled study evaluating feasibility and effect. *Eur J Prev Cardiol.* 2015, 22: 296–303.
9. Jelleyman C, Yates T, O'Donovan G, Gray LJ, King JA, Khunti K, Davies MJ. The effects of high-intensity interval training on glucose regulation and insulin resistance: a meta-analysis. *Obes Rev.* 2015, 16: 942–961.
10. Jung ME, Bourne JE, Little JP. Where does HIT fit? An examination of the affective response to high-intensity intervals in comparison to continuous moderate- and continuous vigorous-intensity exercise in the exercise intensity-affect continuum. *PLoS One.* 2014, 9(12): e114541.
11. Kessler HS, Sisson SB, Short KR. The potential for high-intensity interval training to reduce cardiometabolic disease risk. *Sports Med.* 2012, 42(6): 489–509.
12. Kilpatrick MW, Greeley SJ, Collins LH. The impact of continuous and interval cycle exercise on affect and enjoyment. *Res Q Exerc Sport.* 2015, 86: 244–251.
13. Liou K, Ho S, Fildes J, Ooi S. High intensity interval versus moderate intensity continuous training in patients with coronary artery disease: A meta-analysis of physiological and clinical parameters. *Heart Lung Circ* 2016, 25(2): 166–174.
14. Metra M, Dinatolo E, Dasseni N. The New Heart Failure Association Definition of Advanced Heart Failure. *Card Fail Rev.* 2019, 5(1): 5-8.
15. Mezzani A, Hamm LF, Jones AM, McBride P, Moholdt T, Stone J, Urhausen A, Williams M. Aerobic exercise intensity assessment and prescription in cardiac rehabilitation: a joint position statement of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation, the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation and the Canadian Association of Cardiac Rehabilitation. *Eur J Prev Cardiol.* 2013, 20(3): 442–467.
16. Milanovic Z, Sporis G, Weston M. Effectiveness of high-intensity interval training (HIT) and continuous endurance training for VO₂max improvements: a systematic review and meta-analysis of controlled trials. *Sports Med.* 2015, 45: 1469–1481.

17. Pattyn N, Coeckelberghs E, Buys R, Cornelissen V, Vanhees L. Aerobic interval training vs. moderate continuous training in coronary artery disease patients: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2014, 44: 687–700.
18. Piepoli MF, Corrà U, Adamopoulos S, Benzer W, Bjarnason-Wehrens B, Cupples M, Dendale P, Doherty P, Gaita D, Höfer S, McGee H, Mendes M, Niebauer J, Pogosova N, Garcia-Porrero E, Rauch B, Schmid JP, Giannuzzi P. Secondary prevention in the clinical management of patients with cardiovascular disease. Core components, standards and outcome measures for referral and delivery. *Eur J Prev Cardiol* 2014, 21: 664-681.
19. Piepoli MF, Crisafulli A, O’Leary D, Moreira Silva B, Marongiu E. Neural regulation of cardiovascular response to exercise: role of central command and peripheral afferents. *Biomed Res Int* 2014; 2014: 478965.
20. Price KJ, Gordon BA, Bird SR, Benson AC. A review of guidelines for cardiac rehabilitation exercise programmes: is there an international consensus?. *Eur J Prev Cardiol*. 2016, 23(16): 1715–1733.
21. Ramos JS, Dalleck LC, Tjonna AE, Beetham K, Coombes J. The impact of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on vascular function: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2015, 45(5): 679–692.
22. Raatikainen MJP, Arnar DO, Merkely B, Nielsen JC, Hindricks G, Heidbuchel H, Camm J. A decade of information on the use of cardiac implantable electronic devices and interventional electrophysiological procedures in the European Society of Cardiology Countries: 2017 report from the European Heart Rhythm Association. *Europace* 2017, 19(2): ii1– ii90
23. Scottish Intercollegiate Guidelines Network Cardiac Rehabilitation. Cardiac rehabilitation. A national clinical guideline. Edinburgh: SIGN; 2002. www.sign.ac.uk accessed 2003.
24. Spee R, Niemeijer V, Wijn P, Doevendans P, Kemps H. Effects of high-intensity interval training on central haemodynamics and skeletal muscle oxygenation during exercise in patients with chronic heart failure. *Eur J Prev Cardiol*. 2016, 23: 1943–1952.

25. Thompson P, Arena R, Riebe D, Pescatello L. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription, Ninth Edition. *Current Sport Medicine Reports* 2013, 12 (4): 215-217.
26. Vella CA, Taylor K, Drummer D. High-intensity interval and moderate-intensity continuous training elicit similar enjoyment and adherence levels in overweight and obese adults. *Eur J Sport Sci.* 2017,17: 1203–1211.
27. Wisloff U, Stoylen A, Loennechen JP, Bruvold M, Rognum O, Haram PM, Tjonna AE, Helgerud J, Slordahl SA, Lee SL, Videm V, Bye A, Smith GL, Najjar SM, Ellingsen O, Skjaerpe T. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circulation* 2007, 115(24): 3086-3094.
28. Woodruffe S, Neubeck L, Clark RA, Gray K, Ferry C, Finan J, Sanderson S, Briffa TG. Australian Cardiovascular Health and Rehabilitation Association (ACRA) core components of cardiovascular disease secondary prevention and cardiac rehabilitation 2014. *Heart Lung Circ.* 2015, 24(5):430–441.
29. Zaczek R, Zasady kontroli implantowanego kardiowertera-defibrylatora, *Choroby Serca i Naczyń* 2015, 12(1): 56-58