

Akademia Wychowania Fizycznego  
im. Eugeniusza Piaseckiego  
w Poznaniu

mgr Magdalena Malec

Możliwość wykorzystania testu Fullerton i dynamometrycznego pomiaru siły ścisku ręki w ocenie sprawności fizycznej oraz badania termowizyjnego w ocenie ukrwienia obwodowego chorych z niewydolnością serca

Opiekun naukowy:

dr hab. Anna Straburzyńska-Lupa, prof. AWF

Opiekun pomocniczy:

Dr n.med. Marta Kałużna-Oleksy

Konspekt pracy doktorskiej

Poznań 2017

## Spis treści

1. Wstęp.....	3
2. Niewydolność serca – definicja, diagnostyka, epidemiologia .....	4
3. Rola oceny funkcjonalnej pacjentów z niewydolnością serca w praktyce fizjoterapeutycznej .....	5
4. Fullerton Fitness Test w ocenie pacjentów z niewydolnością serca .....	6
5. Siła mięśniowa pacjentów z niewydolnością serca.....	7
6. Badanie termowizyjne w diagnostyce i ocenie klinicznej pacjentów z obciążonym wywiadem sercowo-naczyniowym .....	8
7. Cel pracy .....	9
8. Materiał .....	9
9. Metodyka.....	10
9.1 Badanie przedmiotowe i podmiotowe.....	10
9.2 Metodyka wykonania Fullerton Fitness Test .....	10
9.3 Metodyka pomiaru siły mięśniowej .....	11
9.4 Metodyka pomiaru temperatury kamerą termowizyjną .....	11
10. Analiza statystyczna .....	12
11. Wyniki .....	13
12. Wstępne wnioski .....	15
13. Piśmiennictwo .....	16

## 1. Wstęp

Niewydolność serca (NS) jest poważnym i złożonym procesem chorobowym, w wyniku którego dochodzi do zmian nie tylko w układzie sercowo-naczyniowym, ale również w wielu innych narządach i układach. Powoduje upośledzenie wydolności wysiłkowej i sprawności fizycznej, co niejednokrotnie ogranicza samodzielne funkcjonowanie chorych. Aktualnie niewydolność serca jest jedyną chorobą układu sercowo-naczyniowego, której występowanie stale wzrasta. Szacuje się, że w populacji Europejskiej liczba chorych z NS wynosi 10 mln. Jest to najczęstsza i najbardziej kosztowna przyczyna hospitalizacji osób po 65 roku życia, na którą w Polsce rocznie wydawane jest 1.75 mln złotych [10]. Stanowi to istotny problem społeczny i ekonomiczny.

Biorąc pod uwagę prognozy zachorowalności na niewydolność serca, w praktyce klinicznej i fizjoterapeutycznej, istotną rolę zaczyna odgrywać ocena jakości życia chorego. Kwestionariusze oceny jakości życia dają możliwość samooceny pacjenta dotyczącej wpływu choroby i leczenia na jego funkcjonowanie we wszystkich sferach: fizycznej, psychicznej i społecznej. Subiektywna ocena jakości życia i skrupulatna diagnostyka kliniczna nie odzwierciedlają wpływu choroby na sprawność fizyczną pacjentów. Brak precyzyjnego narzędzia oceniającego wszystkie komponenty sprawność fizyczną pacjentów z NS generuje potrzebę stworzenia lub wykorzystania już istniejących metod. Taka strategia diagnostyczna może zmniejszyć koszty związane z hospitalizacją pacjenta, dostosować rehabilitację do potrzeb funkcjonalnych i poprawić jakość życia chorego.

## **2. Niewydolność serca – definicja, diagnostyka, epidemiologia**

Niewydolność serca (NS) to patofizjologiczny stan, w którym serce nie może pompować krwi w ilości odpowiedniej do pokrycia zapotrzebowania metabolicznego tkanek. Podstawowymi dolegliwościami zgłaszanymi przez chorych z NS są: męczliwość, malejącą tolerancją wysiłku, duszność wysiłkowa i spoczynkowa oraz objawy retencji płynów. Nietolerancja wysiłku jest postępująca i wzrasta wraz ze stopniem pogłębiania się choroby pogarszając jakość życia pacjenta [1]. Do przyczyn niewydolności serca zalicza się: chorobę niedokrwienną serca, nadciśnienie tętnicze, zapalenie mięśnia sercowego, wady strukturalne, zaburzenia metaboliczne i inne.

W diagnostyce NS jednym z najbardziej użytecznych i powszechnie stosowanym badaniem jest echokardiografia. Pozwala na bezpośrednią ocenę budowy serca i określenie czynności skurczowej i rozkurczowej komór serca [2]. Poza oceną strukturalną i czynnościową serca dodatkowo wykonuje się badania laboratoryjne. Ocena stężenia peptydów natriuretycznych może być stosowana zarówno w celu wstępnego rozpoznania, zwłaszcza pacjentów z nieostrym początkiem choroby [1], jak i monitorowania przebiegu NS. Kolejnym istotnym elementem oceny klinicznej chorego jest badanie - CPET (ang. cardiopulmonary exercise testing). Badanie CPET na bieżni ruchomej lub ergometrze rowerowym z jednoczesną oceną gazów wydechowych wykonuje się w celu oceny rokowania pacjenta, skuteczności leczenia i programowania rehabilitacji [3,4].

Mimo znacznych postępów w zrozumieniu patofizjologicznych mechanizmów NS oraz szeroko rozwiniętej profilaktyki, wskaźniki zachorowalności i rokowania pacjentów są niepomyślne. Liczba chorych z niewydolnością serca wzrasta wraz z wiekiem i szczególnie dotyczy osób powyżej 60 roku życia [5]. Występowanie niewydolności serca w populacji europejskiej ocenia się na 6 – 10 milionów, w Polsce ten problem dotyczy 0,8 – 1mln osób i ciągle wzrasta [6,7]. Skalę problemu podkreśla fakt, że przewlekła niewydolność serca ma bardzo złe rokowania. Wskaźniki 5-letniego przeżycia NS są gorsze niż wskaźniki w chorobie nowotworowej (wykluczając raka płuc) [8]. W zaawansowanej niewydolności serca (IV klasa wg NYHA) 50 % pacjentów umiera w trakcie jednego roku [9]. Średnie przeżycie od chwili rozpoznania NS wynosi ok. 3,2 lat u kobiet, u mężczyzn 1,7 lat [6].

Leczenie i diagnostyka chorego z niewydolnością serca pochłania 3,2 % środków Narodowego Funduszu Zdrowia [10], z czego hospitalizacje stanowią większą część wydatków. W Stanach Zjednoczonych i Europie Zachodniej szacowane nakłady opieki nad pacjentami z NS wynoszą 1 - 3% ogólnych zobowiązań finansowych [11]. Grupa ekspertów przypuszcza,

że koszty leczenia niewydolności serca w ciągu 20 lat wzrosną dwukrotnie [8] i w przyszłości będą wyzwaniem dla systemu opieki zdrowotnej.

### **3. Rola oceny funkcjonalnej pacjentów z niewydolnością serca w praktyce fizjoterapeutycznej.**

Ocena zdolności funkcjonalnych odzwierciedla możliwości wykonywania codziennych czynności życiowych, które wymagają nie tylko określonej wydolności, ale też sprawności fizycznej. W praktyce fizjoterapeutycznej ocena funkcjonalna pacjenta odgrywa bardzo ważną rolę. Dostarcza ważnych informacji diagnostycznych i prognostycznych w ocenie klinicznej chorego. Pozwala na programowanie i ewaluację wyników rehabilitacji [12]. W tym celu stosowane są uznane skale uwzględniające czynności dnia codziennego, do których należą według Katza skala ADL (ang. Activities of Daily Living), IADL (ang. Instrumental Activities of Daily Living) czy skala Barthel. Rekomendowane testy przeznaczone dla różnych grup wiekowych w połączeniu z oceną sprawności fizycznej Eurofit, FMS (ang. Functional Movement System), Fullerton Fitness Test i jakością życia (SF-36, ang. Health-Related Quality of Life HRQL) pozwalają na holistyczną ocenę pacjenta.

Standardy ustanowione przez ESC (ang. European Society of Cardiology) w diagnostyce chorego z niewydolnością serca uwzględniają: zebranie wywiadu, badanie przedmiotowe, zastosowanie technik obrazowych, badania laboratoryjne, badanie elektrokardiograficzne (EKG), testy wysiłkowe z jednoczesną oceną gazów wydechowych, ocenę hemodynamiczną serca oraz ewentualnie biopsję endomiokardialną [1]. Europejskie (ESC) i Amerykańskie (ang. American Heart Association, AHA) towarzystwa oraz grono polskich ekspertów z dziedziny kardiologii oprócz dokładnej diagnostyki chorego zwracają uwagę na konieczność podjęcia rehabilitacji, mającej na celu zmniejszyć liczbę powtórnych hospitalizacji i poprawić jakość życia chorego [1,13,14].

Zasadniczy program rehabilitacji został określony przez AACVPR (ang. American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation), oraz Sekcję Rehabilitacji Kardiologicznej i Fizjologii Wysiłku Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego [15,16]. Obecna rehabilitacja kardiologiczna uwzględnia 3 etapowy program [16,17]. Etap I obejmuje rehabilitację w trakcie hospitalizacji chorego. Etap II (etap kontynuacji) realizowany jest w warunkach stacjonarnych w szpitalu, na oddziale dziennym lub w formie hybrydowej. Etap III uwzględnia opiekę nad pacjentem w poradniach rehabilitacji kardiologicznej, w przychodniach opieki zdrowotnej oraz miejscu zamieszkania chorego.

Ustalony program rehabilitacji, który zaprogramowany jest na podstawie wyników próby wysiłkowej, nie określa poziomu sprawności fizycznej pacjentów z NS, która wydaje się być ważna w ocenie funkcjonalnej. Również wyniki badań głównie opisują korzyści wynikające z prowadzenia treningów wydolnościowych i oporowych [18,19]. Ocena czynnościowa pacjenta i ocena jakości życia chorego opiera się tylko na subiektywnych kwestionariuszach np. MLwHFQ (ang. Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire) czy SF-36. [20-22].

Próbie obiektywnej oceny funkcjonalnej pacjentów z niewydolnością serca podejmuje wielu autorów, którzy do badań wykorzystują jedynie 6MWT (ang. 6 Minute-Walk Test) i pomiar  $VO_2\max$  [23,24]. W dostępnym piśmiennictwie znaleziono jedną pracę, która uwzględniła komponenty sprawności fizycznej (takie jak siła, szybkość, gibkość i wytrzymałość). Publikacje Węgrzynowskiej-Teodorczyk i wsp. są jedynymi dostępnymi badaniami poruszającymi całościową ocenę sprawności fizycznej pacjentów z niewydolnością serca [25,26].

#### **4. Fullerton Fitness Test w ocenie pacjentów z niewydolnością serca.**

Standardowe testy diagnostyczne nie oceniają sprawności fizycznej chorych, która odgrywa kluczową rolę w życiu pacjentów. Część chorych z niewydolnością serca, niezależnie od wieku, nie jest w stanie wykonać badań wysiłkowych. Prosty i bezpieczny test do oceny parametrów sprawności fizycznej, które można wykorzystać w ocenie pacjentów z obciążonym wywiadem sercowo - naczyniowym wydaje się być Fullerton Fitness Test. Został on opracowany w celu oceny populacji osób starszych w wieku 60 - 90+ przebywających w placówkach opieki [27]. Test Rikki and Jones uwzględnia ocenę zwinności, równowagi, wytrzymałości oraz siły mięśniowej [27,28]. Unikalną cechą testu jest pomiar parametrów fizjologicznych przy użyciu podstawowych funkcji ruchowych:

- Próba „30-Second Chair Stand” ocenia wytrzymałość mięśniową dolnej części ciała, która potrzebna jest do wstawania, chodzenia i wchodzenia po schodach, a także do utrzymania równowagi.
- Próba „Arm Curl” ocenia wytrzymałość mięśniową górnej części ciała, która niezbędna jest do wykonywania podstawowych czynności domowych związanych z podnoszeniem takich jak robienie prania i zakupów czy opieka nad wnukami.
- Próba „8-Foot Up-and-Go” ocenia zwinność i równowagę dynamiczną potrzebną do podejmowania szybkich decyzji takich jak wysiadanie z autobusu, gotowanie czy odbieranie telefonu.

- Próba „Chair Sit-and-Reach” ocenia gibkość dolnej części ciała, która odpowiada za prawidłowy wzorec chodu i wykonywanie zadań ruchowych takich jak wchodzenie i wychodzenie z wanny lub samochodu.
- Próba „Back Scratch” ocenia gibkość górnej części ciała, która potrzebna jest do zapinania pasów w samochodzie, ubierania się i czesania.
- Próba „6-Minute Walk” ocenia wydolność tlenową niezbędną do podejmowania aktywności fizycznych takich jak spacerowanie, zwiedzanie czy jazda na rowerze [29].

Powtarzalność każdej z prób oraz prostota ich wykonania umożliwia przeprowadzenie testu przez fizjoterapeutę w warunkach szpitalnych i ambulatoryjnych. Fullerton Fitness Test jest bezpieczny i łatwy w zrozumieniu dla pacjenta, oraz odzwierciedla związane z wiekiem zmiany w wydolności i sprawności fizycznej [29].

W kompleksowej diagnostyce pacjentów z niewydolnością serca wśród obecnych testów czynnościowych, brakuje prostej metody pozwalającej całościowo ocenić sprawność fizyczną chorych. W dostępnej literaturze znaleziono tylko dwa badania wykorzystujące Fullerton Fitness Test do oceny pacjenta z niewydolnością serca [25,26].

## **5. Siła mięśniowa pacjentów z niewydolności serca.**

Utrata siły i masy mięśniowej może być konsekwencją chorób przewlekłych, prowadzących do zmian w metabolizmie i budowie mięśni [30]. Przyczynia się do pogorszenia stanu klinicznego pacjenta, zwiększonej męczliwości i niewydolności wysiłkowej [31]. Zmiany siły mięśniowej kończyn dolnych w przebiegu niewydolności serca znajdują się w obszarze zainteresowań wielu autorów [32-34,18].

Wartości zginaczy i prostowników stawu kolanowego pacjentów z NS opisała i porównała do grupy kontrolnej Toth i wsp. [32]. W warunkach izokinetycznych i izostatycznych określiła szczytowy moment siły i zmierzyła czas maksymalnego momentu obrotowego kończyn dolnych. Pomimo braku różnic w strukturze kończyn dolnych i podobnej codziennej aktywności ruchowej badanych, maksymalny pomiar siły mięśniowej kończyn dolnych był niższy o 15 - 33% w grupie chorych. Podobne badania przy użyciu dynamometru przeprowadziła Fulster i wsp, uzyskując niższe wartości siły mięśnia czworogłowego uda w grupie chorych [31]. W procesie usprawniania chorych z przewlekłą niewydolnością serca zastosowano trening oporowy dla mięśnia czworogłowego uda. Program treningowy prowadzony przez 12 tygodni poprawił status kliniczny pacjenta, zwiększył wytrzymałość mięśni oraz poprawił jakość życia chorego [18].

Badanie siły mięśniowej nie ogranicza się tylko do pomiaru dużych grup mięśniowych, co raz częściej ocenie poddaje się siłę mięśniową kończyn górnych [31,35]. Próbę ścisku ręki pacjentów poddanych implantacji VAD (ang. ventricular assist devices) wykonano w celu oceny skuteczności zabiegu [36], inne badania wykorzystują ocenę ścisku ręki jako wartość prognostyczną przeżywalności chorych z niewydolnością serca [37].

Względnie prosty pomiar siły mięśniowej dynamometrem ręcznym, może stać się wygodnym i praktycznym wskaźnikiem opisującym wartość siły mięśniowej w przebiegu NS.

## **6. Badania termowizyjne w diagnostyce i ocenie klinicznej pacjentów z obciążonym wywiadem sercowo naczyniowym.**

Metody termograficzne oparte są o pomiary emisji fal podczerwieni emitowanych przez różne partie ciała. Wizualizacja rozkładu temperatury na powierzchni ciała, odzwierciedla zachodzące wewnątrz organizmu zmiany fizjologiczne bądź patologiczne [38]. Ciało człowieka jest stałocieplne. Niezależnie od czynników zewnętrznych, temperatura ogólna ciała wynosi  $36,8 \pm 1,5^\circ\text{C}$  [39]. Natomiast temperatura kończyn i skóry zmienia się zależnie od wielu czynników [40]. Stałocieplność oraz emisyjność tkanek w zakresie podczerwieni, sprawia, że ciało człowieka stanowi dobry obiekt do badań termowizyjnych. Obecnie badanie kamerą termowizyjną znajduje szerokie zastosowanie, w różnych dziedzinach medycyny i sporcie [41-43]. Stanowi nieinwazyjną i bezpieczną metodę pomiaru, która daje możliwość wielokrotnego jej wykorzystania do oceny klinicznej pacjenta [39].

W diagnostyce kardiologicznej głównie wykorzystuje się technikę termografii wewnątrz naczyniowej do pomiarów temperatury wewnętrznej ścian naczyń w celu zlokalizowania blaszek miażdżycowych wysokiego ryzyka oraz oceny potencjalnego ryzyka zawału serca [44,45]. Manginas i wsp. wykorzystali termowizję naczyniową do oceny temperatury prawej komory serca u pacjentów ze stabilną chorobą wieńcową (ang. coronary artery disease, CAD) oraz u pacjentów poddanych transplantacji serca. Wyniki ich badań jednoznacznie wskazują, że pacjenci z CAD mieli wyższą temperaturę prawej komory serca w stosunku do pacjentów poddanych transplantacji [46]. Literatura na temat wykorzystania samej kamery termowizyjnej u pacjentów z obciążonym wywiadem sercowo naczyniowym jest uboga. Próbę wykorzystania kamery termowizyjnej do oceny zmian temperatury powierzchniowej skóry ramienia po usunięciu tętnicy promieniowej badał Jaworski i wsp. [47].

Pomimo zalet wynikających z użycia kamery termowizyjnej w kardiologii inwazyjnej, w dostępnej literaturze nie znaleziono prac dotyczących możliwości wykorzystania termowizji do oceny ukrwienia obwodowego pacjentów z niewydolnością serca. Bezpieczeństwo jej



stosowania oraz możliwość wielokrotnego powtarzania pomiarów mogłoby stanowić w praktyce rehabilitacyjno-kardiologicznej uzupełnienie stosowanych rutynowych metod diagnostyki obrazowej.

## **7. Cel pracy**

Celami pracy są:

1. Ocena przydatności testu Fullerton oraz ręcznego dynamometru dla oceny sprawności chorych z NS.
2. Ocena przydatności badania termowizyjnego w ocenie krążenia obwodowego chorych z NS.

## **8. Materiał**

Pilotażowymi badaniami łącznie objęto 20 mężczyzn. W tym 10 mężczyzn ze stabilną niewydolnością serca (brak zaostrzenia choroby wymagający podawania diuretyków drogą dożylną przez minimum 4 tygodnie przed włączeniem do badania) w klasie czynnościowej II lub III według NYHA i obniżoną frakcją wyrzutową lewej komory (ang. left ventricular ejection fraction, LVEF  $\leq$ 40%), hospitalizowanych w I Klinice Kardiologii Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu w latach 2016 -2017 oraz 10 mężczyzn bez wywiadu niewydolności serca, z prawidłową LVEF (grupa kontrolna).

Kryteriami włączenia do grupy badawczej były:

1. pisemna zgoda chorego;
2. przewlekła niewydolność serca w stabilnym stanie klinicznym (brak zaostrzenia NS w ciągu 4 tygodni przed włączeniem do badania);
3. LVEF  $\leq$  40%;
4. optymalne leczenie NS (zgodnie z wytycznymi ESC).

Do badań nie kwalifikowano chorych z:

1. ostrym zespołem wieńcowym;
2. niestabilną dławicą piersiową;
3. cechami dekomensacji NS;
4. cechami dysfunkcji ruchowej uniemożliwiającej udział w badaniu;
5. niekontrolowanym ciśnieniem tętniczym, wartości spoczynkowe przekraczające 160/100 mmHg.

Kryteriami włączenia do grupy kontrolnej były:

1. pisemna zgoda wolontariusza;
2. wywiad wolny od chorób sercowo-naczyniowych;
3. prawidłowa LVEF oceniona w echokardiografii;
4. brak ograniczeń w układzie narządu ruchu.

## **9. Metodyka**

Na badania uzyskano zgodę komisji Bioetycznej przy Uniwersytecie Medycznym im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, nr uchwały 630/15.

### **9.1 Badanie podmiotowe i przedmiotowe**

U każdego chorego przy przyjęciu przeprowadzano wywiad chorobowy ze szczególnym uwzględnieniem chorób układu sercowo-naczyniowego oraz chorób układu ruchu. Natomiast badanie przedmiotowe obejmowało m.in. ocenę czynnościową wg klasy NYHA, przezklatkowe badanie echokardiograficzne (ECHO), CPET, badania laboratoryjne krwi (BNP, NT-pro BNP, HGB).

### **9.2 Metodyka wykonania testu Fullerton**

Ocenę sprawności fizycznej z użyciem testu Fullerton przeprowadzono zgodnie z procedurami [29]. W obu grupach test został wykonany przez fizjoterapeutę w obecności lekarza kardiologa. Każde z 6 zadań testu zostało zademonstrowane ze słownym opisem. Przed rozpoczęciem badania, jak i po jego zakończeniu dokonano pomiaru parametrów tętna i ciśnienia krwi.

#### **Fullerton Fitness Test**

Fullerton Fitness Test złożony jest z 6 zadań ruchowych:

- 8-Foot Up-and-Go – pacjent okrąży pachołek w jak najkrótszym czasie na dystansie 2,44 cm z pozycji startowej siedzącej oraz wraca do pozycji wyjściowej.
- 30-Second Chair Stand – pacjent powtarza pełne wyprosty z pozycji siedzącej, powtórzenia wykonywane są w czasie 30 sekund z ramionami skrzyżowanymi na klatce piersiowej.

- Arm Curl – pacjent zgina przedramię z ciężarkiem o masie 3,5 kg w czasie 30 sekund, wynikiem jest liczba powtórzeń.
- Back Scratch – pacjent próbuje złączyć ręce za plecami, prowadząc jedną ręką od góry drugą od dołu, wyniki podany w centymetrach określa odległość między środkowymi palcami, wartość może być ujemna gdy pacjent sięga dalej niż opuszki palców.
- Chair Sit-and-Reach – pacjent z pozycji siedzącej na krześle próbuje sięgnąć palców u stóp z nogą wyprostowaną w stawie kolanowym. Wynik podany w centymetrach określa odległość między palcami ręki i stopy. Wartość może być ujemna, gdy pacjent sięga poza zakres ruchu.
- 6-Minute-Walk Test – wynikiem testu była liczba metrów jaką pacjent przeszedł wzdłuż 30 metrowego korytarza w czasie 6 minut [29].

### **9.3 Badanie siły mięśniowej**

U każdego pacjenta zmierzono siłę ścisku ręki kończyny dominującej cyfrowym dynamometrem MG – 4800. Badanie wykonano w pozycji siedzącej, w wyprostowanym stawie łokciowym i zgiętym stawie barkowym do 90°. Dokonano 3 pomiarów z 5 sekundową przerwą pomiędzy próbami, do analizy wybrano najlepszy pomiar [41].

### **9.4 Badanie rozkładu temperatur kamerą termowizyjną**

Do badań wykorzystano kamery termowizyjnej SC 640 firmy Flir. Pomiary zostały przeprowadzone zgodnie z wytycznymi badań termowizyjnych [48]. Kamera każdorazowo przed dokonaniem pomiarów była kalibrowana i poddawana 20 minutowej aklimatyzacji. Badania odbywały się o stałej porze dnia, w pomieszczeniu o stałej temperaturze 18 - 25°C. Każdy badany został poinformowany, by w dniu badania nie pił kawy i palił tytoniu, nie uprawiał aktywności fizycznej, nie pocierał dłoni i używał maści na kończyny górne. Z badań wykluczono osoby, u których występowały zmiany troficzne skóry, obrzęki i owrzodzenia w obrębie kończyn górnych.

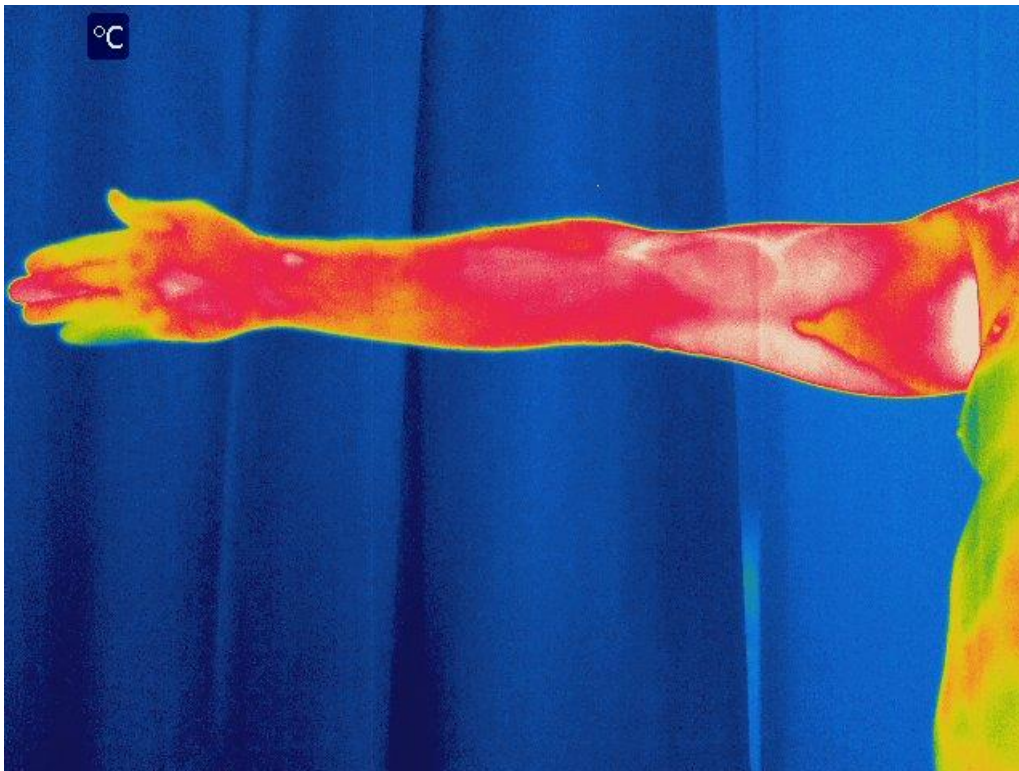
Ocena termowizyjna była wykonywana na odsłoniętą powierzchnię kończyn górnych. Badany znajdowała się w pozycji stojącej ze zgiętą kończyną w stawie barkowym do 90° i wyprostowanym stawie łokciowym. Dla każdej z kończyn wykonano pomiar rozkładu temperatury powierzchni dłoniowej i grzbietowej (zdj.1) Dokonano 3-krotnego pomiaru temperatury. Pierwszy pomiar temperatury u pacjentów wykonano po 20-minutowej aklimatyzacji w pomieszczeniu. Drugi pomiar został wykonany 2 min po wysiłku, trzeci pomiar

po 10 minutach. Łącznie każdy pacjent wykonanych miał 12 zdjęć. Pacjenci podczas przerwy między sesjami zdjęciowymi, odpoczywali w pozycji siedzącej z kończynami górnymi w pozycji neutralnej.

Wszyscy badani poddani byli próbie wysiłkowej na bieżni. Pacjenci z niewydolnością serca test wysiłkowy na bieżni wykonali testem RAMP, osoby zdrowe próbę wysiłkową wykonali protokołem Bruca'a.

Zdjęcia termowizyjne zostały poddane obrysowaniu i analizie komputerowej, w wyniku czego uzyskano średnie wartości temperatur kończyn górnych. Uzyskane temperatury poddano analizie statystycznej.

**Zdj.1**



## 10. Analiza statystyczna

Analizę statystyczną przeprowadzono z zastosowaniem programu Statistica 12, Statsoft. Normalność rozkładu danych była testowana Testem W Shapiro-Wilka, co pozwoliło stwierdzić rozkład nieparametryczny. Wobec tego, do analizy danych wykorzystano Test U Manna-Whitneya. Dla wszystkich testów za istotną wartość uznano  $p < 0.05$ .

## 11. Wyniki

Charakterystykę analizowanych grup przedstawiono w Tabeli 1.

Tab.1. Charakterystyka kliniczna badanych grup.

	Grupa z NS (n=10)	Grupa kontrolna (n=10)	P-value
Wiek [lata]	49 SD 9,66	50,90 SD 8,99	0,48
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	30,96 SD 2,90	25,33 SD 4,25	<b>0,0015</b>
Parametry echokardiografii:			
LVEF [%]	23,5 SD 7,4	62,8 SD 4,5	<b>&lt;0,001</b>
LVEDD [mm]	73,30 SD 7,10	46,9 SD 5,9	<b>&lt;0,001</b>
RVD [mm]	36,4 SD 6,2	28,4 SD 3,7	<b>0,0015</b>
LAD [mm]	48,2 SD 4,7	34,8 SD 2,5	<b>&lt;0,001</b>
IVS [mm]	9,5 SD 1,7	9,6 SD 0,6	0,97
PW [mm]	10 SD 0,9	9,5 SD 0,5	0,28
Badania laboratoryjne:			
BNP [pg/ml]	208,4 SD 201,9	25,5 SD 19,2	<b>0,0021</b>
ProBNP [pg/ml]	1225,6 SD 1055,9	90,6 SD 139	<b>0,0008</b>
HGB [mmol/L]	8,9SD 0,6	8,9 SD 0,8	0,58
BMI-wskaźniki masy ciała; LVEF-fracja wyrzutowa lewej komory; NS-niewydolność serca; BNP- peptyd natriuretyczny typu B; NT-proBNP – N-końcowy propeptyd natriuretyczny typu B HGB- hemoglobina; LVEDD-końcowa rozkurczowy wymiar lewej komory; RVD-wymiar prawej komory; LAD- wymiar lewego przedsionka; IVS- przegroda międzykomorowa; PW-ściana tylna lewej komory			

Grupy nie różniły się pod względem wieku, różnice zostały zaobserwowane w wartości wskaźnika BMI. Zgodnie z oczekiwaniami u pacjentów z NS parametry badania echokardiograficznego były gorsze niż u osób zdrowych. Istotne różnice wykazano w badaniu morfologii krwi: BNP i proBNP. Wynik HGB nie był istotnie różny pomiędzy grupami.

Tabela 2. przedstawia wyniki uzyskane podczas badania testem Fullerton.

**Tab. 2.** Porównanie Testu Fullerton oraz siły ścisku ręki.

	Grupa z NS	Grupa kontrolna	P - value
6MTW [m]	439 SD 146,93	558,10 SD 62,72	0,0433
Chair Stand [n-powtórzeń]	14 SD 5,79	20,30 SD 5,05	0,0433
Arm Curl [n-powtórzeń]	16,50 SD 5,14	25,70 SD 4,71	0,0015
Chair Sit & Reach [cm]	-17,10 SD 11,82	-4,10 SD 8,02	0,0089
Back Scratch [cm]	-25,30 SD 17,08	1,50 SD 5,81	0,0005
8-foot Up&Go [s]	7,42 SD 1,81	5,74 SD 0,85	0,0433
Siła ścisku ręki [kg]	42,60 SD 12,17	48,52 SD 6,43	0,31

Wszyscy badani wykonali test oceny sprawności fizycznej. Istotnie gorsze wyniki wszystkich zadań z uzyskali pacjenci z grupy badawczej. Ponadto dwóch chorych zakończyło próbę „6-Minutes Walk Test” po 2,36 min oraz 4,26 min z powodu bardzo dużego zmęczenia, które utrudniało dalsze kontynuowanie maszerowania. Natomiast nie wykazano istotnych różnic pomiędzy grupami w zakresie siły ścisku ręki kończyny dominującej

W Tabeli 3. pokazano parametry hemodynamiczne przed i po próbie Fullerton w obu grupach.

**Tab. 3.** Parametry hemodynamiczne podczas próby Fullerton

	Grupa NS	Grupa kontrolna	P-value
<b>Przed</b>			
Ciśnienie skurczowe [mmHg]	118,50 SD 11,86	134,30 SD 13,84	0,0232
Ciśnienie rozkurczowe [mmHg]	70,70 SD 12,58	82,90 SD 10,98	0,0089
Tętno [ud/min]	80 SD 8,36	78,50 SD 9,18	0,80
<b>Po</b>			
Ciśnienie skurczowe [mmHg]	131,50 SD 20,45	137,60 SD 14,99	0,80
Ciśnienie rozkurczowe [mmHg]	78 SD 8,02	84 SD 14,11	0,44
Tętno [ud/min]	99 SD 30,60	86,10 SD 8,42	0,35

Wykazano statystyczne różnice w hemodynamicznej pracy serca z wyjątkiem tętna. Zarówno ciśnienie skurczowe, jak i rozkurczowe były niższe u pacjentów z NS przed podjęciem próby testu Fullerton. Po zakończeniu próby nie odnotowano istotnych różnic w pracy serca.

Uzyskane średnie wartości temperatur przedstawiono w tabeli 4.

Tab.4. Wartości temperatur

	Grupa kontrolna	Grupa z NS	P-value
	kończyna górna prawa	kończyna górna prawa	
Pomiar 1 [°C]	33,43 SD 0,84	33,25 SD 0,95	0,68
Pomiar 2 [°C]	32,83 SD 0,54	32,52 SD 1,11	0,35
Pomiar 3 [°C]	33,19 SD 0,68	32,86 SD 1,07	0,58
	kończyna górna lewa	kończyna górna lewa	
Pomiar 1 [°C]	33,39 SD 0,96	33 SD 0,93	0,58
Pomiar 2 [°C]	32,79 SD 0,74	32,43 SD 0,98	0,28
Pomiar 3 [°C]	33,28 SD 0,87	32,79 SD 1	0,22
Pomiar 1 [°C] - wartość temperatury przed wysiłkiem, Pomiar 2 [°C] - wartość temperatury po 2 min po wysiłku, Pomiar 3 [°C] - wartość temperatury po 10 min po wysiłku.			

W pierwszym pomiarze, przed podjęciem próby wysiłkowej nie zaobserwowano istotnych różnic statystycznych między grupami. Średnie temperatur powierzchni kończyn górnych w drugim i trzecim pomiarze również nie były statystycznie istotnie między grupami.

## 12. Wstępne wnioski

1. Fullerton Fitness Test wydaje się być przydatny w ocenie sprawności fizycznej pacjentów z niewydolnością serca. Chorzy z NS prezentują istotnie gorsze wyniki w zakresie wszystkich zadań ruchowych w porównaniu do grupy kontrolnej, za wyjątkiem siły ścisku ręki.
2. Wykorzystanie cyfrowego dynamometru oraz kamery termowizyjnej nie znajdują zastosowania w ocenie pacjenta z niewydolnością serca.

### 13. Piśmiennictwo

1. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure European. *Journal of Heart Failure* (2016) 18..
2. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V., et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *European Heart Journal Cardiovasc Imaging*, 2015; 16: 233-270.
3. Corra U., Mezzani A., Bosimini E., et al. Cardiopulmonary Exercise Testing and Prognosis in Chronic Heart Failure. A Prognosticating Algorithm for the Individual Patient. *Chest Journal* 2004; 126,942-950.
4. Arena R., Jonathan M., Marco G. Cardiopulmonary exercise testing is a core assessment for patients with heart failure. *Congestive Heart Failure* 17.3 (2011): 115-119.
5. Swedberg K., Cleland J., Dargie H., et al. Task Force for the Diagnosis and treatment of Chronic Heart Failure, European Society of Cardiology. Guidelines for the diagnosis and treatment of chronic heart failure. *European Heart Journal* . 2005;26: 1115–1140.
6. Karasek D., Kubica A., Sinkiewicz W., et al. Epidemia niewydolności serca—problem zdrowotny i społeczny starzejących się społeczeństw Polski i Europy. *Folia Cardiologica Excerpta* 3.5 (2008): 242-248.
7. Rywik TM, Zielinski T, Piotrowski W, et al. Heart failure patients from hospital settings in Poland: population characteristics and treatment patterns, a multicenter retrospective study. *Cardiology Journal* 2008;15(2):169-80.
8. Maniecka-Bryła I, Bryła M, Bryła P, et al. The burden of premature mortality in Poland analysed with the use of standard expected years of life lost. *BMC Public Health* 2015;15:101.
9. Cowie MR., Wood DA., Coats AJS., et al. Survival of patients with a new diagnosis of heart failure: A population-based study. *Heart* 2002; 83: 505–510.
10. Czech M, Opolski G, Zdrojewski T, et al. The costs of heart failure in Poland from the public payer's perspective. Polish programme assessing diagnostic procedures, treatment and costs in patients with heart failure in randomly selected outpatient clinics and hospitals at different levels of care: POLKARD. *Kardiologia polska* 2013;71(3):224-32.



11. Ponikowski P, Anker S, AlHabib K, et al. Heart failure: preventing disease and death worldwide. European Society of Cardiology; 2011.
12. Maes S, De Gucht V, Goud R, et al. Is the MacNew quality of life questionnaire a useful diagnostic and evaluation instrument for cardiac rehabilitation? *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation* 2008; 15: 516-20.
13. Jankowski P., Niewada M., Bochenek A., Bochenek-Klimczyk K., et al. Optymalny model kompleksowej rehabilitacji i wtórnej prewencji. *Kardiologia Polska*. 2013; 71, 995-1003.
14. Balady GJ., Ades PA., Bittner VA., et al. Referral, enrollment, and delivery of cardiac rehabilitation/secondary prevention programs at clinical centers and beyond. *Circulation* 2011; 124(25), 2951-2960.
15. Guidelines for Cardiac Rehabilitation and Secondary Prevention Programs. Fifth edition. American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation
16. Stanowisko ekspertów Sekcji Rehabilitacji Kardiologicznej i Fizjologii Wysiłku Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego. Rekomendacje w zakresie realizacji kompleksowej rehabilitacji kardiologicznej 2017.
17. McMahon SR., Ades PA., Thompson PD. The role of cardiac rehabilitation in patients with heart disease. *Trends in Cardiovascular Medicine* 2017.
18. Jankowska E., Węgrzynowska K., Superlak M., et al. The 12-week progressive quadriceps resistance training improves muscle strength, exercise capacity and quality of life in patients with stable chronic heart failure. *International Journal of Cardiology* 130.1 (2008): 36-43.
19. Kocur P., Deskur-Śmielecka E., Wilk M., et al. Effects of Nordic walking training on exercise capacity and fitness in men participating in early, short-term inpatient cardiac rehabilitation after an acute coronary syndrome—a controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. 2009; 23(11), 995-1004.
20. Gastelurrutia P., Lupón J., Altimir S., et al. Effect of fragility on quality of life in patients with heart failure. *The American Journal of Cardiology* 2013; 112(11), 1785-1789.
21. Juenger J., Schellberg D., Kraemer S., et al. Health related quality of life in patients with congestive heart failure: comparison with other chronic diseases and relation to functional variables. *Heart*. 2002; 87: 235–241. doi: 10.1136/heart.87.3.235.
22. Fedyk-Łukasik M., Grodzicki T. Ocena jakości życia u pacjentów z niewydolnością serca. *Gerontologia Polska* 18.1 (2010): 16-22.

23. Awotidebe TO., Adeyeye VO., Adedoyin RA., et al. Assessment of functional capacity and sleep quality of patients with chronic heart failure. *Hong Kong Physiotherapy Journal*. 2017; 36, 17-24.
24. Palau P, Domínguez E, Núñez E, et al. Sixminute walk test in moderate to severe heart failure with preserved ejection fraction: useful for functional capacity assessment? *International Journal Cardiology*. 2016;203:800–2.
25. Węgrzynowska-Teodorczyk K., Dąbrowska E., Łazorczyk M., et al. Sprawność fizyczna mężczyzn z niewydolnością serca w porównaniu ze zdrowymi równolatkami. *Physiotherapy/Fizjoterapia* 15.3 (2007).
26. Węgrzynowska-Teodorczyk K., Rudzińska E., Jankowska E., et al. Determinants of physical fitness in males with systolic heart failure. *Kardiol Pol* 68.2 (2010): 146-154.
27. Rikli RE., Jones CJ. The development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*. 1999a; 7: 129–161
28. Rikli RE., Jones CJ. Functional fitness normative scores for community-residing older adults, ages 60–94. *Journal of Aging and Physical Activity*. 1999b; 7: 162–18.
29. Jones CJ., Rikli RE. Measuring functional fitness of older adults. *Journal Active Aging*, March-April. 2002; 24–30.
30. Filippatos GS., Kanatselos CK., Manolatos DD., et al. Studies on apoptosis and fibrosis in skeletal musculature: a comparison of heart failure patients with and without cardiac cachexia. *International Journal of Cardiology*. 2003; 90: 107–113.
31. Fülster S., Tacke M., Sandek A., et al. Muscle wasting in patients with chronic heart failure: results from the studies investigating co-morbidities aggravating heart failure (SICA-HF). *European Heart Journal*. 2013; 34(7), 512-519
32. Toth, MJ., Shaw AO., Miller MS., et al. Reduced knee extensor function in heart failure is not explained by inactivity. *International Journal of Cardiology* 143.3 (2010): 276-282
33. Hülsmann, M., Quittan, M., Berger, R et al. Muscle strength as a predictor of long-term survival in severe congestive heart failure. *European Journal of Heart Failure* 6.1 (2004): 101-107
34. Brunjes DL., Dunlop M., Wu C., et al. Analysis of skeletal muscle torque capacity and circulating ceramides in patients with advanced heart failure. *Journal of cardiac failure* 22.5 (2016): 347-355

35. Izawa KP., Satoshi W., Koichiro O. Muscle strength of male in patients with heart failure with reduced versus preserved ejection fraction. *International Journal of Cardiology* 172.1 (2014): e228-e229
36. Chung CJ., Wu C., Jones M., et al. Reduced handgrip strength as a marker of frailty predicts clinical outcomes in patients with heart failure undergoing ventricular assist device placement. *Journal of Cardiac Failure* 20.5 (2014): 310-315
37. Lopez-Jaramillo P. Cohen DD., Gómez-Arbeláez D., et al. Association of handgrip strength to cardiovascular mortality in pre-diabetic and diabetic patients: a subanalysis of the ORIGIN trial. *International Journal Cardiology* 174.2 (2014): 458-61.
38. Hildebrandt C., Christian R., Kurt A. An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine in Austria. *Sensors* 10.5 (2010): 4700-4715.
39. Fröhlich, Michael, et al. Changes in skin surface temperature during muscular endurance indicated strain-an explorative study. *International Journal of Kinesiology & Sports Science* 2.3 (2014): 23.
40. Vardasca R., Ring EFJ., Plassmann P., et al. Thermal symmetry of the upper and lower extremities in healthy subjects. *Thermology International* 22.2 (2012): 53-60
41. Korman P, Straburzyńska-Lupa A., Romanowski W., et al. Temperature changes in rheumatoid hand treated with nitrogen vapors and cold air. *Rheumatology International* 32.10 (2012): 2987-2992.
42. Arora N., Martins D., Ruggerio D., et al. Effectiveness of a noninvasive digital infrared thermal imaging system in the detection of breast cancer. *American Journal of Surgery*. 2008;196(4):523–526
43. Helmy A., Holdman M., Rizkalla M. Application of thermography for non-invasive diagnosis of thyroid gland disease. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering* 55.3 (2008): 1168-1175.
44. Toutouzas K., Drakopoulou, M., Mitropoulos, J., et al. Elevated plaque temperature in non-culprit de novo atheromatous lesions of patients with acute coronary syndromes. *Journal of the American College of Cardiology* 47.2 (2006): 301-306.
45. Toutouzas K Benetos G., Drakopoulou M., et al. Insights from a thermography-based method suggesting higher carotid inflammation in patients with diabetes mellitus and coronary artery disease. *Diabetes & metabolism* 40.6 (2014): 431-438.
46. Manginas A., Andreanides E., Leontiadis E., et al. Right ventricular endocardial thermography in transplanted and coronary artery disease patients: first human application. *The Journal of Invasive Cardiology* 22.9 (2010): 400-404.

47. Jaworski Ł., Siondalski P., Jarmoszewicz K., et al. Arm temperature distribution in thermographic pictures after radial artery harvesting for coronary bypass operation. *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery* 6.5 (2007): 598-602.
48. Ring EFJ., Ammer K. The technique of infrared imaging in medicine. *Thermology international* 10.1 (2000): 7-14.