

Elżbieta Domka-Jopek<sup>1 (A,B,D,E,F)</sup>, Andrzej Kwolek<sup>1 (A, E, F)</sup>, Andrzej Jopek<sup>2 (A, C, D, E)</sup>

## Ocena wydolności fizycznej u osób przechodzących ambulatoryjną rehabilitację kardiologiczną z zastosowaniem metody obiektywnej i subiektywnej

### The evaluation of physical efficiency with patients in cardiological rehabilitation on an outpatient basis performed with an objective and subjective manner

<sup>1</sup> Instytut Fizjoterapii Uniwersytetu Rzeszowskiego

<sup>2</sup> Szpital Powiatowy w Leżajsku

#### STRESZCZENIE

W leczeniu zawałów serca kluczową rolę odgrywają zabiegi przeszłonkowej plastyki tętnic wieńcowych (PCI). Niezbędnym uzupełnieniem tych interwencji pozostaje leczenie farmakologiczne oraz rehabilitacja kardiologiczna. Aby zaplanować i bezpiecznie przeprowadzić rehabilitację kardiologiczną niezbędna jest ocena wydolności fizycznej chorych z zawałem mięśnia sercowego.

**Cel:** Porównanie obiektywnej i subiektywnej metody oceny wydolności fizycznej u osób przechodzących ambulatoryjną rehabilitację kardiologiczną z powodu zawału mięśnia sercowego.

**Metodyka:** W badaniu wzięło udział 40 pacjentów, którzy przeszli zabieg angioplastyki naczyń wieńcowych z powodu zawału mięśnia sercowego i uczestniczyli w ambulatoryjnej rehabilitacji kardiologicznej. Program rehabilitacji zawierał 24 sześćdziesięciminutowe sesje z wykorzystaniem treningu ergometrycznego. Do oceny poprawy wydolności fizycznej wykorzystano pomiar obciążenia dobrze tolerowanego (11–12 pkt w skali Borga) w trakcie treningu oraz wyniki próby

#### ABSTRACT

In the treatment of heart infarctions, a key role is played by the PCI – percutaneous coronary intervention. These interventions need to be assisted with pharmacological treatment and cardiological rehabilitation. In order to plan and carry out such a rehabilitation in a safe manner, the physical efficiency of the patients with myocardial infarction need to be performed.

**Purpose:** The comparison of the objective and subjective methods of evaluation of physical efficiency with patients undergoing cardiological rehabilitation within the treatment of the myocardial infarction.

**Methods:** The study comprised 40 subjects who had undergone the procedure of percutaneous coronary angioplasty within the treatment of myocardial infarction and who took part in cardiological rehabilitation. The rehabilitation programme consisted of 24 sixty-minute sessions with the use of ergometric training. The physical efficiency was evaluated with the use of the measurement of well-tolerated load (the score of 11–12 on the Borg scale)

Udział współautorów / Participation of co-authors: A. autor koncepcji i założeń pracy / author of the concept and objectives of paper; B. zbieranie materiału / collection of data; C. realizacja badań / implementation of research; D. opracowanie, analiza i interpretacja wyników / elaborate, analysis and interpretation of data; E. analiza statystyczna danych / statistical analysis; F. przygotowanie manuskryptu / preparation of a manuscript; G. opracowanie piśmiennictwa / working out the literature; H. pozyskanie funduszy / obtaining funds

wysiłkowej wykonanej przed rehabilitacją i po jej zakończeniu.

**Wyniki:** U pacjentów przechodzących ambulatoryjną rehabilitację kardiologiczną z powodu zawału mięśnia sercowego wzrasta wydolność fizyczna w trakcie rehabilitacji. Wskazują na to wyniki próby wysiłkowej (wzrost obciążenia submaksymalnego), jak i oceny tolerancji wysiłku (wzrost obciążenia wywołującego małe zmęczenie, 11–12 pkt w skali Borga). Występują jednak pewne różnice w ocenie wydolności fizycznej. Stopień poprawy wydolności fizycznej obserwowany przy pomocy próby wysiłkowej nie koreluje z wielkością poprawy wydolności fizycznej wykazanej za pomocą metody subiektywnej (skala Borga).

**Wnioski:** Obiektywna i subiektywna metoda pomiaru wydolności fizycznej, niezależnie od siebie, wskazują na skuteczność ambulatoryjnej rehabilitacji kardiologicznej u pacjentów po przebytych zawałach mięśnia sercowego. Wykorzystanie skali subiektywnej w ocenie wydolności fizycznej chorych z zawałem mięśnia sercowego wymaga jednak pewnego okresu adaptacji pacjentów do zwiększonych obciążeń wysiłkiem fizycznym.

**Słowa kluczowe:** zawał serca, rehabilitacja kardiologiczna, próba wysiłkowa, skala Borga

## Wstęp

Choroba wieńcowa stanowi najczęstszą pojedynczą przyczynę zgonów w Europie. Statystyka ta utrzymuje się pomimo faktu, że umieralność z powodu chorób sercowo-naczyniowych w ostatnim czasie maleje. Najgroźniejszą postacią choroby wieńcowej jest zawał mięśnia sercowego i jego powikłania [1, 2]. W ostatnim czasie dokonała się rewolucyjna zmiana dotycząca diagnostyki i leczenia zawałów serca. Wraz z rozwojem kardiologii inwazyjnej kluczową rolę w leczeniu zawałów serca odgrywają zabiegi przezskórnej plastyki tętnic wieńcowych (PCI). Niezbędnym uzupełnieniem pozostaje leczenie farmakologiczne oraz rehabilitacja kardiologiczna [3, 4, 5]. Kompleksowa rehabilitacja kardiologiczna powinna być podejmowana jak najwcześniej i realizowana w sposób ciągły na każdym z etapów leczenia zawału serca (etap leczenia szpitalnego i ambulatoryjnego). Programy wtórnej prewencji bazujące na regularnej aktywności ruchowej zastosowane u pacjentów po zawałach mięśnia sercowego przynoszą nieporównywalnie lepsze efekty terapeutyczne niż programy pozbawione tego elementu (redukcja śmiertelności o 20–25%, redukcja ponownej rewaskularyzacji 13%) [6–8]. Co więcej, dane świadczące o korzyściach, jakie odnoszą pacjenci z chorobami sercowo-naczyniowymi uczestniczący w zajęciach rehabilitacji kardiologicznej nie pochodzą z pojedynczych obserwacji, ale wynikają z analizy randomizowanych badań wieloośrodkowych (meta-analiz) [9–13]. W ostatnich latach pojawiło się wiele doniesień próbujących wytłumaczyć mechanizmy odpowiedzialne za pozytywny efekt rehabilitacji zarówno w pierwotnej, jak i wtórnej prewencji chorób sercowo-na-

during the training and the results of the effort stress test performed before the rehabilitation and after its completion.

**Results:** Physical efficiency increases during the rehabilitation of the patients undergoing outpatient cardiological rehabilitation after myocardial infarction. This is illustrated by the results of an effort stress test (an increase of the sub-maximal load) and the evaluation of the tolerance of the effort (an increase of the effort inducing light exertion, 11–12 points on the Borg scale). There are, however, some differences in the evaluation of physical efficiency. The degree of the improvement of physical efficiency as observed with an effort stress test does not correlate with the size of the improvement of the physical efficiency shown with the use of the subjective method (Borg scale).

**Conclusions:** The objective and subjective scale of the measurement of physical efficiency, independently from each other, point to the efficacy of an outpatient cardiological rehabilitation of the patient with a history of myocardial infarction. The use of the subjective scale in the evaluation of physical efficiency of the patients with a history of myocardial infarction requires some period of patient adaptation to an increased load with physical effort.

**Key words:** myocardial infarction, cardiological rehabilitation, effort stress test, Borg scale

## Introduction

Coronary disease is the most frequent single cause of deaths in Europe. This statistical result persists in spite of the recent decrease in mortality from cardio-vascular events. The most dangerous form of a coronary disease is myocardial infarction and its complications [1, 2]. Recently a revolutionary change in the diagnostics and treatment of myocardial infarctions has been made. Together with the development of invasive cardiology, a key role has begun to be played by percutaneous coronary interventions (PCI). Pharmacological treatment and cardiological rehabilitation remain a necessary completion of this procedure [3, 4, 5]. A comprehensive cardiological rehabilitation should be undertaken as early as possible and performed on a continual basis at each of the stages of the treatment of myocardial infarction (the stages of both hospital and outpatient treatment). The programmes of secondary prevention based on a regular physical activity applied with the patients with a history of myocardial infarction render incomparably better therapeutic results than those without of this element (mortality reduction by 20–25%, secondary revascularisation reduction by 13%) [6–8]. What is more, the data proving the beneficial effect for the patients with cardio-vascular diseases participating in cardiological rehabilitation sessions, do not come from single observations, but result from the analyses of randomised multi-centre trials (meta-analyses) [9–13]. In the recent years there have been multiple reports attempting to explain the mechanisms responsible for the positive results of rehabilitation in both primary and secondary prevention of cardio-vascular diseases.

czyniowych. Rozpatruje się równolegle cztery hipotezy: regresję zwężenia naczyń wieńcowych, powstawanie krążenia obocznego, działanie przeciwzakrzepowe oraz poprawę funkcji śródbłonna [14–16]. Pomimo ewidentnych dowodów, na korzystny, dodatkowy efekt tej formy leczenia, rehabilitacja kardiologiczna jest nadal niedoceniana i niestety niezbyt często kontynuowana w warunkach ambulatoryjnych.

Do zaplanowania bezpiecznej rehabilitacji kardiologicznej niezbędna jest ocena wydolności fizycznej chorych z zawałem mięśnia sercowego. Co ciekawe, sama wydolność fizyczna stanowi ważny element prognozowania długoterminowego u pacjentów z chorobami sercowo-naczyniowymi. Myers i wsp. w obserwacji trwającej 6,2 roku wśród 6213 mężczyzn poddanych próbie wysiłkowej na bieżni stwierdzili, że szczytowa wydolność wysiłkowa mierzona w MET okazała się najsilniejszym czynnikiem rokowniczym ryzyka zgonu zarówno wśród osób zdrowych, jak i z chorobami sercowo-naczyniowymi [17]. Inni autorzy wykazali, że w populacji 12 169 mężczyzn z potwierdzoną chorobą wieńcową najważniejszym wykładnikiem śmiertelności była obniżona tolerancja wysiłku [18]. Wydolność fizyczną rutynowo ocenia się przy pomocy próby wysiłkowej. Jest to metoda dobrze przebadana, bezpieczna, powtarzalna, w wymiarze diagnostyczno-prognostycznym bardzo efektywna. Próbę wysiłkową określa się jako metodę obiektywną, ponieważ daje bardzo precyzyjne, niezależne od odczuć chorego wyniki. Jest to zatem metoda referencyjna w ocenie wydolności fizycznej pacjentów. Z drugiej strony próba wysiłkowa wymaga zaangażowania odpowiedniego sprzętu i odpowiednio wyszkolonej kadry, co spowodowało, że wprowadzono inne, mniej wymagające metody monitorowania wydolności fizycznej chorych. Temu celowi służy między innymi określanie poziomu wydolności chorych za pomocą skali Borga – polegającej na określeniu przez pacjenta subiektywnego zmęczenia przy odpowiednim obciążeniu fizycznym. Skala Borga, chociaż nie tak precyzyjna jak próba wysiłkowa, jest tania, łatwa i bezpieczna, co pozwala ją zastosować w każdych warunkach. Istnieje szereg badań naukowych, których autorzy oceniali wydolność fizyczną chorych przy pomocy tej metody. Niektórzy autorzy porównywali wydolność fizyczną ocenianą jednocześnie za pomocą próby wysiłkowej i subiektywnej oceny odczuwanego zmęczenia (skala Borga). Część z nich wskazuje na to, że metody te nie są identyczne w określaniu wydolności fizycznej osób chorych [19, 20]. Inni autorzy podkreślają dużą rozpiętość odczuwanych objawów zmęczenia dla tych samych parametrów oznaczanych w testach obiektywnych [21]. Istnieją badania wskazujące na korelację pomiędzy wydolnością fizyczną ocenianą za pomocą metody obiektywnej i subiektywnej (skala Borga) [22]. Ciekawej obserwacji dostarczyła praca Buckley i wsp., w której autorzy wykazali, że dla takiej samej wartości

Four parallel hypotheses are being currently verified: the regression of the stenoses of coronary vessels, creation of collateral circulation, anti-thrombotic action and the improvement of epithelial function [14-16]. In spite of significant evidence for the beneficial, additional effect of cardiological rehabilitation, this form of treatment is still underestimated and, unfortunately, quite rarely continued in outpatient conditions.

Planning safe cardiological rehabilitation of the patients with a history of myocardial infarction requires the evaluation of their physical efficiency. What is interesting here, physical efficiency itself is a significant element for long-term prognosis for patients with cardio-vascular diseases. Myers et al. in an observation of 6213 male subjects undergoing an effort stress test on a treadmill, which continued for 6.2 years, found that the peak physical efficiency measured in MET turned out to be the strongest prognostic factor both among healthy subjects and among those with cardio-vascular diseases [17]. Other authors showed that in a population of 12 169 males with confirmed coronary diseases, a decreased tolerance of effort was the most significant exponent of mortality [18]. Physical efficiency is routinely evaluated at effort stress tests. This is a well studied, safe and repetitive method, which is also very effective in a diagnostic and prognostic dimension. An effort stress test is defined as an objective method, as it gives very precise results independent from the impressions of the patient. Therefore it is a referential method in the evaluation of the subjects' physical efficiency. On the other hand, however, an effort stress test requires the involvement of appropriate equipment and adequately trained staff, which resulted in the introduction of other, less demanding methods of monitoring physical efficiency of the patients. This is the purpose of the evaluation of the level of physical efficiency with the Borg scale – the method consists in the evaluation of subjective exertion made by the patient during an adequate physical load. The Borg scale, although it is not as precise as the effort stress test, is inexpensive, easy and safe which allows for its application in all conditions. There are a number of studies whose authors evaluated the physical efficiency of the patients with this method. Some authors tried to compare physical efficiency evaluated with an effort stress test and with the subjective evaluation of the perception of exertion (the Borg scale). Some of them found that these methods are not identical in the evaluation of the physical efficiency of the patients [19,20]. Others point to a large range of the experienced symptoms in comparison with the same parameters determined in objective tests [21]. There are studies pointing to the correlation between physical efficiency evaluated with objective and subjective methods (the Borg scale) [22]. Buckley et al. presented an interesting observation showing that for the same value of physical efficiency determined in an effort stress test,

wydolności fizycznej określanej w teście wysiłkowym poziom odczuwanego zmęczenia (skala Borga) może się zmieniać w kolejnych sesjach treningu fizycznego [23]. Powyższe wskazuje na niejednoznaczny i dynamiczny charakter wzajemnych relacji testu wysiłkowego i skali subiektywnie odczuwanego zmęczenia w ocenie poziomu wydolności fizycznej.

### **Cel pracy**

Porównanie obiektywnej i subiektywnej metody oceny wydolności fizycznej u osób przechodzących ambulatoryjną rehabilitację kardiologiczną z powodu zawału mięśnia sercowego

### **Metodyka**

W badaniu wzięło udział 40 pacjentów (9 kobiet, 31 mężczyźni), w wieku 42-82 lat (średnia wieku 59 lat), którzy przeszli zabieg angioplastyki naczyń wieńcowych z powodu zawału mięśnia sercowego i uczestniczyli w ambulatoryjnej rehabilitacji kardiologicznej w Ośrodku Rehabilitacji Diennej i Kardiologicznej Centrum Medycznego „Medyk” w Rzeszowie.

### **Program rehabilitacji**

Program rehabilitacji zawierał 24 sześćdziesięciminutowe sesje po 2-3 razy w tygodniu. Każda sesja składała się z 20 minut ćwiczeń ogólnokondycyjnych, 30 minut jazdy na cykloergometrze rowerowym oraz 10 minut tzw. wyciszenia. Trening na cykloergometrach (cykloergometr GRG 100 firmy Aspel) był treningiem interwałowym z naprzemiennymi okresami obciążenia i odpoczynku. Pacjenci rozpoczynali trening od obciążenia 20 Wat, które było zwiększane w kolejnych okresach pracy tak, aby za każdym razem powodowało zmęczenie 11-12 w skali Borga.

### **Ocena wydolności fizycznej**

Do oceny wydolności fizycznej wykorzystana została próba wysiłkowa wykonywana przed rozpoczęciem rehabilitacji i po jej zakończeniu (wg protokołu Bruce'a). Wydolność fizyczną pacjentów określano przy pomocy oceny wybranych parametrów próby wysiłkowej: obciążenie submaksymalne, czas trwania wysiłku, spoczynkowy i maksymalny produkt podwójny (iloczyn akcji serca i ciśnienia skurczowego odpowiednio przed wysiłkiem i w trakcie maksymalnego wysiłku). Próba wysiłkowa wykonywana była na bieżni ruchomej B 612 model C firmy Aspel. Dodatkowo wydolność fizyczną na początku i na końcu rehabilitacji oceniano za pomocą pomiaru pracy wywołującej zmęczenie wynoszące 11-12 w skali Borga w trakcie 3. i ostatniego (24) treningu. Wybór trzeciego treningu jako początku rehabilitacji był podyktowany koniecznością zapoznania się chorego z charakterem i programem ćwiczeń. Dokonano również pomiaru pracy wywołującej zmęczenie wynoszące 11-12 w skali Borga w trakcie 9. i 18. treningu.

the level of perceived exertion (Borg scale) might vary in consecutive sessions of physical effort [23]. The above data point to indefinite and dynamic character of the mutual relations of the effort stress test and the scale of subjectively perceived exertion in the evaluation of the level of physical efficiency.

### **The objective of the study**

The comparison of the objective and subjective methods of evaluation of physical efficiency with patients undergoing cardiological outpatient rehabilitation within the treatment of the myocardial infarction.

### **Methods**

The study comprised 40 subjects (9 women, 31 men), at the age of 42-82 years (mean age: 59 years), who had undergone the procedure of percutaneous coronary intervention in the treatment of myocardial infarction and took part in cardiological outpatient rehabilitation at “Medyk” Day Rehabilitation Centre in Rzeszow.

### **Rehabilitation Programme**

The rehabilitation programme comprised 24 sixty-minute sessions, 2-3 times per week. Each session consisted of 20 minutes of general fitness exercise, 30 minutes of bicycle cyclo-ergometer riding and 10 minutes of so-called calming down. The cyclo-ergometer training (GRG 100 cyclo-ergometer produced by Aspel) was an interval training with interchanging periods of load and relax. The subjects began training with the load of 20 Watts, which was then increased in consecutive periods of work so that each time it induced the exertion of 11-12 on the Borg scale.

### **The Evaluation of Physical Efficiency**

Physical efficiency was evaluated with an effort stress test performed before the beginning of rehabilitation and after its completion (according to Bruce protocol). The physical efficiency of the patients was evaluated with selected parameters of the effort stress test: sub-maximal load, time span of the effort, resting and maximum double product (the product of the heart rate and systolic pressure before the effort and during the maximum effort respectively). The effort stress test was made on the B 612 movable treadmill, model C, produced by Aspel. Additionally, physical efficiency at the beginning and at the end of rehabilitation was evaluated with the measurement of the work inducing exertion on the level of 11-12 on the Borg's scale during the third (3) and last (24) training. The choice of the third training as the beginning of the rehabilitation was the result of the necessity of the patient's getting familiar with the character and the type of exercises. Also the work inducing exertion of 11-12 on the Borg's scale was measured during training 9 and 18. During the rehabilitation the patients had a chance to be consulted by a psychologist and a dietician.

Podczas trwania rehabilitacji pacjenci mieli możliwość spotkania z psychologiem i dietetykiem.

### Analiza statystyczna

W sytuacji normalnego rozkładu zmiennych stosowano test t-Studenta dla zmiennych związanych. W przypadku rozkładu różnego od normalnego dla porównania średnich stosowano test Wilcozona. Do porównania średnich w więcej niż dwóch grupach stosowano analizę wariancji (ANOVA) rozszerzoną o analizę *post hoc*. Równość wariancji oceniano testem Fishera. Analizę korelacji przeprowadzono przy pomocy testów korelacji Spearmana. W każdym przypadku za statystycznie znamienne uznano wartości  $p < 0.05$ .

Badanie uzyskało pozytywną opinię Komisji Bioetycznej przy Uniwersytecie Rzeszowskim (uchwała nr 4/09/2009 z 23 września 2009 roku).

### Wyniki

W badaniu wzięło udział 40 pacjentów, którzy przeszli zabieg angioplastyki naczyń wieńcowych z powodu zawału mięśnia sercowego i uczestniczyli w trzymiesięcznej ambulatoryjnej rehabilitacji kardiologicznej. Czas od wystąpienia zawału do podjęcia rehabilitacji wynosił 1–2 miesiące. Charakterystykę grupy zawiera tabela 1.

Wykazano poprawę parametrów wydolności fizycznej w trakcie rehabilitacji kardiologicznej. Wyrażało się to wzrostem wartości obciążenia submaksymalnego i czasu trwania wysiłku podczas próby wysiłkowej (8,82 MET; 7,54 min przed rehabilitacją vs 10,84MET; 9,19 min po rehabilitacji, metoda obiektywna) oraz wzrostem pracy wywołującej zmęczenie 11–12 w skali Borga (metoda

### Statistical analysis

In a situation of a normal distribution of variables, t-Student test was applied for related variables. In the case of the distribution different from standard one, Wilcoxon test was used to compare the mean values. To compare the mean values in more than two groups, the variants analysis (ANOVA) extended with a post hoc analysis was applied. The equality of the variances was evaluated with Fisher's test. The analysis of the correlation was performed with the use of Spearman's correlation test. In each of the cases the values  $p < 0.05$  were regarded as statistically significant.

The study received a positive evaluation of the Bioethical Committee at the Rzeszów University (resolution No.: 4/09/2009 of 23<sup>rd</sup> September 2009).

### Results

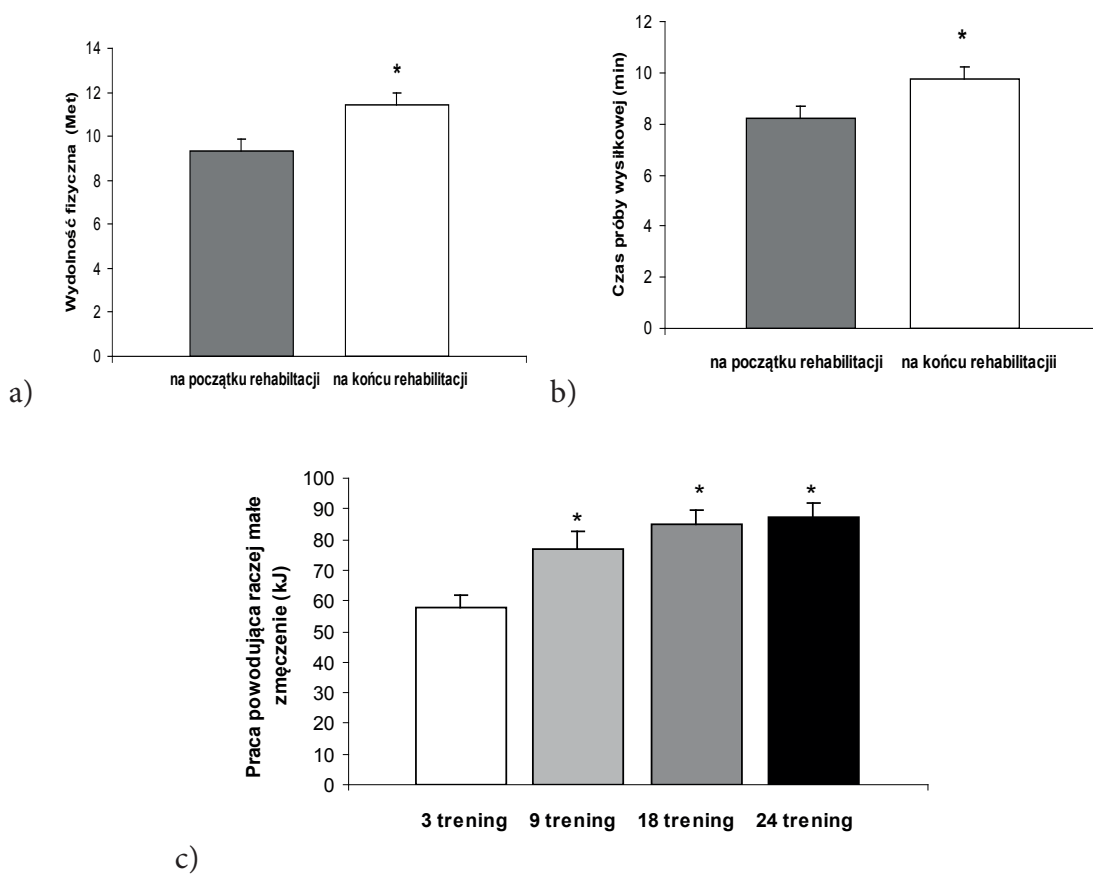
The study comprised 40 subjects with a history of percutaneous coronary intervention for myocardial infarction and who took part in a three-month cardiological outpatient rehabilitation. The time span from the onset of the infarction till the commencement of rehabilitation was 1–2 months. The characteristics of the study group are presented in table 1.

An improvement of physical efficiency parameters during the cardiological rehabilitation was proven. This was manifested by an increase of the value of sub-maximal load and the time span of the effort during the effort stress test (8.82 MET; 7.54min before the rehabilitation vs 10.84MET; 9.19min after the rehabilitation, objective method) and by an increase of the work inducing exertion of 11–12 in Borg scale (subjective method). What is interesting, a significant increase of work inducing quite

Tab. 1. Charakterystyka pacjentów biorących udział w badaniu

Tab. 1. The characteristics of the study group

n (% całej grupy) / n (% of entire group)	
Wiek (średnia) / Age (mean value)	59 lat / years
Płeć: Sex:	męska / Male 31 (77,5%) żeńska / Female 9 (22,5%)
Czynniki ryzyka miażdżycy: Atherosclerosis risk factors :	Nadciśnienie tętnicze / Arterial hypertension 26 (65%) Cukrzyca / Diabetes 6 (15%) Palenie papierosów / Tobacco smoking 2 (5%) Hiperlipidemia / Hyperlipidaemia 15 (37,5%) Otyłość / Obesity 3 (7,5%)
Liczba zwężonych tętnic wieńcowych >50% oceniata w trakcie okołozawałowej koronarografii: The number of stenosed coronary arteries >50% evaluated during peri-infarct coronary angiography:	0 5 (12,5%) 1 15 (37,5%) 2 10 (25%) 3 10 (25%)
Frakcja wyrzutowa lewej komory (EF): Ejection fraction (EF):	≥50% 28 (70%) 36-49% 8 (20%) ≤35% 4 (10%)
Rodzaj zawału serca: Type of infarction:	STEMI 24 (60%) NSTEMI 14 (35%) Nieokreślony / Unspecified 2 (5%)



Ryc. 1. Wpływ ambulatoryjnej rehabilitacji kardiologicznej na wydolność fizyczną pacjentów po przebytych zawale mięśnia sercowego. Wydolność fizyczną pacjentów określano za pomocą próby wysiłkowej (ryc. a,b; \*  $p < 0,05$ ) oraz oceny obciążenia powodującego raczej małe zmęczenie (ryc. c; \*  $p < 0,05$  trening 9,18,24 vs trening 3.)  $n=40$ . Słupki przedstawiają średnie  $\pm$  SEM.

Fig. 1. The influence of cardiological outpatient rehabilitation of the physical efficiency of the subjects with a history of myocardial infarction. The subjects' physical efficiency was determined with an effort stress test (fig. a,b; \*  $p < 0,05$ ) and the evaluation of the load causing a relatively light exertion (fig. c; \*  $p < 0,05$  training 9,18,24 vs training 3.)  $n=40$ . The bars present mean  $\pm$  SEM.

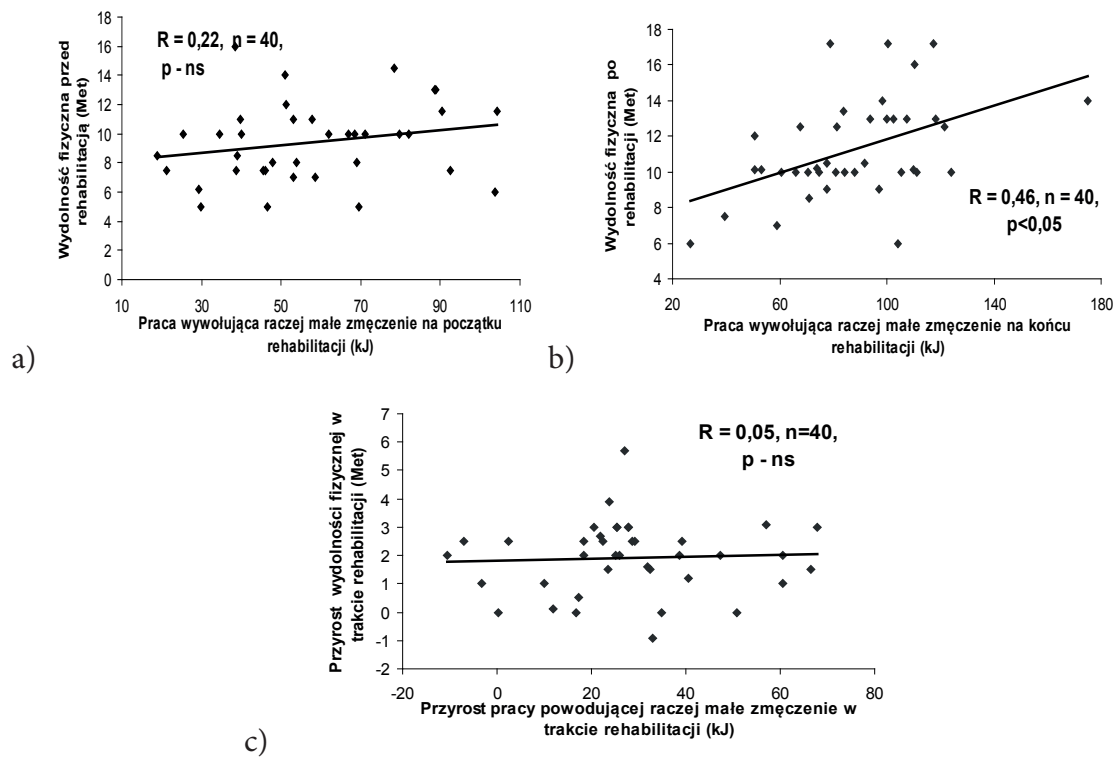
Glossary: fig a) wydolność fizyczna = physical efficiency, na początku rehabilitacji = at the beginning of the rehabilitation, na końcu rehabilitacji – at the end of the rehabilitation; fig b) czas próby wysiłkowej = the time span of the effort stress test; na początku rehabilitacji = at the beginning of the rehabilitation, na końcu rehabilitacji – at the end of the rehabilitation; fig. c) praca powodująca raczej małe zmęczenie = work inducing relatively small exertion; , na początku rehabilitacji = at the beginning of the rehabilitation, na końcu rehabilitacji – at the end of the rehabilitation; trening = training

subiektywna). Co ciekawe, znamieny wzrost pracy wywołującej raczej małe zmęczenie (11–12 pkt w skali Borga) stwierdzono już w trakcie dziewiątego treningu i ten wzrost utrzymywał się bez większych różnic do końca rehabilitacji (58,73kJ; 76,58kJ; 84,77kJ; 86,03kJ odpowiednio dla 3., 9., 18., 24. treningu). Wyniki uzyskane z próby wysiłkowej i treningu cykloergometrycznego zawiera rycina 1.

Praca wywołująca raczej małe zmęczenie (11–12 pkt w skali Borga) oznaczona na końcu rehabilitacji w treningu ergometrycznym korelowała z wydolnością fizyczną pacjentów po rehabilitacji (Ryc. 2b). Nie wykazano podobnej zależności dla pracy oraz wydolności fizycznej przed rehabilitacją (Ryc. 2a). Również popra-

light exertion (11-12 score in Borg scale) was observed already during the ninth training and such an increase persisted without any significant differences till the end of the rehabilitation (58,73kJ; 76,58kJ; 84,77kJ; 86,03kJ for trainings 3,9,18,24 respectively). The results in the effort stress test and cyclo-ergometric training are presented in Fig. 1.

The work inducing relatively light exertion (score of 11-12 on the Borg scale) as determined at the end of rehabilitation in ergometric training was correlated with physical efficiency of the patients after the rehabilitation (Fig 2b). No similar correlation was found between work and physical efficiency before rehabilitation (Fig. 2a). Also some improvement was observed in the work



Ryc. 2. Zależność wartości pracy wywołującej raczej małe zmęczenie i wydolności fizycznej a) przed rehabilitacją (3 trening, próba wysiłkowa przed rehabilitacją), b) po rehabilitacji (24 trening, próba wysiłkowa po rehabilitacji) c) zależność zmiany pracy wywołującej raczej małe zmęczenie (różnica 24 – 3 trening) i zmiany wydolności fizycznej (różnica obciążeń w próbie wysiłkowej) obserwowanych w trakcie rehabilitacji kardiologicznej

Fig. 2. The relationship of the value of work inducing relatively small exertion and physical efficiency a) before the rehabilitation (training 3, effort stress test before the rehabilitation), b) after the rehabilitation (training 24, effort stress test after the rehabilitation). c) The relationship of the change of work inducing relatively small exertion and (difference 24 – 3 training) and the change of physical efficiency (the difference of the loads in effort stress test) observed during the cardiological rehabilitation

Glossary: a) wydolność fizyczna przed rehabilitacją = physical efficiency before the rehabilitation; praca wywołująca raczej małe zmęczenie na początku rehabilitacji = work inducing relatively light exertion at the beginning of rehabilitation; b) wydolność fizyczna po rehabilitacji = physical efficiency after the rehabilitation; praca wywołująca raczej małe zmęczenie na końcu rehabilitacji = work inducing relatively light exertion at the end of the rehabilitation; c) przyrost wydolności fizycznej w trakcie rehabilitacji = an increase of physical efficiency during rehabilitation; przyrost pracy wywołującej raczej małe zmęczenie w trakcie rehabilitacji = an increase of work inducing relatively light exertion during the rehabilitation

wa obserwowana w zakresie pracy wywołującej raczej małe zmęczenie (11–12 w skali Borga) nie korelowała istotnie z przyrostem wydolności fizycznej (Ryc. 2c). Nie wykazano też zmian maksymalnego produktu w trakcie rehabilitacji kardiologicznej. Widoczny był jednak trend zbliżania się wartości maksymalnego produktu podwójnego odczytywanych z próby wysiłkowej i z treningu ergometrycznego pod koniec rehabilitacji – różnica maksymalnych produktów podwójnych przed rehabilitacją wynosiła 7782,07 mmHg x ud/min, po rehabilitacji 5331,74 mmHg x ud/min (Ryc. 3).

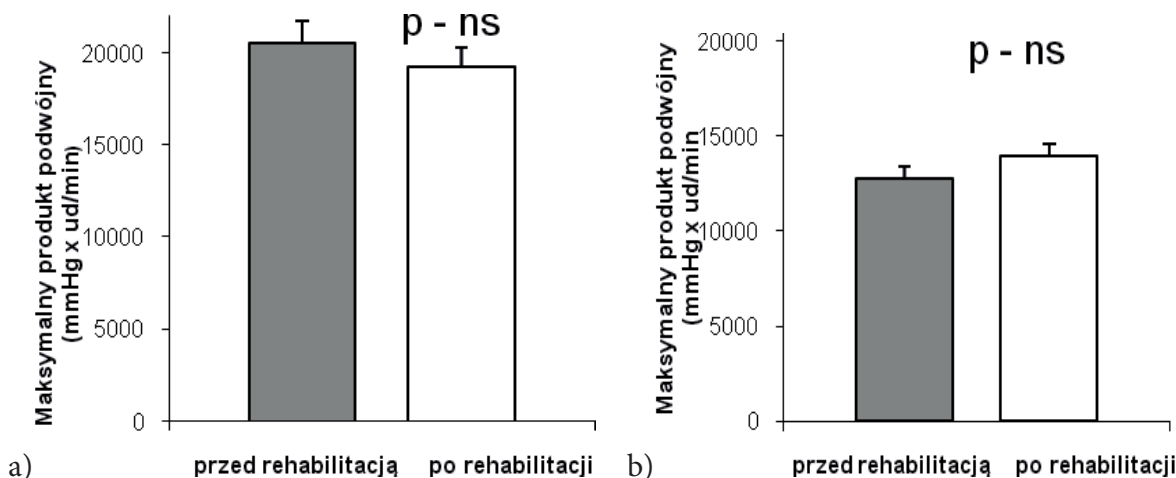
## Dyskusja

W badaniach wzięło udział 40 pacjentów po przebytym zawale mięśnia sercowego, uczestniczących w ambula-

inducing relatively light exertion (score of 11-12 on the Borg scale) which did not correlate with an increase of physical efficiency in a significant way (Fig. 2c). No changes of the maximum product were observed within the course of the cardiological rehabilitation, either. However a tendency of approximating the value of the maximum double product as measured by the effort stress test and ergometric training at the end of rehabilitation was observed – the difference between the maximum double products was 7782.07 mmHg x ud/min, and after the rehabilitation 5331.74 mmHg x ud/min. (Fig. 3).

## Discussion

The study comprised 40 subjects with a history of myocardial infarction participating in an outpatient



Ryc. 3. Zmiana maksymalnego produktu podwójnego w trakcie rehabilitacji a) w próbie wysiłkowej (próba wysiłkowa przed i po rehabilitacji), b) podczas treningu ergometrycznego (3. i 24. trening). Słupki przedstawiają średnie  $\pm$  SEM  
 Fig. 3. The change of the maximum double product during the rehabilitation a) in the effort stress test (the effort stress test before and after the rehabilitation), b) during ergometric training (training 3 and 24). The bars present mean  $\pm$  SEM  
 Glossary: Maksymalny produkt podwójny; przed rehabilitacją = before the rehabilitation; po rehabilitacji = after the rehabilitation

toryjnej rehabilitacji kardiologicznej. Według danych programu POLCARD w 2002 roku ambulatoryjnej rehabilitacji kardiologicznej, z różnych powodów, poddano w Polsce 4666 pacjentów [24]. Biorąc pod uwagę szacunkową liczbę osób przechodzących zawał mięśnia sercowego (ok. 90 tys./rok) [1], wynika, że niewielu pacjentów po zawale serca korzysta z ambulatoryjnej rehabilitacji kardiologicznej (mniej niż 5%). Nie jest to problem wyłącznie polski. W najbardziej rozwiniętych krajach na świecie (np. w USA) uczestnictwo w rehabilitacji kardiologicznej pacjentów po przebytym zawale mięśnia sercowego lub rewaskularyzacji wieńcowej wynosi 10 do 20% [25]. Choć nasza grupa była licznie niewielka, jest wystarczająca do wyciągnięcia określonych wniosków, o czym przekonują autorzy prac o podobnej problematyce i zbliżonej liczebnie grupie pacjentów [26, 27]. Charakterystyka pacjentów biorących udział w naszym badaniu odpowiadała pod względem wieku, płci, czynników ryzyka miażdżycy (poza paleniem papierosów) populacji pacjentów rehabilitowanych w Polsce z powodów kardiologicznych (program POLCARD).

Z pracy wynika, iż wydolność fizyczna pacjentów wzrosła w trakcie trzymiesięcznej ambulatoryjnej rehabilitacji kardiologicznej. Ponieważ badania nie zawierały grupy kontrolnej, tj. grupy pacjentów po przebytym zawale serca nieuczestniczących w rehabilitacji kardiologicznej, trudno oszacować rzeczywisty wpływ przeprowadzonej rehabilitacji kardiologicznej na poprawę wydolności fizycznej pacjentów. Jednak wobec udowodnionych korzyści rehabilitacji kardiologicznej na przeżycie chorych po zawale mięśnia sercowego, stworzenie grupy kontrolnej, tj. nieuczestniczącej w takiej formie terapii byłoby z założenia nieetyczne – stąd nie zdecydowano się na takie

cardiological rehabilitation. According to the data derived from the POLCARD programme in 2002 in Poland 4666 patients underwent outpatient cardiological rehabilitation on various grounds [24]. Taking into consideration the estimated number of patients undergoing myocardial infarction (approx. 90 thousand annually) [1], it may be inferred that very few patients with a history of heart infarction take part in an outpatient cardiological rehabilitation (less than 5%). This is not exclusively Polish problem. In the most developed world countries (e.g. USA) the percentage of patients with a history of myocardial infarction or coronary intervention who participate in cardiological rehabilitation amounts to 10 to 20% [25]. Although the study group was relatively small, it was enough to draw specific conclusions, which is also the claim of the authors of similar studies with similar numbers of subjects [26,27]. The characteristics of the patients taking part in the study correspond to the population of patients rehabilitated in Poland on cardiological grounds with regards to the age, sex, atherosclerosis risk factors (except for smoking) (POLCARD programme).

The study suggests that the physical efficiency of the subjects increased within the three months of the outpatient cardiological rehabilitation. As the study did not have a control group, i.e. a group of patients with a history of infarction who did not take part in cardiological rehabilitation, it was difficult to evaluate the real influence of the carried out cardiological rehabilitation on the improvement of the physical efficiency of the patients. Yet given the proven benefits of the cardiological rehabilitation and its positive effect on the survival of the patients with a history of myocardial infarction, the creation of a control group, i.e. not taking part in such a form of therapy would



rozwiązanie. Należy też zaznaczyć, że stopień poprawy wydolności fizycznej uzyskany w badaniu był zbliżony do wartości opisywanych w innych badaniach i znacznie odbiegał od poprawy wydolności fizycznej opisywanej dla chorych po przebytych zawale serca, niebiorących udziału w rehabilitacji kardiologicznej. Przyrost wydolności fizycznej w trakcie rehabilitacji kardiologicznej w naszej grupie wynosił 22,9%, podczas gdy wartość przyrostu dla chorych nierehabilitowanych zwykle wynosi mniej niż 5% i nie jest to przyrost statystycznie istotny [28, 29]. W większości dotychczas publikowanych prac wartości przyrostu wydolności fizycznej w trakcie rehabilitacji kardiologicznej chorych po przebytych zawale serca waha się między 14% a 32% [30–32]. Przyczyną takiej rozpiętości przyrostu wydolności fizycznej może być z jednej strony różny czas trwania ambulatoryjnej rehabilitacji kardiologicznej (od 2 do 6 miesięcy), z drugiej zaś zróżnicowanie pacjentów biorących udział w badaniu. Jak wynika z badania Marchioni i wsp., wiek również może odgrywać dużą rolę w wartościach przyrostów wydolności fizycznej w trakcie rehabilitacji kardiologicznej [33]. Warto tu dodać, że wielkość wydolności fizycznej jest ważnym czynnikiem prognostycznym występowania incydentów sercowo-naczyniowych oraz śmiertelności chorych po przebytych zawale serca [18, 34, 35]. Według Dutcher i wsp. jest to lepszy czynnik prognostyczny niż frakcja wyrzutowa u pacjentów z zawałem serca typu STEMI leczonych inwazyjnie (PCI) [36]. Poprawa wydolności fizycznej pacjentów obserwowana w trakcie ambulatoryjnej rehabilitacji kardiologicznej może zatem tłumaczyć, wielokrotnie opisywany, korzystny efekt tej interwencji na rokowanie pacjentów. W przeprowadzonych badaniach widoczne było również wydłużenie czasu trwania próby wysiłkowej wykonywanej po rehabilitacji kardiologicznej. Podobne obserwacje były już publikowane [37, 38]. Pewne kontrowersje wzbudza jednak fakt, że niektórzy autorzy opisują wydłużenie czasu wysiłku również w grupie osób niebiorących udziału w rehabilitacji [32].

W badanej grupie widoczny był wzrost obciążenia powodującego raczej małe zmęczenie (11–12 pkt w skali Borga) w trakcie ambulatoryjnej rehabilitacji kardiologicznej. Poprawa w tym zakresie była widoczna już w czasie dziewiątego treningu i utrzymywała się do końca rehabilitacji. Znane są prace, w których w podobny sposób próbowano określać poprawę wydolności fizycznej w trakcie rehabilitacji. Punktem wyjścia tych prac były doniesienia o wzrastającej sukcesywnie wydolności fizycznej w trakcie systematycznego treningu fizycznego [39]. W ocenie wpływu treningu interwałowego na efektywność rehabilitacji kardiologicznej pacjentów po operacji pomostowania aortalno-wieńcowego wykazano przyrost obciążenia pomiędzy treningiem pierwszym i ostatnim [40]. Czynnikiem limitującym wysiłek w trakcie treningu interwałowego była w tym wypadku odpowiedź tętna na wysiłek fizyczny – nie mogła ona

be unethical – thus such a solution was not applied. It must also be noted that the degree of improvement of physical efficiency obtained within the study was close to the values described in other studies and was quite remote from the improvement of physical efficiency described in the case of the patients with a history of myocardial infarction who did not take part in cardiological rehabilitation. An increase of physical efficiency during cardiological rehabilitation in our study group was 22.9%, whilst the value of the increase of physical efficiency of non rehabilitated patients usually amounts to less than 5% and this increase is not statistically significant [28,29]. In the majority of the papers published so far, the value of an increase of physical efficiency during cardiological rehabilitation of the subjects with a history of myocardial infarction varied between 14% and 32% [30-32]. The cause for such a diversity in the increase of physical efficiency might be a varied time span of the outpatient cardiological rehabilitation (from 2 to 6 months) on the one hand, whereas on the other – the diversity of the patients taking part in the study. As it stems from the study carried out by Marchioni et al., age may also play a significant role in the values of an increase of physical efficiency during cardiological rehabilitation [33]. It is worth pointing out that the amount of physical efficiency is a significant prognostic factor for the occurrence of cardio-vascular incidents and mortality of the patients with a history of myocardial infarction [18,34,35]. According to Dutcher et al this is a better prognostic factor than ejection fraction with patients with a history of STEMI myocardial infarction treated with an invasive method (PCI) [36]. An improvement of the subjects' physical efficiency observed during outpatient cardiological rehabilitation may thus explain the beneficial effect of such an intervention on the prognoses of such patients, which has also been described in numerous publications. In the studies carried out, also an increase of the time of effort stress test performed after the cardiological rehabilitation was observed. Similar observations have already been published [37,38]. However, some controversies are risen by the fact that some authors describe an increase of the time span of the effort stress test also in a group of people not taking part in the rehabilitation [32].

In the study group an increase of the load inducing a relatively light exertion was observed (11-12 Borg score) during an outpatient cardiological rehabilitation. Some improvement in this respect was observed already during the ninth training and persisted till the end of the rehabilitation. There are studies attempting to determine an improvement of physical efficiency during rehabilitation. The starting point of these studies was the reports of a gradual increase of physical efficiency during a systematic physical training [39]. In the evaluation of interval training on the efficiency of cardiological rehabilitation of the patients with a history of coronary artery bypass

przekroczyć 50–70% przyrostu tętna osiągniętego przez pacjenta w trakcie wyjściowego submaksymalnego testu wysiłkowego. W niniejszej pracy dodatkowym czynnikiem limitującym wysiłek był również limit tętna – zatem kryterium zastosowane przez autorów wspomnianej pracy [40]. Podobnie jak w naszej pracy, przyrost obciążenia u pacjentów biorących udział w rehabilitacji po zabiegu CABG był największy na początku rehabilitacji (tj. między 1. a 8. treningiem). W późniejszym czasie (tj. pomiędzy 9. a 16. treningiem) przyrost obciążenia utrzymywał się na podobnym poziomie (nieistotnie wzrastał). Podobną poprawę w zakresie odczuwanego zmęczenia wysiłkiem fizycznym uzyskali autorzy oceniający efektywność treningu fizycznego po przebytych incydencie wieńcowym u pacjentów powyżej 65 r.ż. [41].

W pracy dokonano próby porównania oceny wydolności fizycznej pacjentów z wykorzystaniem metody subiektywnej i obiektywnej. I tak na początku rehabilitacji ocena ta różniła się istotnie w zależności od tego czy wydolność fizyczna była mierzona za pomocą testu wysiłkowego, czy przy użyciu skali subiektywnego zmęczenia. Po zakończeniu rehabilitacji ocena wydolności fizycznej przy użyciu obu metod dawała zbieżne wyniki. Wydaje się, że obserwowane różnice w równoważności obu metod można wytłumaczyć odmienną charakterystyką zastosowanych powyższych metod badawczych. Po pierwsze, w teście wysiłkowym pacjenci wykonywali submaksymalny, tolerowany wysiłek fizyczny, a w trakcie treningu ergometrycznego pokonywali wysiłek powodujący jedynie nieznaczne zmęczenie. W wyżej wspomnianych badaniach wykazującej równoważność obu metod w określaniu tolerancji wysiłku, maksymalnej wydolności fizycznej odpowiadało maksymalne zmęczenie w ocenie subiektywnej (czyli 20 pkt w skali Borga). Ponadto na poziom pracy wywołującej nieznaczne zmęczenie wpływać może nie tylko intensywność wysiłku fizycznego, ale również stan emocjonalny pacjenta, pewność siebie, dyspozycja dnia, występowanie łagodnych problemów zdrowotnych, jak np. lekki ból kończyn. Podkreślić należy, że badani pacjenci przeszli niedawno ostry incydent wieńcowy, a zatem stan bezpośredniego zagrożenia życia. Niewątpliwie pozostawiło to w ich psychice ślad, polegający między innymi na lęku przed podejmowaniem dużego wysiłku fizycznego. Pomimo że pacjenci ci przeszli przed włączeniem do rehabilitacji kardiologicznej próbę wysiłkową, było to badanie przeprowadzone pod nadzorem lekarza, a co najważniejsze, z bezpośrednim i szybkim dostępem do ewentualnego, ponownego leczenia inwazyjnego. W miarę trwania rehabilitacji kardiologicznej lęk związany z wykonywaniem wysiłku fizycznego w warunkach ambulatoryjnych zmalał do tego stopnia, że pacjenci zaczęli ograniczać wysiłek dopiero w sytuacji realnie odczuwanego zmęczenia. Dodatkowo w miarę poprawy wydolności fizycznej, obserwowanej w trakcie treningu fizycznego, zmęczenie pojawiało się później,

grafting, an increase of the load between the first and last training was observed [40]. The factor limiting the effort during the interval training was in this case the response of the subject's pulse to the physical effort – as it could not exceed 50-70% increase in comparison with the baseline pulse of the patients during the sub-maximal effort stress test. In this study, the pulse limit was also an additional factor reducing the effort – thus it was the criterion applied by the author of the referred publication [40]. Similarly as in our study, an increase of the load with the patients taking part in the rehabilitation after CABG procedure was the largest at the beginning of the rehabilitation (i.e. between training 1 and 8). Later on (between training 9 and 16) an increase of the load was on a similar level (it was increasing in an insignificant manner). A similar improvement with regards to the exertion with the physical effort was obtained by the authors evaluating the efficiency of physical training after a coronary incident with patients above 65 years of age [41].

The study authors attempted to compare the evaluation of physical efficiency with subjective and objective methods. At the beginning of the rehabilitation this evaluation differed significantly depending on the fact whether physical efficiency was measured with an effort stress test or with the scale of subjective exertion. After the completion of the rehabilitation, the evaluation of the physical efficiency done with the use of both methods rendered very similar results. It seems that the observed results in the equivalence of both methods can be explained by differences in the characteristics of the above study methods. First of all, in the effort stress test the patients made a sub-maximal physical effort, whilst in the ergometric training – they made only the effort inducing only insignificant exertion. In the above-mentioned studies pointing to the equivalence of both methods in the determination of a tolerance of the physical effort, the maximum physical efficiency corresponded to the maximum exertion in subjective evaluation (i.e. 20 points according to Borg's score). Moreover, the level of work inducing insignificant exertion might be influenced not only by the intensity of physical effort, but also the emotional condition of the patient, self-confidence, disposition on a given day, existence of mild health problems, such as a slight pain of the limbs. It must also be stressed that the examined subjects underwent an acute coronary incident, which was a life-threatening condition, not a long time before. It is beyond all doubt that this incident left some trace on their psyche, manifesting itself, among others by a fear of undertaking a large physical effort. In spite of the fact that these patients, before inclusion into cardiological rehabilitation, underwent an effort stress test, the study was still carried out under the supervision of a doctor and, what is most important, with a direct and fast access to invasive retreatment. Within the course of cardiological rehabilitation, a fear of physical

zbliżając się do momentu uzyskania submaksymalnej tolerancji wysiłku. W ten sposób pacjenci ci zbliżyli się do warunków panujących w trakcie próby wysiłkowej i stąd być może powyższa korelacja wyników pracy wywołującej nieznaczne zmęczenie i submaksymalnej wydolności fizycznej po zakończeniu rehabilitacji kardiologicznej. Przesłanką przemawiającą za powyższym rozumowaniem może być obserwacja zmian maksymalnego produktu podwójnego, będącego wykładnikiem obciążenia mięśnia sercowego podczas rehabilitacji [42, 43]. W naszym badaniu nie wykazaliśmy istotnych zmian maksymalnego produktu podwójnego w trakcie próby wysiłkowej oraz treningu ergometrycznego. Widoczny był jednak trend zbliżania się wartości maksymalnego produktu podwójnego pod koniec rehabilitacji odczytywanych z obu tych metod. Różnica pomiędzy wartościami maksymalnego produktu podwójnego w próbie wysiłkowej oraz w trakcie treningu ergometrycznego zmalała pod koniec rehabilitacji o 31,48% w stosunku do różnicy sprzed rehabilitacji.

Podsumowując, wydaje się, że pacjenci z zawałem mięśnia sercowego wymagają pewnego okresu adaptacji do zwiększonego obciążenia wysiłkiem fizycznym, aby było możliwe skuteczne posługiwanie się skalą subiektywną w monitorowaniu ich wydolności fizycznej.

## Wnioski

1. Ocena wydolności fizycznej osób po przebytych zawałach mięśnia sercowego z wykorzystaniem metody obiektywnej i subiektywnej wykazała, niezależnie od siebie, skuteczność ambulatoryjnej rehabilitacji kardiologicznej.
2. Wykorzystanie skali subiektywnej w ocenie wydolności fizycznej osób po przebytych zawałach mięśnia sercowego wymaga pewnego okresu adaptacji pacjentów do zwiększonych obciążeń wysiłkiem fizycznym.

effort in outpatient conditions decreased to the degree allowing them to minimise the effort only in a situation of an experienced exhaustion. Additionally, with the improvement of physical efficiency, observed during physical training, exhaustion appeared at a later stage, approximating the moment of obtaining sub-maximal tolerance of effort. In this way the patients got closer to the conditions existing during the effort stress test and thus the above correlation of the results of the work inducing insignificant exertion with sub-maximal physical efficiency after the completion of cardiological rehabilitation. An argument supporting this way of understanding this issue may be the observation of the changes of the maximum double product, which is an indicator of the load of the heart muscle during rehabilitation [42,43]. In our study we did not show any significant changes of the double product during the effort stress test and in ergometric training. However, the tendency of approximating the values of the maximum double product as derived from both methods towards the end of rehabilitation. The difference between the values of the maximum double product in the effort stress test and during the ergometric training decreased at the end of rehabilitation by 31.48% in comparison with the difference from before the rehabilitation.

To sum up, it seems that the patients with a history of myocardial infarction, in order to use a subjective scale in monitoring their physical efficiency require some period of adaptation to an increased load with physical effort.

## Conclusions

1. Both subjective and objective method of the evaluation of physical efficiency of the persons with a history of myocardial infarction indicated, independently from each other, the efficiency of the outpatient cardiological rehabilitation.
2. The use of subjective scale in the evaluation of physical efficiency of the subjects with a history of myocardial infarction requires some period of adaptation of the patients to an increased load with physical effort.

## Piśmiennictwo / References

1. Budaj A, Undas A, Pasierski T i wsp. *Choroba niedokrwienna serca*. In: Szczeklik A, Tendera M. *Kardiologia*, Kraków, Medycyna Praktyczna, 2010, 329-399
2. *Cardiovascular Diseases in Europe Euro Heart Survey 2006*. Scholte op Reimer W, Simoons ML, Boersma E, Gitt A K (ed.) [online:www.escardio.com]
3. Thygesen K, Alpert JS, White HD. *Joint ESC/ACCF/AHA/WHF Task Force for the Redefinition of Myocardial Infarction: Universal definition of myocardial infarction*. *Circulation* 2007;116:2634-2653.
4. Bassand JP, Hamm C W et al. *Guidelines for diagnosis and treatment of non-ST-segment elevation acute coronary syndrome. The task force for the diagnosis and treatment of non-ST-segment elevation acute coronary syndromes of the European Society of Cardiology*. *Eur. Heart J.* 2007;28:1598-1660.
5. Antman EM, Hand M et al. *2007 focused update of the ACC/AHA 2004 guidelines for the management of patients with ST-elevation myocardial infarction: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines*. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2008;51:210-247.
6. Oldridge NB, Guyatt GH, Fischer ME, Rimm AA. *Cardiac rehabilitation after myocardial infarction: combined experience of randomized clinical trials*. *JAMA* 1988; 260: 945-950.

7. O'Connor GT, Buring JE, Yusuf S, Goldhaber SZ, Olmstead EM, Paffenbarger RS, Jr., Hennekens CH. *An overview of randomized trials of rehabilitation with exercise after myocardial infarction.* *Circulation* 1989; 80: 234-244.
8. McAlister FA, Lawson FM, Teo KK, Armstrong PW. *Randomised trials of secondary prevention programmes in coronary heart disease: systematic review.* *BMJ* 2001;323:957-62.
9. Brown A TR, Noorani H, Stone J, Skidmore B. *Exercise-based cardiac rehabilitation programs for coronary artery disease: a systematic clinical and economic review.* Technical overview #11. Ottawa: Canadian Coordinating Office for Health Technology Assessment 2003
10. Taylor RS, Brown A, Ebrahim S, et al. *Exercise-based rehabilitation for patients with coronary heart disease: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials.* *Am J Med* 2004;116:682-92.
11. Clark AM, Hartling L, Vandermeer B, McAlister FA. *Meta-analysis: secondary prevention programs for patients with coronary artery disease.* *Ann Intern Med* 2005;143:659-72.
12. Agency for Health Care Research Technology Assessment Program. *Randomized trials of secondary prevention programs in coronary artery disease: a systematic review.* Agency for Health Care Research and Quality 2005.
13. Linxue L, Nohara R, Makita S, et al. *Effect of long-term exercise training on regional myocardial perfusion changes in patients with coronary artery disease.* *Jpn Circ J* 1999; 63: 73-8.
14. Belardinelli R, Paolini I, Cianci G, Piva R, Georgiou D, Purcaro A. *Exercise training intervention after coronary angioplasty: the ETICA trial.* *J Am Coll Cardiol.* 2001; 37: 1891-1900.
15. Jolliffe JA, Rees K, Taylor RS, Thompson D, Oldridge N, Ebrahim S. *Exercise-based rehabilitation for coronary heart disease.* *Cochrane Database Syst Rev.* 2001; CD001800.
16. Gielen S, MD; G. Schuler, MD, Hambrecht R MD. *Exercise Training in Coronary Artery Disease and Coronary Vasomotion.* *Circulation* 2001; 2:103(1):E1-6.
17. Myers J, Prakash M, Froelicher V i wsp *Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing.* *N Engl J Med* 2002; 346: 793-801.
18. Kavanagh T, Mertens DJ, Hamm LF et al. *Prediction of long-term prognosis in 12 169 men referred for cardiac rehabilitation.* *Circulation* 2002; 106: 666-71.
19. Wilson JR., Rayos G, Yeoh TK, Gothard P, Bak. *Dissociation between exertional symptoms and circulatory function in patients with heart failure.* *Circulation.* 1995;92:47-53.
20. Gondoni L., Nibbio F, Caetani G, Augello G, Titon AM. *What are we measuring? Considerations on subjective ratings of perceived exertion in obese patients for exercise prescription in cardiac rehabilitation programs.* *Int J Cardiol.*2010;140(2):236-8.
21. Whaley MH, Brubaker PH, Kaminsky La, Miller CR. *Validity of rating of perceived exertion during graded exercise testing in apparently healthy adults and cardiac patients.* *Journal of Cardiopulm. Rehabil.* 1997; (4): 261-267.
22. Zamuner AR, Moreno MA et al. *Assessment of subjective perceived exertion at the anaerobic threshold with the Borg CR-10 scale.* *J Sports Sci Med* 2011;10:130-136.
23. Buckley JP., Sim J., Eston RG. *Reproducibility of ratings of perceived exertion soon after myocardial infarction: responses in stress-testing clinic and the rehabilitation gymnasium.* *Ergonomics.*2009;52(4):421-7.
24. POLKARD 2003-2005. Raport o stanie rehabilitacji kardiologicznej w Polsce (na podstawie bazy danych utworzonej w ramach realizacji programu rozwoju rehabilitacji kardiologicznej w Polsce)
25. Leon AS, Franklin BA, Costa F et al. *Cardiac Rehabilitation and Secondary Prevention of Coronary Heart Disease. An American Heart Association Scientific Statement From the Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention) and the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity), in Collaboration With the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation.* *Circulation.* 2005;111:369-376.
26. Heldal M, Sire S, Dale J. *Randomised training after myocardial infarction: short and long term effects of exercise training after myocardial infarction In patients on beta-blocker treatment. A randomized, controlled study.* *Scand Cardiovasc J.* 2000;34(1):59-64.
27. Witt BJ, Jacobsen SJ, Weston SA i wsp. et al. *Cardiac rehabilitation after myocardial infarction In the community.* *J Am Coll Cardiol,* 2004;44:988-996.
28. Heldal M, Sire S, Dale J. *Randomised training after myocardial infarction: short and long-term effects of exercise training after myocardial infarction in patients on beta-blocker treatment. A randomized, controlled study.* *Scand Cardiovasc J.* 2000;34(1):59-64
29. Kargarfard M, Rouzbehani R, Basati F. *Effects of Exercise Rehabilitation on Blood Pressure of Patients after Myocardial Infarction.* *Int J Prev Med.* 2010; 1(2): 124-130.
30. Giallauria F, Lucci R, D'Agostino M et al. *Two-year multicomprensive secondary prevention program: favorable effects on cardiovascular functional capacity and coronary risk profile after acute myocardial infarction.* *J Cardiovasc Med.* 2009;10(10):772-80.
31. Ilarraza H Myers J. Kottman W, Rickli H, Dubach P. *An evaluation of training responses using self-regulation in residential rehabilitation program.* *J Cardiopulm Rehabil.* 2004;24(1):27-33.
32. Korzeniowska-Kubacka I, Piotrowicz R. *Wpływ treningu fizycznego na funkcję skurczową i rozkurczową lewej komory u pacjentów z dysfunkcją mięśnia sercowego w przebiegu choroby niedokrwiennej serca.* *Folia Cardiol.* 2003; 10(2): 153-160.
33. Marchionni N, Fattirolli F, Fumagalli S et al. *Improved Exercise tolerance and Quality of live with Cardiac Rehabilitation of Older Patients After Myocardial Infarction: Results of a randomized, controlled Trial.* *Circulation,* 2003; 107(17): 2201-2206.

34. O'Connor GT, Buring JE, Yusuf S et al. *An overview of randomized trials of rehabilitation with exercise after myocardial infarction*. Circulation. 1989; 80: 234–244.
35. Dorn J, Naughton J, Imamura D, Trevisan M. *Results of a multicenter randomized clinical trial of exercise and long-term survival in myocardial infarction patients: the National Exercise and Heart Disease Project (NEHDP)*. Circulation. 1999;100:1764-1769.
36. Dutcher JR, Kahn J, Grines C, Franklin B. *Comparison of left ventricular ejection fraction and exercise capacity as predictors of two-and five-year mortality following acute myocardial infarction*. Am J Cardiol. 2007; 99(4):436-41.
37. Hevey D, Brown A, Cahill A, Newton H, Kierns M, Horgan JH. *Four-week multidisciplinary cardiac rehabilitation produces similar improvements in exercise capacity and quality of life to 10-week program*. J Cardiopulm. Rehabil. 2003;23(1):17-21.
38. Tsoukas A, Andanakoudis H, Christakos S. *Short-term exercise training effect after myocardial infarction on myocardial oxygen consumption indices and ischemic threshold*. Arch Phys Med Rehabil. 1995;76(3):262-5.
39. Ziemia AW, Chwalbińska-Moneta J, Kaciuba-uścilko H et al. *Early effects of short-term aerobic training. Physiological responses to graded exercise*. J Sports Med Phys Fitness. 2003;43(1):57-63.
40. Mazurek K., Rudnicki S. *Trening interwałowy jako istotny czynnik ambulatoryjnej rehabilitacji kardiologicznej u chorych po operacji wszczepienia pomostów aortalno-wieńcowych*. Postępy Rehabilitacji. 1998; XII (4): 79-86.
41. Stahle A, Nordlander R, Ryden L, Mattsson E. *Effects of organized aerobic group training in elderly patients discharged after an acute coronary syndrome. A randomized controlled study*. Scand J Rehab Med. 1999; 31:101-107
42. Beller GA, Murray GC, ErkenBrack SK. *Influence of exercise training soon after myocardial infarction on regional myocardial perfusion and resting left ventricular function*. Clin. Cardiol. 1992;15:17-23
43. Ohtsuki K., Watanabe S. *Gender Differences in Circulatory Response Measured by the Double Product Break-Point Method*. Journal of Physical Therapy Science. 2007; 19 (3): 189-195.

**Adres do korespondencji / Mailing address:**

Elżbieta Domka-Jopek  
35-612 Rzeszów, ul. Warneńczyka 30 a  
Tel. 660 48 17 50  
elzbieta.domka-jopek@wp.pl