

Odpowiedź tensyjna na wysiłek fizyczny u dorosłych mężczyzn z chorobą niedokrwienną serca poddanych rehabilitacji kardiologicznej

Blood pressure response to physical exercise of adult males suffering from ischaemic heart disease during an ambulatory cardiac rehabilitation programme

Katarzyna Wielemborek-Musiał, Aleksandra Marciniak i Anna Jegier

Katedra Medycyny Społecznej i Zapobiegawczej, Zakład Medycyny Sportowej
Uniwersytetu Medycznego w Łodzi

Abstract

Background: *Next to clinical symptoms, electrocardiogram and physical capacity blood pressure response to a single, gradual, submaximal exercise is an important indication of exercise test evaluation in a group of healthy and unhealthy men. Obtaining the values of arterial blood-pressure measured during every load are necessary to establish diagnosis, control the therapy and estimate the exertion tolerance of patients. It is also essential for a group of men suffering from ischemic heart disease (IHD) who are undergoing an ambulatory cardiac rehabilitation. The aim of the study was characterization of response of arterial blood pressure to gradual, single, submaximal physical exercise in the group of men suffering from ischemic heart disease. Furthermore, it was compared with the arterial blood pressure response in the group of clinically healthy men of the same age.*

Material and methods: *Study was carried out on a group of 81 men suffering from IHD who were undergoing an ambulatory cardiac rehabilitation at the age of 52.4 ± 6.4 years and a control group of 107 clinically healthy men at the age of 48.8 ± 8.9 years. The submaximal exercise tests were taking advantage of Monark bicycle ergometr using cardiologic software: CASE-16 of DRG. The measurement of arterial blood-pressure was taken at the left upper arm at rest, at the last minute of every load and 6 minutes after the exercise test. The measurement was taken using cuff measurer of INCO-VERITAS SA according to the instruction recommended by Polish Society of Hypertension (PTNT, 2003). The exercise tests were conducted without discontinue pharmacotherapy.*

Adres do korespondencji:

Mgr Katarzyna Wielemborek-Musiał

Zakład Medycyny Sportowej UM

Pl. Hallera 1, 90–647 Łódź

tel. (0 42) 639 32 15, faks (0 42) 639 32 18

e-mail: kasia-musial@tlen.pl

Nadesłano: 8.07.2005 r. Przyjęto do druku: 7.09.2005 r.

Praca zrealizowano w ramach pracy własnej

Uniwersytetu Medycznego w Łodzi nr 502-16-110.

Results: *During gradually increasing physical effort the systolic arterial blood-pressure increased significantly with load either in group of men suffering from IHD or in group of clinical healthy men. Values of systolic arterial blood-pressure were higher in group of healthy men than in group of men with IHD on the same level of load. Tension response to physical exertion of men with IHD who were treated with β -adrenolytics was significantly lower approximately 8.3 ± 4.4 mm Hg for systolic blood-pressure in comparison to the healthy ones. Moreover, value differences of diastolic arterial blood-pressure between both groups are not statistically significant. This article presents average values of arterial blood-pressure during exercise test depending on load in group of men with IHD and in group of the healthy men which can be useful in diagnosing and clinical practice.*

Conclusions: *Systolic blood-pressure increase in group of men with IHD during exercise test is described with the equation: exertion systolic blood-pressure [mm Hg] = $0.386 \times \text{load [W]} + 129.44$. Systolic blood-pressure in the group of men with IHD is significantly lower than in the group of healthy men subjected the same level of load during submaximal exercise test. Pharmacotherapy and effective hypertension control may have an important influence on this phenomena in men with IHD. (Folia Cardiol. 2005; 12: 811–819)*

blood pressure response, physical effort, exercise test, arterial blood-pressure measurement

Wstęp

Zmiana wartości ciśnienia tętniczego pod wpływem jednorazowego, stopniowanego, submaksymalnego wysiłku fizycznego jest — oprócz objawów klinicznych, zapisu elektrokardiograficznego i wydolności fizycznej — istotnym wskaźnikiem oceny testu wysiłkowego zarówno u osób zdrowych, jak i chorych. Ocena wartości ciśnienia tętniczego, odnotowanych podczas kolejnych obciążeń w czasie wysiłku jest niezbędna w prowadzeniu procesu diagnostycznego, kontroli skuteczności leczenia oraz oceny tolerancji wysiłku.

U osób zdrowych podczas wykonywania dynamicznego wysiłku fizycznego (np. jazda na ergometrze rowerowym, marsz, bieg na bieżni mechanicznej) skurczowe ciśnienie tętnicze (SBP, *systolic blood pressure*) powinno zwiększać się wraz ze wzrostem obciążenia. Wartość rozkurczowego ciśnienia tętniczego (DBP, *diastolic blood pressure*) powinna nieznacznie się zwiększyć, a u niektórych osób — trochę się obniżyć (np. u osób systematycznie trenujących) [1, 2].

Trening fizyczny zarówno u osób zdrowych, jak i u pacjentów z chorobą niedokrwienną serca (IHD, *ischaemic heart disease*) powoduje zmniejszenie ciśnienia tętniczego w spoczynku i podczas wysiłku submaksymalnego [3], zwolnienie spoczynkowej i wysiłkowej częstotliwości rytmu serca, zmniejszenie wskaźników zapotrzebowania mięśnia sercowego na tlen oraz pozwala zwiększyć zakres dobrze tolerowanych obciążeń [4, 5].

Wykonanie i ocena testu wysiłkowego u pacjentów z IHD poddanych rehabilitacji kardiologicznej pozwala określić czynność bioelektryczną serca, odpowiedź tensyjną na wysiłek fizyczny, wydolność fizyczną oraz tolerancję wysiłku. Wynik testu wysiłkowego jest podstawą do określenia intensywności wysiłku fizycznego podejmowanego np. podczas kinezyterapii.

W piśmiennictwie brakuje aktualnych kryteriów diagnostycznych dotyczących odpowiedzi tensyjnej na kolejne obciążenia w trakcie testu wysiłkowego u osób dorosłych. Niektóre pracownice jako normę przyjmują tylko szacunkową, maksymalną wartość SBP, czyli 230–250 mm Hg — jest to wartość, której nie należy przekraczać w czasie testu wysiłkowego, bez uwzględnienia wieku i innych czynników [1, 6].

Inne pracownice diagnostyczne wykorzystują normy ciśnienia tętniczego dla danego obciążenia opublikowane około 20 lat temu w Niemczech, uzyskane w wyniku badań przeprowadzonych wśród dorosłej, zdrowej populacji mieszkańców Republiki Federalnej Niemiec [7].

Według reguły Rosta i wsp. u osoby z prawidłowym ciśnieniem tętniczym powinno się uzyskać wartości SBP przekraczające 200 mm Hg przy obciążeniu mniejszym od wartości (W) uzyskanej przez odjęcie od liczby 200 wieku badanego [1, 6, 8].

Wyniki badań własnych można wykorzystać również w diagnostyce nadciśnienia tętniczego, zespołu białego fartucha oraz ukrytej fazy nadciśnienia tętniczego.

Celem pracy była ocena zmian wartości ciśnienia tętniczego pod wpływem stopniowanego, jednorazowego, submaksymalnego wysiłku fizycznego w grupie mężczyzn z IHD w porównaniu z grupą mężczyzn klinicznie zdrowych.

Material i metody

Badanie przeprowadzono u 188 dorosłych mężczyzn: 81 mężczyzn z IHD zakwalifikowanych do ambulatoryjnej rehabilitacji kardiologicznej typu późnego w wieku $52,4 \pm 6,4$ roku oraz 107 klinicznie zdrowych mężczyzn z grupy kontrolnej w wieku $48,8 \pm 8,9$ roku. U mężczyzn z IHD średnio przez 2 miesiące przed rozpoczęciem badania prowadzono ambulatoryjną rehabilitację kardiologiczną, a około rok wcześniej wystąpił u nich incydent kardiologiczny. Wśród badanych mężczyzn z IHD u 81,5% przeprowadzono interwencyjny zabieg na naczyniach wieńcowych: u 43,2% osób zabieg pomostowania aortalno-wieńcowego (CABG, *coronary artery bypass grafting*), u 38,3% zabieg przeszłonowej angioplastyki wieńcowej (PTCA, *percutaneous coronary angioplast angioplasty*), natomiast 16,7% badanych przeżyło zawał serca, który leczono w sposób zachowawczy. Wśród mężczyzn z IHD uczestniczących w kompleksowej ambulatoryjnej rehabilitacji kardiologicznej u 52,6% stwierdzono współwystępowanie nadciśnienia tętniczego (skutecznie kontrolowanego), u 13% nieprawidłową glikemię na czczo ($110\text{--}126$ mg/dl wg kryteriów NCEP-ATPIII), a u 8% cukrzycę typu 2, natomiast nie wykazano niewydolności serca. U mężczyzn z IHD stosowano farmakoterapię typową dla prewencji wtórnej tej choroby, w tym leki β -adrenolityczne u 96% osób, leki przeciwkrzepliwe u 85% (kwas acetylosalicylowy u 78% osób), a inhibitory konwertazy angiotensyny u 25% pacjentów. Blokerzy kanałów wapniowych przyjmowało 12% osób, nitraty — 62%, a leki moczopędne — 18% badanych.

Grupę kontrolną stanowili klinicznie zdrowi mężczyźni, których wytypowano do badania losowo, wykorzystując system informacyjny PESEL (zgłosiło się 38%). Osoby te nie przyjmowały leków i nie wykryto u nich chorób przewlekłych, zwłaszcza choroby niedokrwiennej serca.

Submaksymalne testy wysiłkowe wykonano w obu badanych grupach mężczyzn na ergometryze rowerowym firmy Monark, z oprogramowaniem kardiologicznym: CASE-16 firmy DRG. Osoby z IHD nie przerywały stosowanej farmakoterapii. U osób przyjmujących leki β -adrenolityczne limit tętna dla zakończenia submaksymalnego testu wysiłkowego obniżono do 70% wartości tętna maksymalnego ze względu na stosowane leczenie.

Osoby klinicznie zdrowe zakwalifikowane do testu wysiłkowego pokonywały kolejne obciążenia do momentu uzyskania przez nie 85% wartości tętna maksymalnego.

W obu grupach próbę przerywano w momencie zgłoszenia objawów klinicznych bądź stwierdzenia zmian patologicznych w zapisie elektrokardiograficznym i/lub osiągnięcia wartości ciśnienia tętniczego $\geq 230/120$ mm Hg [9].

Ciepłota tętnicze mierzono na lewej kończynie górnej, w spoczynku oraz w ostatniej minucie kolejnego obciążenia według metodyki zalecanej przez Polskie Towarzystwo Nadciśnienia Tętniczego z 2003 r. [10, 11]. Każde obciążenie trwało około 3 min. Pomiarów ciśnienia tętniczego dokonywano za pomocą aparatu sprężynowego firmy INCO-VERITAS SA, wykalibrowanego i sprawdzonego pod względem poprawności działania.

Częstotliwość rytmu serca zarówno w spoczynku, jak i w czasie wysiłku fizycznego odczytywano z zapisu elektrokardiograficznego.

Analiza statystyczna

Analizę statystyczną przeprowadzono przy użyciu programu STATGRAPHICS 5.0. W celu określenia charakteru rozkładu zmiennych ilościowych zastosowano test Shapiro-Wilka. Aby porównać wartości przeciętnych w dwóch grupach badanych, wykorzystano test nieparametryczny Manna-Whitneya. Za istotne uznano te wyniki, dla których wartości w zastosowanym teście należały do obszaru krytycznego odpowiedniego rozkładu przy poziomie istotności $p < 0,05$. Współczynniki równań prostych umieszczonych na wykresach wyznaczono metodą najmniejszych kwadratów.

Wyniki

Średnie wartości spoczynkowego ciśnienia tętniczego krwi oraz częstotliwość rytmu serca badanych osób przedstawiono w tabeli 1. Wartości te były istotnie statystycznie zróżnicowane. U mężczyzn zdrowych wartości SBP były znamienne wyższe o $6,6 \pm 5,4$ mm Hg ($p = 0,0001$) niż u mężczyzn z IHD. Nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic w wartościach DBP w obu badanych grupach mężczyzn.

Podobną różnicę jak w przypadku SBP zanotowano, badając spoczynkową częstotliwość rytmu serca. U mężczyzn zdrowych była ona istotnie wyższa średnio o $12,0 \pm 3,6$ sk/min ($p = 0,0001$) niż u mężczyzn z IHD (tab. 1).

W tabeli 2 i 3 przedstawiono średnie wartości wysiłkowego ciśnienia tętniczego krwi dla mężczyzn

Tabela 1. Wartości spoczynkowego ciśnienia tętniczego krwi i częstotliwości rytmu serca u badanych osób**Tabela 1.** Values of resting arterial blood-pressure and heart rate in investigated men

Badane wskaźniki	Mężczyźni z IHD (n = 81)	Mężczyźni klinicznie zdrowi (n = 107)
Ciśnienie skurczowe [mm Hg]	120,0 ± 18,0	126,6 ± 12,6*
Ciśnienie rozkurczowe [mm Hg]	80,1 ± 8,9	82,0 ± 8,2
Częstość rytmu serca [s/min]	68,0 ± 9,5	80,0 ± 13,1*

IHD (*ischemic heart disease*) — choroba niedokrwienna serca; *p = 0,0001 mężczyźni klinicznie zdrowi vs. mężczyźni z IHD**Tabela 2.** Średnie wartości wysiłkowego ciśnienia tętniczego u mężczyzn z IHD poddanych ambulatoryjnej rehabilitacji kardiologicznej w zależności od wielkości obciążenia**Table 2.** Average values of effort arterial blood-pressure in men suffering from IHD who are undergoing an ambulatory cardiac rehabilitation depending on load

Obciążenie [W/MET]	Liczba badanych	Ciśnienie skurczowe [mm Hg]	Ciśnienie rozkurczowe [mm Hg]
60/3,4	80	144,5 ± 19,8	85,9 ± 7,8
90/4,6	20	171,2 ± 24,2 [#]	86,9 ± 8,9
120/5,8	72	173,1 ± 24,7 [#]	88,9 ± 9,9 [#]
150/7,0	34	189,9 ± 25,4 [#]	89,3 ± 9,6 [#]
180/7,2	12	195,4 ± 23,0 [#]	93,3 ± 11,1 [#]

[#]istotność statystyczna różnic między ciśnieniem tętniczym na danym stopniu obciążenia vs. ciśnienie tętnicze podczas wcześniejszego niższego obciążenia (p < 0,05)**Tabela 3.** Średnie wartości wysiłkowego ciśnienia tętniczego u mężczyzn zdrowych w zależności od wielkości obciążenia**Table 3.** Average values of effort arterial blood-pressure in healthy clinically men depending on load

Obciążenie [W/MET]	Liczba badanych	Ciśnienie skurczowe [mm Hg]	Ciśnienie rozkurczowe [mm Hg]
60/3,6	99	155,2 ± 19,5	87,8 ± 6,9
90/4,9	20	181,5 ± 25,2 [#]	97,5 ± 9,3 [#]
120/6,2	86	183,8 ± 22,9	89,5 ± 7,3 [#]
150/7,5	29	197,1 ± 30,0 [#]	90,7 ± 9,5
180/7,7	48	202,3 ± 23,6 [#]	89,9 ± 7,5

[#]istotność statystyczna różnic między ciśnieniem tętniczym na danym stopniu obciążenia vs. ciśnienie tętnicze podczas wcześniejszego niższego obciążenia (p < 0,05)

z IHD poddawanych ambulatoryjnej rehabilitacji kardiologicznej oraz mężczyzn klinicznie zdrowych w zależności od wielkości obciążenia. W trakcie stopniowanego, jednorazowego wysiłku fizycznego SBP wzrosło istotnie wraz ze wzrostem obciążenia zarówno u mężczyzn z IHD, jak i u mężczyzn klinicznie zdrowych.

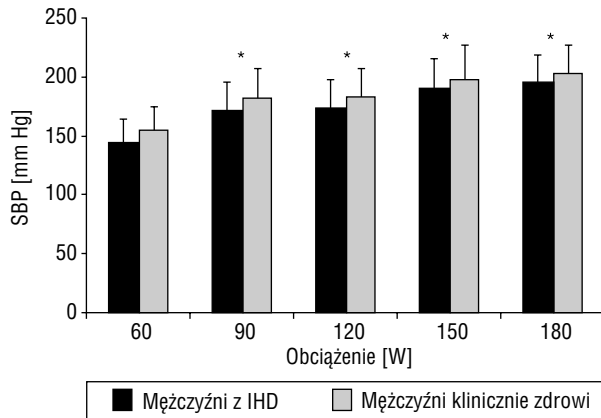
U pacjentów z IHD poddawanych ambulatoryjnej rehabilitacji kardiologicznej średni przyrost SBP w trakcie testu submaksymalnego wynosił 55,8 ± 1,8 mm Hg, natomiast w grupie mężczyzn klinicznie zdrowych — 57,5 ± 11,6 mm Hg (p < 0,05).

Wysiłkowe ciśnienie rozkurczowe zwiększało się istotnie statystycznie średnio o 9,5 ± 0,8 mm Hg

(p < 0,05) u osób z IHD, a w grupie mężczyzn klinicznie zdrowych o 9,1 ± 0,1 mm Hg (tab. 2 i 3).

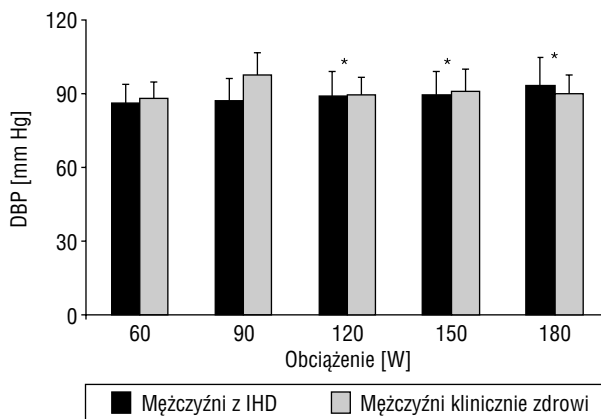
Na rycinach 1 i 2 przedstawiono średnie wartości wysiłkowego skurczowego i rozkurczowego ciśnienia tętniczego u mężczyzn z IHD i u osób zdrowych, w zależności od wielkości obciążenia. Przy takim samym obciążeniu wysiłkowe wartości SBP były istotnie wyższe u mężczyzn klinicznie zdrowych niż u pacjentów z IHD.

Analizując odpowiedź tensyjną na wysiłek fizyczny u mężczyzn z IHD stosujących β -adrenolityki, wykazano, że jest ona istotnie niższa o 8,3 ± 4,4 mm Hg (w przypadku SBP) niż u zdrowych mężczyzn (ryc. 1, 2).



Rycina 1. Średnie wartości wysiłkowego skurczowego ciśnienia tętniczego (SBP) u mężczyzn z chorobą niedokrwinną serca (IHD) i u osób zdrowych, w zależności od wielkości obciążenia; *istotność statystyczna różnic między mężczyznami z IHD a mężczyznami klinicznie zdrowymi dla wartości skurczowego ciśnienia tętniczego przy danym stopniu obciążenia

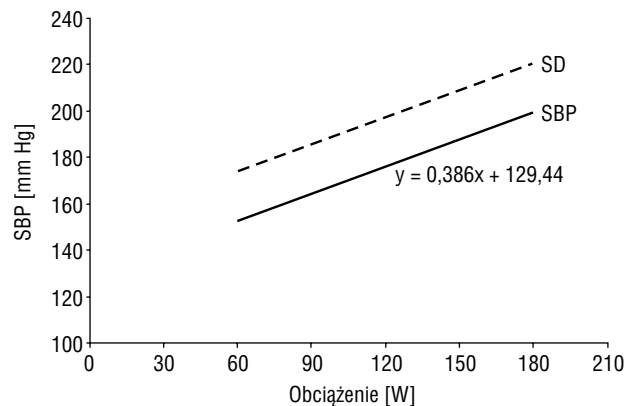
Figure 1. Average values of effort systolic arterial blood-pressure (SBP) in men with ischaemic heart disease (IHD) and healthy men depending on load; *statistically significant difference between men with IHD and clinically healthy men for values of systolic arterial blood-pressure on given load



Rycina 2. Średnie wartości wysiłkowego rozkurczowego ciśnienia tętniczego (DBP) u mężczyzn z chorobą niedokrwinną serca (IHD) i u osób zdrowych, w zależności od wielkości obciążenia; *istotność statystyczna różnic między mężczyznami z IHD a osobami klinicznie zdrowymi dla wartości rozkurczowego ciśnienia tętniczego przy danym stopniu obciążenia

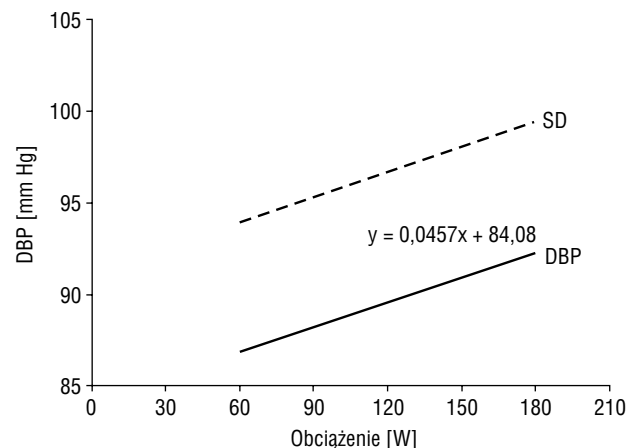
Figure 2. Average values of effort diastolic arterial blood-pressure (DBP) in men with ischaemic heart disease (IHD) and healthy men depending on load; *statistically significant difference between men with IHD and clinically healthy men for values of diastolic arterial blood-pressure on given load

Na rycinach 3 i 4 przedstawiono proste regresji z odchyleniem standardowym dla zależności między wielkością obciążenia (x) a wartością ciśnienia tętniczego krwi (y). Na rycinie 3 zależność dotyczy SBP ($r = 0,55$; $p < 0,0001$), a na rycinie 4 — DBP u mężczyzn z IHD. Natomiast na rycinach 5 i 6 przedstawiono te same zależności w grupie mężczyzn klinicznie zdrowych. Prosta zależności między obciążeniem wysiłkowym a zmianami SBP u osób klinicznie zdrowych ma bardziej stromy



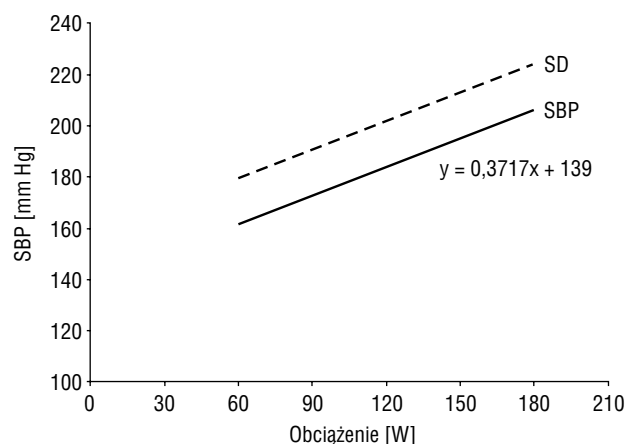
Rycina 3. Skurczowe wysiłkowe ciśnienie tętnicze (SBP) u mężczyzn z chorobą niedokrwinną serca w zależności od wielkości obciążenia ($n = 81$)

Figure 3. Systolic effort arterial blood-pressure (SBP) in men with ischaemic heart disease depending on load ($n = 81$)



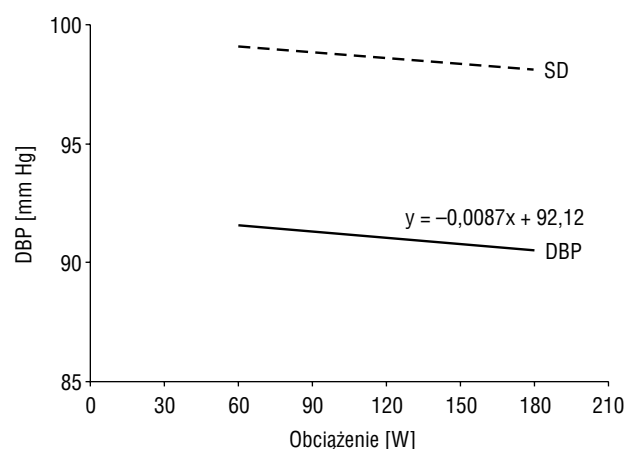
Rycina 4. Rozkurczowe wysiłkowe ciśnienie tętnicze (DBP) u mężczyzn z chorobą niedokrwinną serca w zależności od wielkości obciążenia ($n = 81$)

Figure 4. Diastolic effort arterial blood-pressure (DBP) in men with ischaemic heart disease depending on load ($n = 81$)



Rycina 5. Skurczowe wysiłkowe ciśnienie tętnicze (SBP) u klinicznie zdrowych mężczyzn w zależności od wielkości obciążenia (n = 107)

Figure 5. Systolic effort arterial blood-pressure (SBP) in clinically healthy men depending on load (n = 107)



Rycina 6. Rozkurczowe wysiłkowe ciśnienie tętnicze (DBP) u klinicznie zdrowych mężczyzn w zależności od wielkości obciążenia (n = 107)

Figure 6. Diastolic effort arterial blood-pressure (DBP) in clinically healthy men depending on load (n = 107)

przebieg niż prosta zależność między obciążeniem a DBP u osób z IHD (ryc. 3 i 5).

Kąt nachylenia prostej określającej zależność kolejnego obciążenia w czasie testu wysiłkowego a wartością SBP jest nieznacznie większy w przypadku osób zdrowych, natomiast kąt nachylenia prostej określającej zależność kolejnego obciążenia w czasie testu wysiłkowego a wartością DBP jest znacznie większy u osób z IHD (ryc. 4 i 6).

Dyskusja

W trakcie stopniowanego wysiłku fizycznego wartość SBP zwiększała się istotnie wraz ze wzrostem obciążenia zarówno u mężczyzn z IHD, jak i u mężczyzn klinicznie zdrowych. W pracy przedstawiono zależność średnich wartości ciśnienia tętniczego od wielkości obciążenia u mężczyzn z IHD i u zdrowych osób, którą można wykorzystać w diagnostyce wysiłkowej i praktyce klinicznej. Przy takim samym stopniu obciążenia wartości SBP były istotnie wyższe u osób zdrowych niż u mężczyzn z IHD. Analiza odpowiedzi tensyjnej na wysiłek fizyczny u mężczyzn z IHD stosujących przewlekłe leki, m.in. β -adrenolityczne, wykazała, że ciśnienie skurczowe jest istotnie niższe średnio o $8,3 \pm 4,4$ mm Hg niż u mężczyzn zdrowych. Różnice między grupami nie były istotne statystycznie w odniesieniu do wartości rozkurczowego ciśnienia tętniczego.

Większość badań, w których oceniano wartość diagnostyczną i rokowniczą pomiarów ciśnienia tętniczego w czasie wysiłku fizycznego, przeprowadzono z użyciem testów na ergometrze rowerowym. Pozwoliło to na podjęcie próby opracowania standardu postępowania, podobnie jak na bieżni, na przykład czas trwania wysiłku i dokładne obciążenie [8] i według niektórych autorów umożliwia uzyskanie lepszego technicznie zapisu czynności bioelektrycznej serca, a także pozwala dokładniej ocenić wartość ciśnienia tętniczego.

Prawidłowa technika pomiaru wartości spoczynkowego SBP za pomocą tradycyjnego sfigmomanometru zapewnia uzyskanie wystarczająco dokładnego wyniku pod warunkiem, że ramię, na którym wykonuje się pomiar, jest ustabilizowane [8]. Pomiarów wysiłkowych dokonano aparatem sprężynowym firmy INCO-VERITAS SA spełniającym wymogi ustawy o wyrobach medycznych zharmonizowanej z prawem Unii Europejskiej, według metodyki zalecanej przez Polskie Towarzystwo Nadciśnienia Tętniczego z 2003 r.

Wysiłkowy pomiar DBP może być niedokładny (zwłaszcza, jeśli dokonuje się go za pomocą sfigmomanometru rtęciowego lub sprężynowego) i cechuje się niewielką powtarzalnością pomiaru [8]. Może to wpływać na fakt, że V ton Korotkowa jest niekiedy słyszalny przez cały czas, aż do punktu zero, np. u zdrowych, młodych osób [6]. Zatem wyniki pomiarów DBP podczas wysiłków należy traktować z większą ostrożnością, zwłaszcza wówczas, gdy stwierdzone zmiany są niewielkie [1]. Podobnie duże rozbieżności przy ocenie DBP dokonywanej

innymi metodami (zarówno inwazyjnymi, jak i nieinwazyjnymi) wykazali inni autorzy. Dane na temat rokowania dotyczą tylko ciśnienia skurczowego w czasie wysiłku. Wystarczające jest używanie w praktyce klinicznej tylko wartości ciśnienia skurczowego [8]. Heck i wsp. [7] zbadali zależność między obciążeniem a SBP u ok. 3000 zdrowych osób w wieku 10–71 lat. Na podstawie wyników tych badań zaproponowano wzór określający górną granicę prawidłowego ciśnienia przy różnych obciążeniach. Wartość SBP dla danego obciążenia i wieku odpowiada wartości średniej powiększonej o 2 odchylenia standardowe w badanej populacji [1]. Biorąc pod uwagę wyniki niniejszego badania dotyczące zdrowych klinicznie mężczyzn, można sądzić, że średnie wartości SBP dla danego obciążenia, ale bez uwzględnienia wieku, są wyższe niż w badaniu przeprowadzonym wśród populacji niemieckiej. Zatem kąt nachylenia prostej jest większy u osób badanych w Polsce niż w populacji niemieckiej. Natomiast wartość odchylenia standardowego dla klinicznie zdrowych mężczyzn w podobnym wieku, przy tym samym stopniu obciążenia nie zmieniła się w porównaniu z populacją niemiecką. Wpływ na wynik tego badania może mieć płeć i liczebność badanych grup. Badanie przeprowadzono tylko u mężczyzn. Czynniki płci ma istotne znaczenie, ponieważ u kobiet przed ukończeniem 50 rż. wartości ciśnienia tętniczego są niższe niż u mężczyzn w podobnym wieku [12].

Należy zwrócić uwagę na fakt, że Heck i wsp. [7] przeprowadzali badanie ponad 20 lat temu, a zatem średnie wartości SBP w tym czasie mogły ulec zmianie.

Wartość SBP wzrasta wraz z obciążeniem dynamicznym jako wynik zwiększającego się rzutu serca, natomiast wartość DBP zwykle nie zmienia się [8]. Nadmierny wzrost SBP w czasie próby wysiłkowej może zapowiadać rozwój nadciśnienia tętniczego w przyszłości [13] i może wiązać się z powstaniem choroby wieńcowej potwierdzonej badaniem angiograficznym [8]. Natomiast niedostateczny wzrost SBP lub jego obniżenie w trakcie testu wysiłkowego może być spowodowany m.in. ciężkim upośledzeniem czynności lewej komory lub niedokrwieniem mięśnia sercowego [6].

Wzrost SBP powinien nastąpić natychmiast po rozpoczęciu wysiłku fizycznego. Krzywa zależności między obciążeniem wysiłkowym a zmianami SBP powinna mieć bardziej stromy przebieg niż krzywa zależności między obciążeniem a DBP [14]. Taki efekt wiąże się z rozszerzeniem naczyń w pracujących mięśniach szkieletowych, które może spowodować zmniejszenie całkowitego oporu obwodowe-

go wpływającego na ciśnienie rozkurczowe. Podczas wysiłku dynamicznego wykonywanego przez grupę mięśni całkowity opór maleje, a jego zmniejszenie jest proporcjonalne do zwiększenia obciążenia [14].

Należy jednak pamiętać, że leki, m.in. β -blokerzy, zmniejszają spoczynkową i maksymalną wysiłkową częstotliwość skurczów serca i stopień wzrostu ciśnienia tętniczego podczas wysiłku, a przez to mogą obniżyć diagnostyczną wartość badania [15].

Jednak przewlekłe przyjmowanie leków β -adrenolitycznych nie powinno stanowić przeciwwskazania do dalszego postępowania diagnostyczno-terapeutycznego [15].

Mniejszy wzrost DBP w trakcie próby wysiłkowej u osób z IHD w porównaniu z mężczyznami klinicznie zdrowymi może prawdopodobnie wiązać się z przyjmowaniem β -blokerów. Leki te wiążą się z receptorami β -adrenergicznymi, powodując odwracalne antagonistyczne działanie w stosunku do skutków pobudzenia układu współczulnego różnych narządów [1, 3]. Ich działanie jest widoczne wtedy, gdy następuje wzrost aktywności składowej współczulnej autonomicznego układu nerwowego, np. w trakcie wysiłku fizycznego [16]. W naczyniach obwodowych znajdują się receptory β_2 odpowiedzialne za rozkurcz naczyń, a tym samym zmniejszenie oporu obwodowego. Zablokowanie tej funkcji zmniejsza przepływ tkankowy przez naczynie i może powodować wzrost również DBP w trakcie wysiłku [16]. Zatem SBP jest niższe podczas submaksymalnych wysiłków fizycznych wykonywanych przez osoby przyjmujące leki blokujące receptory β -adrenergiczne. Trudno jest ocenić, czy blokada receptorów β wpływa na zmiany DBP podczas wysiłków, ponieważ nieinwazyjne pomiary mogą być mało miarodajne [5]. Wzrost wartości DBP u badanych osób może wiązać się z występowaniem choroby niedokrwiennej serca lub chwilejnego nadciśnienia tętniczego [17].

U mężczyzn powyżej 45 rż. z jednym lub więcej czynnikami ryzyka choroby wieńcowej (palenie tytoniu, dodatni wywiad rodzinny) test wysiłkowy może być źródłem prognostycznych informacji. Im większa jest liczba czynników ryzyka i im większe ich nasilenie, tym wyższe jest prawdopodobieństwo choroby wieńcowej [15]. Wprowadzenie aktualnych norm ciśnienia tętniczego w trakcie standardowych obciążeń wysiłkowych dla dorosłej populacji chorych z IHD pozwoli dokładniej diagnozować osoby z hipertensyjną odpowiedzią na wysiłek fizyczny, nadciśnieniem tętniczym oraz nadciśnieniem białego fartucha i traktować je jako ważną informację

o znaczeniu rokowniczym w prewencji pierwotnej i wtórnej choroby niedokrwiennej serca oraz leczeniu nadciśnienia tętniczego.

Wnioski

1. U mężczyzn z IHD wzrost ciśnienia skurczowego w czasie wysiłku fizycznego można opisać równaniem: $\text{wysiłkowe ciśnienie skurczowe [mm Hg]} = 0,386 \times \text{obciążenie [W]} + 129,44$.

2. W czasie submaksymalnego testu wysiłkowego skurczowe ciśnienie tętnicze u mężczyzn z IHD jest istotnie niższe przy takich samych obciążeniach w porównaniu ze zdrowymi mężczyznami.

3. Istotny wpływ na obserwowane zjawisko może mieć farmakoterapia stosowana w ramach prewencji wtórnej i skuteczna kontrola ciśnienia tętniczego krwi u mężczyzn z chorobą niedokrwinną serca.

Streszczenie

Wstęp: Reakcja ciśnienia tętniczego na jednorazowy, stopniowany, submaksymalny wysiłek fizyczny jest — oprócz objawów klinicznych, zapisu elektrokardiograficznego i wydolności fizycznej — istotnym wskaźnikiem oceny testu wysiłkowego zarówno u osób zdrowych, jak i chorych. Poznanie wartości ciśnienia tętniczego uzyskane podczas kolejnych obciążeń w trakcie wysiłku jest niezbędne w procesie diagnostycznym podczas kontroli skuteczności leczenia oraz w ocenie tolerancji wysiłku u osób chorych. Dotyczy to również grupy pacjentów z chorobą niedokrwinną serca (IHD) biorących udział w rehabilitacji kardiologicznej. Celem pracy była charakterystyka zmian wartości ciśnienia tętniczego pod wpływem stopniowanego, jednorazowego, submaksymalnego wysiłku fizycznego w grupie dorosłych mężczyzn z IHD i porównanie ich ze zmianami odnotowanymi u klinicznie zdrowych mężczyzn w tym samym wieku.

Materiał i metody: Badanie przeprowadzono u 81 mężczyzn z IHD poddawanych ambulatoryjnej rehabilitacji kardiologicznej, w wieku $52,4 \pm 6,4$ roku oraz w grupie kontrolnej obejmującej 107 klinicznie zdrowych mężczyzn w wieku $48,8 \pm 8,9$ roku. Submaksymalne testy wysiłkowe wykonano na ergometrze rowerowym firmy Monark, z oprogramowaniem kardiologicznym: CASE-16 firmy DRG. Pomiaru ciśnienia tętniczego dokonywano w spoczynku oraz w ostatniej minucie każdego obciążenia, na lewym ramieniu badanego za pomocą aparatu sprężynowego firmy INCO-VERITAS SA, zgodnie z metodyką zalecaną przez Polskie Towarzystwo Nadciśnienia Tętniczego z 2003 r. Testy wysiłkowe u mężczyzn z IHD przeprowadzono, nie przerywając farmakoterapii.

Wyniki: W trakcie stopniowanego wysiłku fizycznego skurczowe ciśnienie tętnicze wzrastało istotnie wraz ze zwiększeniem obciążenia zarówno u mężczyzn z IHD, jak i u mężczyzn klinicznie zdrowych. Podczas takiego samego obciążenia wartości skurczowego ciśnienia tętniczego były istotnie wyższe u osób zdrowych niż u mężczyzn z IHD. Odpowiedź tensyjna na wysiłek fizyczny u mężczyzn z IHD stosujących przewlekłe leki (m.in. β -bloker) jest istotnie niższa średnio o $8,3 \pm 4,4$ mm Hg dla ciśnienia skurczowego niż u mężczyzn klinicznie zdrowych. Nie wykazano między grupami istotnych statystycznie różnic dotyczących wartości rozkurczowego ciśnienia tętniczego. W pracy przedstawiono zależność między średnimi wartościami ciśnienia tętniczego w czasie testu wysiłkowego a wielkością obciążenia u mężczyzn z IHD i mężczyzn klinicznie zdrowych, które można wykorzystać w diagnostyce wysiłkowej i praktyce klinicznej.

Wnioski: U mężczyzn z IHD wzrost skurczowego ciśnienia tętniczego w czasie wysiłku fizycznego można opisać za pomocą równania: $\text{wysiłkowe ciśnienie skurczowe [mm Hg]} = 0,386 \times \text{obciążenie [W]} + 129,44$. W czasie submaksymalnego testu wysiłkowego przy takich samych obciążeniach skurczowe ciśnienie tętnicze u mężczyzn z IHD jest istotnie niższe niż u mężczyzn bez IHD. Znamienny wpływ na obserwowane zjawisko może mieć farmakoterapia stosowana w ramach prewencji wtórnej i skuteczna kontrola ciśnienia tętniczego u mężczyzn z IHD. (Folia Cardiol. 2005; 12: 811–819)

odpowiedź tensyjna, wysiłek fizyczny, test wysiłkowy, pomiar ciśnienia tętniczego

Piśmiennictwo

1. Kozłowski S., Nazar K. Kolciuba-Uściłko H. Fizjologia wysiłków fizycznych W: Kozłowski S., Nazar K. red. Wprowadzenie do fizjologii klinicznej. PZWL, Warszawa 1999: 169–342.
2. Kośmicki M. Choroba wieńcowa w praktyce lekarza rodzinnego. Poznań 2001: 37–40.
3. Clausen J.P., Arsen O.A., Trap-Jensen J. Physical training in the management of coronary artery disease. *Circulation* 1969; 40: 143–154.
4. Detry J.R., Bruce R.A. Effects of nitroglycerin on “maximal” oxygen intake and exercise electrocardiogram in coronary heart disease. *Circulation* 1971; 43: 155–163.
5. Hellerstein H.K. Exercise therapy in coronary disease. *Bull. N.Y. Acad. Med.* 1968; 44: 1028–1047.
6. Fletcher G.F. Ujednolicone zasady wykonywania prób wysiłkowych i prowadzenia treningu fizycznego. *Circulation* 2001; 104: 1694–1740.
7. Heck H., Rost R., Hollmann W. Normwerte des Blutdrucks bei der Fahrradergometrie. *Dts. Z. Sportmed.* 1984; 35: 243–249.
8. Zalecenia European Society of Hypertension. Pomiar ciśnienia krwi — tradycyjne, automatyczne i domowe. *Med. Prakt.* 2005; 1–2: 33–45.
9. Stanowisko Komisji ds. Opracowania Standardów Rehabilitacji Kardiologicznej Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego. Kompleksowa Rehabilitacja Kardiologiczna. *Folia Cardiol.* 2004; 11 (supl. A): A1–A48.
10. Głuszek J., Grodzicki T., Januszewicz A., Kawecka-Jaszc K., Narkiewicz K., Tykarski A. Skrócone zasady postępowania w nadciśnieniu tętniczym, Nadciśnienie Tętnicze 2003; supl. A: A1–A21.
11. Obrien E.T., Petrie J.C., Littler W.A. i wsp. Pomiar ciśnienia tętniczego krwi. Polskie Towarzystwo Nadciśnienia Tętniczego, Gdańsk 1998: 1–31.
12. Wożakowska-Kapłon B. Nadciśnienie tętnicze u kobiet. *Pol. Przegl. Kardiol.* 2004; 6: 93–97.
13. Szczepańska-Sadowska E. Wysiłek fizyczny w nadciśnieniu tętniczym. W: Januszewicz A., Januszewicz W., Szczepańska-Sadowska E., Sznajderman M. red. Nadciśnienie Tętnicze. Medycyna Praktyczna, Kraków 2004: 135–141.
14. Kawecka-Jaszc K. Leczenie nadciśnienia tętniczego — zalecenia Europejskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego i Europejskiego Towarzystwa Kardiologicznego z 2003 roku. *J. Hypertens.* 2003; 3: 8–10.
15. Zawadzka-Byśko M., Dzikusko-Fedorko E. Znaczenie testów wysiłkowych w diagnostyce choroby niedokrwiennej serca. *Choroba Wieńcowa* 2004; 6: 10–23.
16. Aktualne (2004) stanowisko ekspertów European Society of Cardiology. Blokery receptora adrenergicznego β . *Med. Prakt.* 2004; 10: 31–69.
17. Froelicher V.F. Podręcznik testów wysiłkowych. Warszawa 1999: 53–61.