

<sup>1</sup>Katedra i Klinika Nadciśnienia Tętniczego, Chorób Naczyń i Chorób Wewnętrznych Akademii Medycznej im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

<sup>2</sup>Klinika Kardiologii Akademii Medycznej im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

# Wpływ redukcji masy ciała na podatność aorty u pacjentów z nadciśnieniem tętniczym w podeszłym wieku

## Effect of weight reduction on aortic compliance in elderly hypertensive patients

### Summary

**Background** In the population of elderly people the cardiovascular risk is increased, especially when obesity and hypertension coexist. In this patients group the isolated systolic hypertension is prevalent form of hypertension and it is the result of decreased compliance of aortic wall. Obesity affect negatively arterial compliance. This effect is shown in elderly patients. The influence of weight reduction on elastic properties of aorta is unclear.

**Material and methods** 52 patients with essential hypertension aged over 65 years were divided into 2 subgroups according to BMI and WHR: overweight and obese (with central obesity). The body mass index, waist to hip ratio and pulse wave velocity were measured before and after 6 months during reduction body mass program which included weight reducing diet and increased physical activity.

**Results** The pulse wave velocity were significantly higher in the subgroup with obesity in comparison with overweight subgroup. After 6 months during body mass reduction program there were 51% overweight and 56% obese patients who reached expected weight loss (9%). Significant decrease of pulse wave velocity occurred only in obese subgroup and this effect was independent of body mass reduction degree. No relationship was found between pulse wave velocity and body mass reduction neither in the

overweight subgroup nor in this part of obese subgroup which didn't reduce body weight.

**Conclusions** 1. Reduction of body mass improve aortic compliance in obese hypertensive elderly people. 2. In the overweight hypertensives there is no relationship between body weight loss and elastic properties of aorta.

**key words:** hypertension, weight reduction, aortic compliance

*Arterial Hypertension 2004, vol. 8, no 4, pages 231–238.*

### Wstęp

Nadciśnienie tętnicze jest jednym z podstawowych czynników ryzyka chorób układu sercowo-naczyniowego, zwłaszcza w połączeniu z otyłością. Nadmierna masa ciała sprzyja miażdżycy poprzez swój niekorzystny wpływ na profil lipidów w surowicy oraz rozwój insulinooporności i nadciśnienia tętniczego [1, 2].

Zwiększone ryzyko chorób układu sercowo-naczyniowego występuje w populacji osób starszych, w której często spotyka się skojarzenie nadciśnienia tętniczego z otyłością. W tej grupie dominuje postać izolowanego nadciśnienia skurczowego (ISH, *isolated systolic hypertension*), związanego ze spadkiem podatności dużych tętnic przepływowych. Charakterystyczne dla tej postaci nadciśnienia jest wysokie ciśnienie tętna, będące niezależnym czynnikiem ryzyka epizodów sercowo-naczyniowych, głównie

Adres do korespondencji: dr med. Aleksandra Rutz-Danielczak  
Katedra i Klinika Nadciśnienia Tętniczego,  
Chorób Naczyń i Chorób Wewnętrznych  
Akademii Medycznej im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu  
ul. Długa 1/2, 61-848 Poznań  
tel.: (061) 854-92-83, faks: (061) 854-90-86

 Copyright © 2004 Via Medica, ISSN 1428-5851

u osób z nadciśnieniem. Również wzrost prędkości fali tętna (PWV, *pulse wave velocity*), która jest odwrotnie proporcjonalna do podatności naczynia, jest (obok wysokiego ciśnienia tętna, przerostu lewej komory i hipercholesterolemii) jednym z najsilniejszych wskaźników ryzyka incydentów sercowo-naczyniowych [3–7].

Doniesienia o zależności między otyłością a podatnością tętnic są sprzeczne. Niektóre badania [8–10] wykazały, że młodzi otyli ludzie charakteryzują się większą podatnością tętnic niż badani z prawidłową masą ciała. Wyniki wcześniejszych badań własnych sugerują, że otyłość wpływa niekorzystnie na podatność dużych tętnic, co ujawnia się dopiero w starszym wieku [11]. Toto-Moukoko i wsp. [12] stwierdzili podobną zależność jedynie w grupie chorych z nadciśnieniem. Popele i wsp. [13] wykazali w grupie kobiet korelację między podatnością tętnic a wskaźnikiem talia/biodra (WHR, *waist to hip ratio*).

Zależność przyczynowo-skutkową między otyłością a podatnością tętnic próbują wyjaśnić badania oceniające wpływ redukcji masy ciała na parametry obrazujące podatność tętnic. Toto-Moukoko i wsp. [12], potwierdzając dodatnią zależność między PWV w tętnicy ramiennej i promieniowej a wskaźnikiem masy ciała (BMI, *body mass index*), stwierdzili, że u pacjentów otyłych wraz z redukcją masy ciała dochodzi do poprawy podatności tętnic, niezależnie od wieku, płci i wartości ciśnienia tętniczego. Z kolei w badaniach Balkenstein i wsp. [14] redukcja masy ciała również prowadziła do poprawy podatności tętnic, ale autorzy wiązali to ze spadkiem ciśnienia tętniczego.

Ze względu na duże znaczenie podatności tętnic dla rokowania oraz częste występowanie otyłości w populacji osób starszych autorzy pracy podjęli się oceny wpływu redukcji masy ciała na podatność aorty u chorych z nadciśnieniem w podeszłym wieku z nadwagą i otyłością.

## Material i metody

Badaniem objęto 52 pacjentów w podeszłym wieku (66–73 lat, średni wiek  $68,1 \pm$  lat), w tym 23 kobiety i 29 mężczyzn, z nadciśnieniem tętniczym pierwotnym, łagodnym lub umiarkowanym, i z nadwagą (27 osób — BMI 25–30 kg/m<sup>2</sup>) lub otyłością (25 osób — BMI > 30 kg/m<sup>2</sup>). Do badania włączano jedynie chorych spełniających kryteria otyłości typu brzuszno. Pacjentów kwalifikowano po wykluczeniu za pomocą dostępnych metod diagnostycznych nadciśnienia tętniczego wtórnego oraz po potwierdzeniu dostatecznej motywacji do uczestnictwa w programie redukcji masy ciała. Kontrolę ciśnienia tętniczego uży-

skano, stosując leczenie diuretykiem tiazydowym i antagonistą wapnia (hydrochlorotiazid lub indapamina) i amlodipina lub nitrendipina). Z badań wykluczono chorych z niekontrolowanym nadciśnieniem tętniczym (dopuszczano możliwość ciśnienia skurczowego w przedziale 140–159 mm Hg) lub wymagających terapii trójlekowej. W szczególności w ciągu 3 miesięcy poprzedzających badanie pacjenci nie mogli stosować inhibitorów konwertazy angiotensyny.

Wszyscy pacjenci zostali włączeni do programu redukcji masy ciała, który obejmował ocenę (z pomocą dietetyka) dotychczasowych nawyków żywieniowych oraz aktywności fizycznej pacjenta, opracowanie na tej podstawie diety redukcyjnej o 700 kcal (1200–2000 kcal/d.) i zalecenie ćwiczeń aerobowych (co najmniej 30 min/d., 3 razy w tygodniu). Badanych przeszkolono w zakresie przestrzegania diety niskokalorycznej i zaopatrzone w materiały do stosowania zamienników kalorycznych. Ze względu na wiek i obniżoną sprawność w celu zwiększenia aktywności fizycznej zalecano pacjentom głównie ćwiczenia marszowe (30–60 min/d.), a deklarującym lepszą kondycję — pływanie, jazdę na rowerze zwykłym lub stacjonarnym i ćwiczenia pod kierunkiem instruktora. Podczas 3 wizyt pośrednich (po około 1, 2 i 4 miesiącach) kontrolowano masę ciała i ciśnienie tętnicze, w razie potrzeby modyfikując dawkę leków hipotensyjnych.

U wszystkich badanych oceniano BMI oraz PWV w aorcie. Pomiaru obu parametrów wykonano u wszystkich badanych na początku badania, czyli po uzyskaniu normalizacji ciśnienia, a przed wdrożeniem programu redukcji masy ciała, i po 6 miesiącach trwania programu. Ponadto wyjściowo oceniano WHR.

Wskaźnik masy ciała obliczano według wzoru:

$$\text{BMI} = \text{masa ciała [kg]} / \text{wzrost}^2 [\text{m}^2]$$

Na podstawie wielkości BMI pacjentów podzielono na 2 grupy: z nadwagą (27 osób — BMI 25–30 kg/m<sup>2</sup>) i z otyłością (25 osób — BMI > 30 kg/m<sup>2</sup>).

Wskaźnik talia/biodra uzyskano, mierząc obwód talii w najwyższym miejscu, a obwód bioder na wysokości krętarzy większych. Za kryterium otyłości brzusznej przyjęto WHR  $\geq 0,85$  dla kobiet i WHR  $\geq 1,0$  dla mężczyzn [15].

Podatność aorty oceniano metodą nieinwazyjną, dokonując pomiaru PWV w aorcie za pomocą aparatu Complior. Urządzenie to posiada 2 czujniki tonometryczne TY-306 (Fukada Co) rejestrujące zmiany ciśnienia w zakresie 0,01–100 Hz, co obejmuje częstotliwości harmoniczne fali ciśnienia wytwarzanej przy różnej częstotliwości pracy serca. Po rejestracji i przetworzeniu komputerowym impulsy zostają wzmocnione w celu uzyskania optymalnego obrazu krzywej

fali tętna z obu tętnic. Po zawieszeniu rejestracji program dokonuje obliczenia czasu opóźnienia pojawienia się tętna na tętnicy udowej w stosunku do tętna na tętnicy szyjnej. U każdego pacjenta przeprowadzono 8–15 pomiarów i obliczono średnią. Miarą PWV jest stosunek odległości między punktami rejestracji nad tętnicą szyjną i udową do czasu przejścia fali tętna pomiędzy tymi punktami [16, 17].

$$\text{PWV} = \text{odległość [m]} / \text{czas [s]}$$

W badaniach statystycznych służących do oceny istotności różnic średnich zastosowano test *t*-Studenta dla zmiennych niepowiązanych, zaś do oceny zależności między badanymi zmiennymi obliczano współczynnik korelacji liniowej Pearsona.

## Wyniki

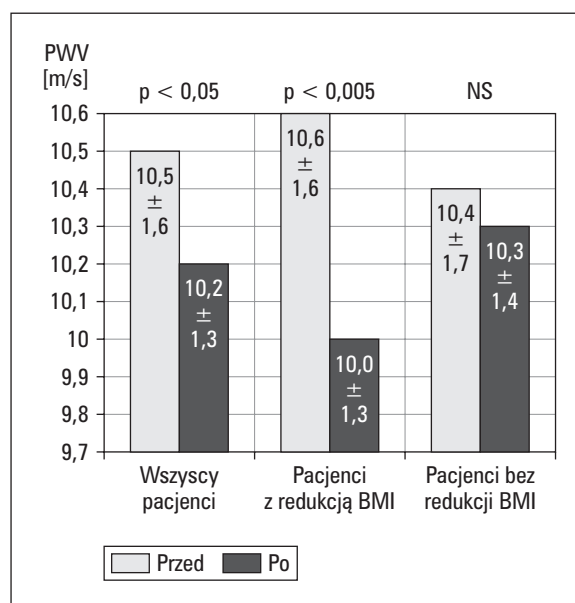
W tabeli I przedstawiono charakterystykę grup osób z nadciśnieniem z nadwagą i otyłością. Wiek, płeć, wysokość skurczowego i rozkurczowego ciśnienia tętniczego przed wprowadzeniem diety redukcyjnej i po 6 miesiącach programu nie różniły się istotnie pomiędzy pacjentami z obu grup. Ogółem 73% badanych stanowili pacjenci z izolowanym nadciśnieniem skurczowym.

Prędkość fali tętna w aorcie była istotnie wyższa ( $p < 0,05$ ) w grupie pacjentów z nadciśnieniem z otyłością ( $11,6 \pm 2,1$  m/s) w porównaniu z grupą pacjentów z nadciśnieniem z nadwagą ( $9,5 \pm 1,5$  m/s).

Po 6 miesiącach trwania programu redukcji masy ciała średni BMI zmniejszył się w grupie z nadwagą z  $27,9 \pm 1,0$  kg/m<sup>2</sup> do  $26,3 \pm 1,0$  kg/m<sup>2</sup>, a w grupie

z otyłością z  $34,3 \pm 2,6$  kg/m<sup>2</sup> do  $32,3 \pm 2,3$  kg/m<sup>2</sup>. Jednak jedynie 14 pacjentów z grupy z nadwagą (51%) i 14 pacjentów z grupy z otyłością (56%) uzyskało istotną redukcję masy ciała. Pozostali badani nie osiągnęli dostatecznego spadku masy ciała.

Średnia PWV zmniejszyła się w ciągu 6 miesięcy w całej badanej grupie z  $10,5 \pm 1,6$  m/s do  $10,2 \pm 1,3$  m/s. Różnica ta była znamienna statystycznie. Analiza zmian PWV w zależności od efektu redukcji masy ciała (ryc. 1) wykazała istotny spadek PWV jedynie w grupie, która uzyskała redukcję BMI.



**Rycina 1.** Zmiany prędkości fali tętna (PWV) w aorcie u chorych z nadciśnieniem w zależności od efektu redukcji masy ciała

**Figure 1.** Changes in pulse wave velocity in relation to effectiveness of body mass reduction

**Tabela I.** Charakterystyka badanych grup

**Table I.** Characteristics of the studied groups

	Pacjenci z nadciśnieniem tętniczym i otyłością	Pacjenci z nadciśnieniem tętniczym i nadwagą	p
Wiek (lata)	68,0 ± 1,9	68,2 ± 1,6	NS
Płeć (K/M)	14/11	15/12	NS
SBP V0	162,3 ± 12,5	159,6 ± 11,4	NS
DBP V0	86,7 ± 8,9	84,4 ± 7,2	NS
SBP V6	162,3 ± 12,5	162,3 ± 12,5	NS
DBP V6	86,7 ± 8,9	86,7 ± 8,9	NS
ISH	18 (72%)	20 (74%)	NS

ISH, *isolated systolic hypertension*, izolowane nadciśnienie skurczowe;  
SBP, *systolic blood pressure*, skurczowe ciśnienie tętnicze;  
DBP, *diastolic blood pressure*, rozkurczowe ciśnienie tętnicze

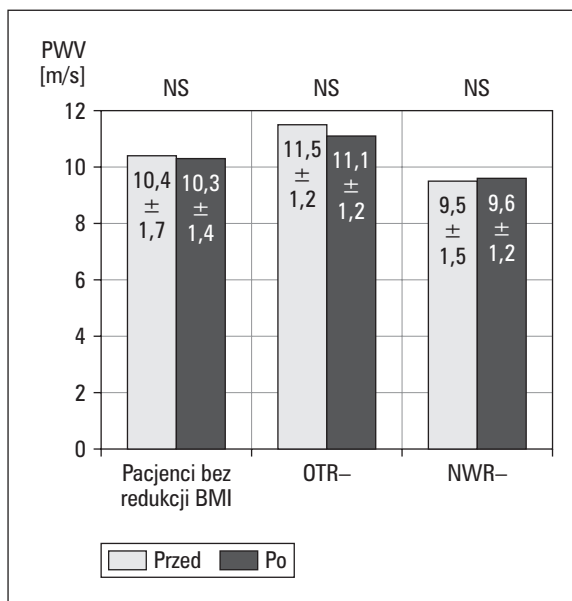
Podział pacjentów z redukcją i bez redukcji masy ciała w zależności od wyjściowej masy ciała wykazał, że znamienne spadki PWV wystąpił jedynie w podgrupie pacjentów z otyłością, u których nastąpiła redukcja masy ciała. U pacjentów z nadwagą mimo redukcji masy ciała, a także u pacjentów bez redukcji BMI niezależnie od wyjściowej masy ciała, nie stwierdzono istotnych zmian PWV (ryc. 2 i 3).

Natomiast istotną zależność pomiędzy zmianami PWV a zmianami BMI stwierdzono w grupie pacjentów otyłych, niezależnie od stopnia redukcji masy ciała (ryc. 4 i 5). W podgrupie z nadwagą nie wykazano związku pomiędzy zmianami PWV a zmianami BMI (tab. II).

## Dyskusja

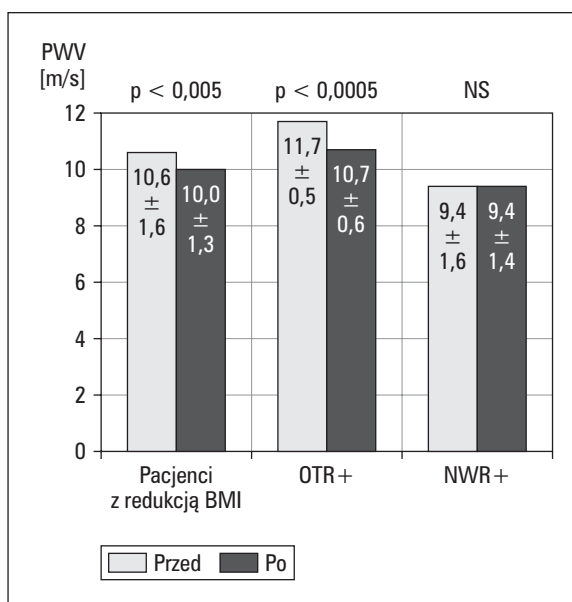
Otyłość i naciśnienie tętnicze są uznanymi czynnikami ryzyka sercowo-naczyniowego, a ich znaczenie ujawnia się szczególnie w podeszłym wieku. Podłoże patofizjologiczne naciśnienia tętniczego jest złożone. U osób starszych charakterystyczną postacią naciśnienia tętniczego jest ISH, którego rozwój w znacznym stopniu uwarunkowany jest spadkiem podatności aorty i dużych tętnic przepływowych. Fizjologicznie, duże naczynia, dzięki zawartości włókien sprężystych i związanej z tym znacznej rozszerzalności, pełnią rolę buforującą, przyjmując w krótkim czasie wyrzucaną przez lewą komorę serca objętość krwi. Z wiekiem dochodzi do przebudowy ścian tętnic polegającej na zastępowaniu włókien elastycznych przez włókna kolagenowe, powstawaniu zwapnień i fragmentacji błony wewnętrznej. W efekcie proces ten powoduje usztywnienie ściany i spadek podatności naczyń, co negatywnie wpływa na właściwości buforujące tętnic przepływowych. W konsekwencji zwiększa się PWV w aorcie, dochodzi do przedwczesnego jej odbicia, sumowania się fali rozchodzącej i odbitej oraz do dalszego wzrostu ciśnienia skurczowego [3–6, 16, 18].

Brakuje jednoznacznych ustaleń na temat wpływu zwiększonej masy ciała na własności sprężyste dużych naczyń. Zdaniem wielu autorów [8, 9, 19] podatność naczyń w otyłości zwiększa się, głównie na skutek obniżenia się oporu obwodowego. Zjawisko to obserwuje się szczególnie w grupie młodych osób z naciśnieniem. We wcześniejszym przeprowadzonym przez autorów pracy badaniu u starszych pacjentów z naciśnieniem tętniczym stwierdzono obniżoną podatność tętnic w grupie osób otyłych w porównaniu do osób z prawidłową masą ciała. Podobne wyniki przedstawili Toto-Muokou i wsp. [12]. Ujawnienie się w starszym wieku niekorzystnego wpływu



**Rycina 2.** Zmiany prędkości fali tętna (PWV) w aorcie u pacjentów bez redukcji masy ciała z nadwagą (NWR-) lub otyłością (OTR-)

**Figure 2.** Changes in pulse wave velocity in patients without body mass reduction with overweight or obesity

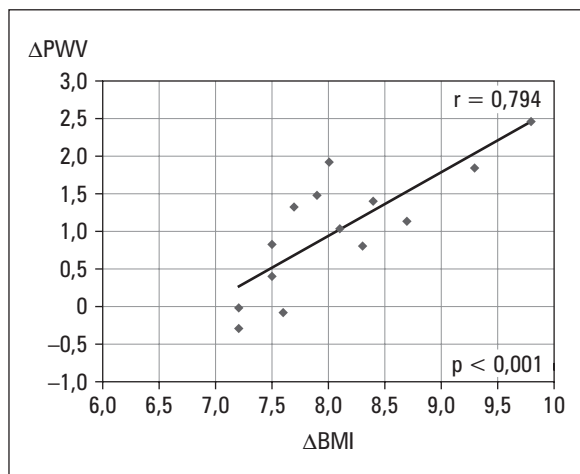


**Rycina 3.** Zmiany prędkości fali tętna (PWV) w aorcie u pacjentów z redukcją masy ciała i nadwagą (NWR+) lub otyłością (OTR+)

**Figure 3.** Changes in pulse wave velocity in patients with body mass reduction and overweight or obesity

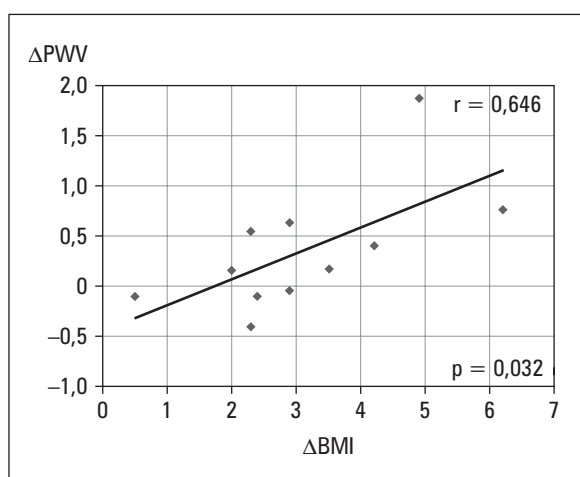
otyłości na rozszerzalność dużych naczyń może sprzyjać częstszemu występowaniu epizodów sercowo-naczyniowych w tej grupie chorych z naciśnieniem tętniczym [10].

Badania oceniające wpływ redukcji masy ciała na podatność tętnic dostarczają nowych informacji na



**Rycina 4.** Korelacja zmian wskaźnika masy ciała (BMI) i zmian prędkości fali tętna (PWV) w aorcie u pacjentów otyłych z redukcją masy ciała

**Figure 4.** Correlation of BMI changes and PWV changes in obese patients with body mass reduction



**Rycina 5.** Korelacja zmian wskaźnika masy ciała (BMI) i zmian prędkości fali tętna (PWV) w aorcie u pacjentów otyłych bez redukcji masy ciała

**Figure 5.** Correlation of BMI changes and PWV changes in obese patients without body mass reduction

temat zależności między otyłością a sztywnością naczyń. Aby ocenić wpływ zmniejszenia masy ciała na właściwości sprężyste tętnic przepływowych u osób starszych, badanych pacjentów poddano programowi odchudzającemu. Podzielono ich na 2 podgrupy: z nadwagą i z otyłością. Redukcja masy ciała u osób z nadciśnieniem z nadwagą nie wpłynęła istotnie na PWV w aorcie. Z kolei u chorych z otyłością PWV obniżyła się istotnie po 6-miesięcznym odchudzaniu w grupie pacjentów, którzy osiągnęli pożądany spadek masy ciała. Jednak również w grupie otyłych chorych z nadciśnieniem bez istotnego spadku masy

**Tabela II.** Zmiany wskaźnika masy ciała a zmiany prędkości fali tętna w aorcie w zależności od wyjściowej masy ciała i efektu jej redukcji

**Table II.** Correlations of BMI changes and PWV changes in relation to basic body mass and effectiveness of body mass reduction

	r	p
NWR–	0,198	0,516
NWR+	0,512	0,061
<b>OTR–</b>	<b>0,646</b>	<b>0,032</b>
<b>OTR+</b>	<b>0,794</b>	<b>0,001</b>
NWR– i OTR–	0,301	0,153
NWR+ i OTR+	0,277	0,154

NWR+, *overweight patients with body mass reduction*, pacjenci z nadwagą, z redukcją masy ciała; NWR–, *overweight patients without body mass reduction*, pacjenci z nadwagą, bez redukcji masy ciała; OTR+, *obese patients with body mass reduction*, pacjenci z otyłością, z redukcją masy ciała; OTR–, *obese patients without body mass reduction*, pacjenci z otyłością, bez redukcji masy ciała

ciała zmniejszenie BMI korelowało dodatnio ze zmniejszeniem PWV, co oznacza, że u osób otyłych, w odróżnieniu od tych z mniejszą nadwagą, nawet niewielki spadek BMI uruchamia mechanizmy poprawiające właściwości sprężyste dużych tętnic. W swoich badaniach Balkenstein i wsp. [14] stwierdzili także poprawę podatności tętnic po 3-miesięcznym programie redukcji masy ciała u młodych zdrowych mężczyzn z otyłością. Właściwości ocenianych naczyń (t. szyjna wspólna i t. ramienna) korelowały jednak nie z BMI, a ze średnim ciśnieniem tętniczym. W badaniu własnym wartości ciśnienia tętniczego przed programem odchudzającym i po jego zakończeniu nie różniły się istotnie. Rozbieżność wyników można tłumaczyć tym, że badanie Balkenstein i wsp. trwało połowę krócej, dotyczyło tylko młodych mężczyzn i oceniano inny typ naczyń. Natomiast w cytowanym badaniu Toto-Muokouo i wsp. [12] poprawa podatności aorty u pacjentów otyłych pod wpływem redukcji masy ciała była niezależna od wieku, płci i wartości ciśnienia tętniczego. Z kolei Yamashita i wsp. [20] badali wpływ utraty masy ciała i rodzaju diety na właściwości sprężyste naczyń u otyłych kobiet w wieku przedmenopauzalnym. Wykazali oni poprawę podatności tętnic po odchudzaniu, jednak nie stwierdzili korelacji między BMI a podatnością tętnic. Taką zależność zaobserwowano między spadkiem ciśnienia tętniczego a wskaźnikiem otyłości brzusznej — WHR. Również w badaniu Complier [21] stwierdzono, że u kobiet WHR wykazuje niezależną od innych badanych czynników korelację z PWV.

Na właściwości sprężyste tętnic wpływa wiele czynników, z których najważniejszymi są: ich struktura

morfologiczna, działające na nie siły rozciągające oraz osobnicze cechy antropometryczne (wzrost, masa ciała). Poza tym ważną rolę odgrywają tu napięcie układu współczulnego oraz czynniki humoralne (katecholaminy, angiotensyna, insulina, leptyna etc.). Sekrecja wielu z tych mediatorów oraz odpowiedź na nie ściany naczyniowej w dużym stopniu zależą od prawidłowej funkcji śródbłonna [22–26]. Różnorodne zależności występujące pomiędzy poszczególnymi czynnikami determinującymi w końcowym efekcie podatność i rozszerzalność ściany tętniczej nie pozwalają jednoznacznie wskazać, który z tych elementów przyczynił się w największym stopniu do poprawy podatności aorty obserwowanej u niektórych pacjentów w badaniu przeprowadzonym przez autorów niniejszej pracy. Prawdopodobnie za poprawę właściwości sprężystych tętnic odpowiedzialnych było kilka mechanizmów. Wiedza na temat czynników fizjologicznych i patologicznych wpływających na strukturę i właściwości ściany naczyniowej nakazuje rozważyć efekt zmian wysokości ciśnienia, wpływ treningu fizycznego (niezależny od zmniejszenia masy ciała), wpływ zmniejszonej zawartości soli w diecie oraz wtórnie do redukcji masy ciała spadku aktywności układu współczulnego i stężenia leptyny.

Wysokość ciśnienia tętniczego jest obok wieku głównym czynnikiem determinującym PWV i podatność tętnic. Niezależnie od zmian strukturalnych spowodowanych długotrwałą obecnością nadciśnienia tętniczego sama wysokość ciśnienia w danej chwili wpływa na pomiar PWV w naczyniu, a więc na jego podatność. Im wyższe ciśnienie w tętnicy, tym większa PWV [27, 28]. Jednocześnie redukcja masy ciała jest uznanym czynnikiem leczenia nefarmakologicznego nadciśnienia tętniczego. Dlatego logiczny wydaje się wpływ redukcji masy ciała na poprawę podatności tętnic. Jednak w badaniu autorów pracy nie uzyskano dodatkowego efektu hipotensyjnego w trakcie programu odchudzającego, prawdopodobnie z uwagi na dobrą farmakologiczną kontrolę ciśnienia jeszcze przed rozpoczęciem badań. Badania wykazujące związek pomiędzy redukcją masy ciała a obniżeniem ciśnienia tętniczego dotyczyły na ogół pacjentów z nieprawidłowymi wartościami ciśnienia i powikłaniami narządowymi [29, 30]. W polskich badaniach nad wpływem redukcji masy ciała na wysokość ciśnienia tętniczego u osób z prawidłowym ciśnieniem nie stwierdzono zmniejszenia wartości ciśnienia, a jedynie poprawę profilu dobowego [31].

Wszyscy pacjenci deklarowali aktywny wysiłek fizyczny, zgodnie z zaleceniami dietetyka prowadzącego. W pracy Camerona i wsp. [32], dotyczącej wpływu aktywności fizycznej na właściwości sprężyste aorty, zaobserwowano poprawę podatności na-

czyn wynikającą przypuszczalnie z poprawy funkcji śródbłonna i spadku napięcia mięśniówki gładkiej naczyń wskutek 4-tygodniowego okresu zwiększonej aktywności fizycznej. Z kolei Kikiyama i wsp. [33] w badaniu retrospektywnym oceniali podatność aorty w grupach osób prowadzących siedzący tryb życia oraz uprawiających wysiłek fizyczny w średnim lub umiarkowanym stopniu. Stwierdzili oni, że aktywność fizyczna wyraźnie opóźnia pojawienie się zmian degeneracyjnych w aorcie związanych ze starzeniem się organizmu, a skutkujących zmniejszeniem jej elastyczności. Również w badaniach Gąsowskiego [34] i Vaitkeviciusa i wsp. [35] wykazano upośledzenie podatności naczyń u osób prowadzących mało aktywny tryb życia. W badaniu przeprowadzonym przez autorów niniejszej pracy wzrost aktywności fizycznej u pacjentów był umiarkowany, z uwagi na wiek i dotychczasowy siedzący tryb życia. Badanie trwało 6 miesięcy, czyli dłużej, niż wymienione wcześniej programy. Dieta i wysiłek fizyczny obejmowały obie badane grupy pacjentów: z otyłością i z nadwagą. Tak więc można było oczekiwać, iż poprawa właściwości sprężystych tętnic, o ile wynikałaby z aktywnego wysiłku fizycznego, dotyczyłoby wszystkich badanych, jednak istotny spadek PWV odnotowano jedynie w grupie z otyłością.

Kolejnym wytłumaczeniem poprawy podatności tętnic u osób otyłych w trakcie programu redukcji masy ciała mogłoby być zmniejszenie zawartości soli w diecie, mimo że w badaniu nie zalecano diety *sensu stricte* niskosodowej. Polegała ona głównie na zmniejszeniu kaloryczności potraw przez zastąpienie produktów z dużą zawartością tłuszczów i węglowodanów warzywami i owocami, co musiało się wiązać ze zmniejszeniem zawartości sodu w diecie. Stwierdzono, że podatność tętnic jest istotnie mniejsza u osób sodowrażliwych niż u osób sodoopornych [36]. Avolio i wsp. [37] wykazali, że dieta niskosodowa zmniejsza sztywność naczyń i efekt ten jest niezależny od wysokości ciśnienia tętniczego. Również podanie dożylnie soli izotonicznej osobom w starszym wieku z nadciśnieniem skurczowym (ISH) wiązało się ze zmniejszeniem podatności tętnicy ramieniowej [38]. W badaniu przeprowadzonym przez autorów pracy ewentualne ograniczenie soli w diecie dotyczyło obu grup pacjentów, stąd istotny udział tego czynnika wydaje się mało prawdopodobny.

Stwierdzona różnica wpływu redukcji masy ciała na podatność aorty w grupie chorych z nadciśnieniem tętniczym z otyłością i nadwagą oraz wyraźna zależność zmian BMI i zmian PWV w grupie otyłych bez względu na tempo redukcji masy ciała sugerują, że zwiększenie podatności aorty w tej grupie osób musi się wiązać z poprawą pewnych zaburzeń, być

może prowadzących do zmian strukturalnych w ścianie naczynia, które początkowo są silniej wyrażone w grupie pacjentów z otyłością. Wpływy troficzne podwyższonej aktywności układu sympatycznego i hiperinsulinemii, dwóch podstawowych mechanizmów odpowiedzialnych według koncepcji Landsberga [39] za nadciśnienie tętnicze u osób z otyłością, sugerują udział tych czynników w upośledzeniu podatności dużych tętnic przepływowych. Badania Grassiego i wsp. [40] wykazały u chorych z zastoinową niewydolnością serca, że pobudzenie adrenergiczne przyczynia się do spadku podatności średnich tętnic. Blokada zwoju ramiennego spowodowała około 30-procentowy wzrost podatności tętnicy promieniowej. Zatem korzystny wpływ na poprawę podatności aorty mogło mieć zmniejszenie napięcia układu współczulnego i stężenia insuliny. Dalszych badań wymaga również ocena ewentualnego wpływu spadku stężenia krążącej leptyny, który zwykle towarzyszy redukcji masy ciała [31]. Hormon ten wpływa aktywująco na układ współczulny [41], a w świetle najnowszych badań spadek jego stężenia może odgrywać znaczącą rolę w procesie poprawy funkcji naczyń. W badaniu przeprowadzonym w grupie otyłych nastolatków współczynnik rozszerzalności tętnicy ramiennej korelował z leptynemią [42].

## Wnioski

1. Nawet nieduża redukcja masy ciała u otyłych pacjentów z nadciśnieniem tętniczym w podeszłym wieku powoduje poprawę podatności dużych naczyń.
2. U osób z nadciśnieniem tętniczym w podeszłym wieku z nadwagą redukcja masy ciała nie wiąże się z poprawą własności elastycznych aorty.

## Streszczenie

**Wstęp** W populacji osób starszych, w której często spotyka się skojarzenie nadciśnienia tętniczego z otyłością, występuje podwyższone ryzyko chorób układu sercowo-naczyniowego. Dominującą postacią nadciśnienia tętniczego w tej grupie pacjentów jest izolowane nadciśnienie skurczowe (ISH), które wynika ze spadku podatności dużych tętnic przepływowych. Otyłość wpływa niekorzystnie na podatność aorty, co ujawnia się w wieku podeszłym. Wpływ redukcji masy ciała na własności sprężyste aorty nie jest jednoznaczny.

**Materiał i metody** 52 pacjentów z nadciśnieniem tętniczym pierwotnym w wieku powyżej 65 lat podzie-

lono na dwie podgrupy: z nadwagą i z otyłością typu brzuszego. U wszystkich badanych oznaczano wskaźnik masy ciała (BMI), wskaźnik talia/biodra (WHR) i prędkość fali tętna (PVW) w aorcie przed 6-miesięcznym programem redukcji masy ciała, który obejmował dietę redukcyjną i wzrost aktywności fizycznej (ćwiczenia aerobowe), i po jego zakończeniu.

**Wyniki** Szybkość fali tętna w aorcie była istotnie wyższa w podgrupie osób z nadciśnieniem z otyłością w porównaniu z podgrupą osób z nadciśnieniem z nadwagą. Po 6 miesiącach trwania programu redukcji masy ciała uzyskano oczekiwany efekt w postaci co najmniej 9-procentowego obniżenia BMI u 51% chorych z nadwagą i u 56% chorych z otyłością. Znamienny spadek szybkości fali tętna w aorcie wystąpił jedynie w podgrupie osób otyłych, u których stwierdzono redukcję masy ciała i to niezależnie od stopnia tej redukcji. W całej podgrupie osób z nadwagą oraz u tych otyłych pacjentów, którzy nie uzyskali spadku BMI, nie stwierdzono istotnych zmian szybkości fali tętna w aorcie.

**Wnioski** 1. Redukcja masy ciała powoduje poprawę podatności dużych naczyń u otyłych pacjentów z nadciśnieniem tętniczym w podeszłym wieku. 2. U osób z nadciśnieniem w podeszłym wieku z nadwagą redukcja masy ciała nie wiąże się z poprawą własności sprężystych aorty.

**słowa kluczowe:** nadciśnienie tętnicze, redukcja masy ciała, podatność tętnic

*Nadciśnienie Tętnicze 2004, tom 8, nr 4, strony 231–238.*

## Piśmiennictwo

1. Kannel W.B., Brand N., Skinner J.J.Jr, Dawber T.R., Mc Namara P.M. The relation of adiposity to blood pressure and the development of hypertension. *Ann. Intern. Med.* 1967; 67: 48–59.
2. Landsberg L. Hyperinsulinemia: Possible role in obesity-induced hypertension. *Hypertension* 1992 (supl. 1); 19: 61–65.
3. Kocemba J., Gryglewska B., Klich A., Grodzicki T. Ciśnienie tętnicze krwi i częstość nadciśnienia wśród starszych wiekiem mieszkańców Krakowa. *Folia Med. Cracov.* 1988; 29: 141–145.
4. Avalio A.P., Deng F.Q., Li W.Q. i wsp. Effects of aging on arterial distensibility in populations with high and low prevalence of hypertension: comparison between urban and rural communities in China. *Circulation* 1985; 71: 202–215.
5. Yin F.C. The aging vasculature and its effects on the heart. W: Weisfeldt M.L. (red.). *The aging heart*. Raven Press, New York 1990; 137–213.
6. Pasiński T., Pearson A.C., Labovitz A.J. Pathophysiology of isolated systolic hypertension in elderly patients: Doppler echocardiographic insights. *Am. Heart J.* 1991; 122: 528–534.
7. Mancia G., Giannattasio C., Grassi G. Arterial distensibility in cardiovascular diseases. *J. Nephrol.* 1998; 11: 284–288.
8. Mangoni A.A., Giannattasio C., Brunani A. i wsp. Radial artery compliance in young, obese, normotensive subjects. *Hypertension* 1995; 26: 984–988.

9. Giltay E.J., Lambert J., Elbers J.M. i wsp. Arterial compliance and distensibility are modulated by body composition in both men and women but by insulin sensitivity only in women. *Diabetologia* 1999; 42: 214–221.
10. Oren S., Grossman E., Frohlich E.D. Arterial and venous compliance in obese and nonobese subjects. *Am. J. Cardiol.* 1996; 77: 665–667.
11. Rutz-Danielczak A., Łopatka P., Tykarski A., Głuszek J. Związek pomiędzy masą ciała, zawartością tkanki tłuszczowej i parametrami gospodarki lipidowej a podatnością aorty u starszych osób z nadciśnieniem tętniczym. *Nadciśnienie Tętnicze* 1999; 3: 78–83.
12. Toto-Moukoko J.J., Achimastos A., Asmar R.G., Hugues C.J., Safar M.E. Pulse wave velocity in patients with obesity and hypertension. *Am. Heart J.* 1986; 112: 136–140.
13. van Popele N.M., Westendorp I.C.D., Bots M.L. i wsp. Variables of the insulin resistance syndrome are associated with reduced arterial distensibility in healthy non-diabetic middle-aged women. *Diabetologia* 2000; 43: 665–672.
14. Balkenstein E.J., van Aggel-Leijssen D.P., van Baak M.A. i wsp. The effect of weight loss with or without exercise training on large artery compliance in the healthy obese men. *J. Hypertens.* 1999; 17: 1831–1835.
15. Khaodhiar L., Blackburn G.L. Obesity assessment. *Am. Heart J.* 2001; 142: 1095–1101.
16. Safar M.E. *Tętnice w nadciśnieniu tętniczym*. Lippincott-Raven, Philadelphia 1997.
17. Asmar R., Benetos A., Topouchian J. i wsp. Assessment of arterial distensibility by automatic pulse wave velocity measurement. Validation and clinical application studies. *Hypertension* 1995; 26: 485–490.
18. Cameron J.D., Jennings G.L., Dart A.M. The relationship between arterial compliance, age, blood pressure and serum lipid levels. *J. Hypertens.* 1995; 13: 1718–1723.
19. Messerli F.H., Christi B., De Carvalho J.G. i wsp. Obesity and essential hypertension: hemodynamics, intravascular volume, sodium excretion, and plasma renin activity. *Arch. Intern. Med.* 1981; 141: 81–85.
20. Yamashita T., Sasahara T., Pomeroy S.E. i wsp. Arterial compliance, blood pressure, plasma leptin, and plasma lipids in women are improved with weight reduction equally with a meat-based diet and a plant-based diet. *Metabolism* 1998; 11: 1308–1314.
21. Asmar R., Topouchian J., Pannier B., Benetos A., Safar M. Scientific, Quality Control, Coordination and Investigation Committees of the Complior Study. Pulse wave velocity as end-point in large-scale intervention trial. The Complior study. Scientific, Quality Control, Coordination and Investigation Committees of the Complior Study. *J. Hypertens.* 2001; 19 (4): 813–818.
22. Singhal A., Farooqi I.S., Cole T.J. i wsp. Influence of leptin on arterial distensibility. A novel link between obesity and cardiovascular disease? *Circulation* 2002; 106: 1919–1924.
23. Neutel J.M., Smith D.H., Graettinger W.F., Weber M.A. Dependency of arterial compliance on circulating neuroendocrine and metabolic factors in normal subjects. *Am. J. Cardiol.* 1992; 69: 1340–1344.
24. Grassi G., Giannattasio C., Failla M. i wsp. Sympathetic modulation of radial artery compliance in congestive heart failure. *Hypertension* 1995; 26: 348–354.
25. Failla M., Grappiolo A., Emanuelli G. i wsp. Sympathetic tone restrains arterial distensibility of healthy and atherosclerotic subjects. *J. Hypertens.* 1999; 17: 1117–1123.
26. Westerbacka J., Vehkavaara S., Bergholm R. i wsp. Marked resistance of ability of insulin to decrease arterial stiffness characterizes human obesity. *Diabetes* 1999; 48: 821–827.
27. Asmar R., Benetos A., Topouchian J. i wsp. Assessment of arterial distensibility by automatic pulse wave velocity measurement. Validation and clinical application studies. *Hypertension* 1995; 26: 485–490.
28. Bramwell J.C., Downing A.C., Hill A.V. The effect of blood pressure on the extensibility of the human artery. *Heart* 1923; 10: 289–300.
29. Itoh K., Imai K., Masuda K. i wsp. Association between blood pressure and insulin resistance in obese females during weight loss and weight rebound phenomenon. *Hypertens. Res.* 2001; 24: 481–487.
30. Masuo K., Mikami H., Ogihara T., Tuck M.L. Weight gain-induced blood pressure elevation. *Hypertension* 2000; 35: 1135–1140.
31. Kopeć E., Widecka K., Krzyżanowska-Świniarska B., Dziwura J., Pilarska K. Wpływ kompleksowego, ambulatoryjnego, niefarmakologicznego leczenia otyłości na ciśnienie tętnicze w 24-godzinnej rejestracji. *Nadciśnienie Tętnicze* 2004; 3: 159–167.
32. Cameron J.D., Dart A.M. Exercise training increases total systemic arterial compliance in humans. *Am. J. Physiol.* 1994; 266: H693–H701.
33. Kakiyama T., Matsuda M., Koseki S. Effect of physical activity on the distensibility of the aortic wall in healthy males. *Angiology* 1998; 49: 749–757.
34. Gąsowski J. Czynniki warunkujące strukturę i funkcję mechaniczną dużych naczyń tętniczych. *Praca doktorska*. Wyd. Lek. UJ 2001.
35. Vaitkevicius P.V. i wsp. Effects of age and aerobic capacity on arterial stiffness in healthy adults. *Circulation* 1993; 88: 1456–1462.
36. Draaijer P., Kool M.J., Maessen J.M. i wsp. Vascular distensibility and compliance in salt-sensitive and salt-resistant borderline hypertension. *J. Hypertens.* 1993; 11: 1199–1207.
37. Avolio A.P., Clyde K.M., Beard T.C. i wsp. Improved arterial distensibility in normotensive subjects on a low salt diet. *Arteriosclerosis* 1986; 6: 166–169.
38. Levenson J.A., Simon A.C., Maarek B.E. i wsp. Regional compliance of brachial artery and saline infusion in patients with arteriosclerosis obliterans. *Arteriosclerosis* 1985; 5: 80–87.
39. Landsber L. Hyperinsulinemia: Possible role in obesity-induced hypertension. *Hypertension* 1992 (supl. 1.); 19: 61–65.
40. Grassi G., Ginnattasio C., Failla M. i wsp. Sympathetic modulation of radial artery compliance in congestive heart failure. *Hypertension* 1995; 26: 348–355.
41. Suter P.M., Locher R., Hasler E., Vetter W. Is there a role the ob gene product leptin in essential hypertension? *Am. J. Hypertens.* 1998; 11: 1305–1311.
42. Singhal A., Farooqi I.S., Cole T.J. i wsp. Influence of leptin on arterial distensibility. A novel link between obesity and cardiovascular disease? *Circulation* 2002; 106: 1919–1924.