

Współczynnik rozciągliwości naczyń oraz grubość kompleksu błony wewnętrznej i środkowej naczyń jako parametry subklinicznego rozwoju miażdżycy

Distensibility coefficient (DC) and intima-media thickness (IMT) as the parameters of the subclinical development of atherosclerosis

Tomasz Urbanek, Damian Ziaja, Anna Janowska, Łukasz Rodak, Aleksander Czajka, Krzysztof Ziaja

Katedra i Klinika Chirurgii Ogólnej, Naczyni i Angiologii Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach (The Department of General and Vascular Surgery, Medical University of Silesia in Katowice, Poland)

Streszczenie

Wstęp: Rozciągliwość naczyń tętniczych wynika z wpływu czynników hemodynamicznych i elastyczności ściany naczynia. Parametrem oceniającym te właściwości jest współczynnik rozciągliwości naczyń (DC) wynikający z wartości ciśnienia tętna i różnicy między skurczową i rozkurczową średnicą tętnicy. Celem pracy była ocena przydatności badania DC i grubości kompleksu błony wewnętrznej i środkowej (IMT) tętnic szyjnych wspólnych jako parametrów subklinicznego rozwoju miażdżycy w grupie młodych dorosłych.

Materiał i metody: Badanie przeprowadzono w grupie 52 młodych, zdrowych ochotników (28 kobiet, 24 mężczyzn) w wieku 25 ± 4 lata, średnio 24,11 roku. Badanie IMT oraz ocenę współczynnika rozciągliwości wykonano, wykorzystując ultrasonografię tętnicy szyjnej. Uzyskane wyniki skorelowano z występowaniem wybranych czynników ryzyka rozwoju chorób sercowo-naczyniowych.

Wyniki: Średnia wartość IMT w badanej populacji wyniosła 0,537 mm (min. = 0,433 mm, maks. = 0,667 mm), wartość współczynnika rozciągliwości DC wyniosła 58,347 (min. = 38,747, maks. = 80,62). Wykazano znamienne statystycznie zależności między wartościami DC a: wskaźnikiem talia-biodro (WHR), ryzykiem zachorowania na choroby układu sercowo-naczyniowego oszacowanym na podstawie tabeli opracowanej przez Towarzystwo Chorób Serca z Michigan oraz płcią, a także zależność pomiędzy wartościami IMT a wskaźnikiem masy ciała (BMI) i stopniem obciążenia rodzinnego związanego z chorobami układu krążenia. Nie dowiedziono korelacji pomiędzy wartościami DC i IMT.

Wnioski: Stwierdzone zależności pomiędzy wartościami DC i IMT w obrębie tętnic szyjnych wspólnych a wybranymi czynnikami ryzyka sercowo-naczyniowego pozwalają uznać badanie ultrasonograficzne DC i IMT za nieinwazyjną, tanią i szeroko dostępną metodę ułatwiającą rozpoznanie subklinicznego etapu rozwoju miażdżycy tętnic w grupie młodych dorosłych. Znaczenie prognostyczne obserwowanych zmian oraz znaczenie obserwowanych korelacji z rozwojem powikłań sercowo-naczyniowych w przyszłości wymaga potwierdzenia w obserwacji odległej.

Słowa kluczowe: współczynnik rozciągliwości, IMT, miażdżycy, tętnice szyjne

Chirurgia Polska 2009, 11, 51–60

Abstract

Background: Arterial distensibility results from the influence of hemodynamic factors and the elasticity of the arterial wall. Distensibility coefficient (DC) is the parameter used to evaluate the properties which result from pulse pressure and the difference between the systolic and diastolic diameter of the artery. IMT (intima-media thickness) is defined as the thickness of the complex of the intimal and medial tunica of an artery. The aim of study was to assess the value of the examination of the common carotid arteries' DC and IMT as parameters of the subclinical development of atherosclerosis in a group of young adults.

Material and methods: The study was performed on 52 healthy young volunteers (28 females and 24 males), aged 25 ± 4 years, mean age 24.11 years. IMT and DC measurement was performed using ultrasound imaging of the common carotid arteries. The results obtained were correlated with selected cardiovascular disease risk factors.

Results: The mean values were obtained for the study subjects: IMT = 0.537 mm (min. = 0.433 mm, max. = 0.667 mm); distensibility coefficient DC = 58.347 (min. = 38.747, max. = 80.62). There were significant correlations between DC values and WHR (Waist-Hip Ratio), the risk of cardiovascular diseases which was estimated based on Michigan Heart Society Score and gender. There were also significant correlations between IMT values and body mass index (BMI) and a family history of cardiovascular diseases. There was no significant correlation between DC and IMT values.

Conclusions: An ultrasonographic examination of the common carotid arteries and measurement of DC and IMT, which is a non-invasive, cheap and widely available method, was able to facilitate a diagnosis of the subclinical development of atherosclerosis, especially in the young adult group. The prognostic value of the observed changes, as well as correlations between them and cardiovascular complications, should be verified through a long-term follow-up.

Key words: distensibility coefficient, IMT, atherosclerosis, carotid arteries

Polish Surgery 2009, 11, 51–60

Wstęp

Miażdżycą jest chorobą średnich i dużych tętnic, której rozpowszechnienie na świecie stale wzrasta. Jej rozwój jest powolny i przez długie lata choroba ta przebiega skrycie, nie powodując żadnych objawów klinicznych. Tymczasem zmiany miażdżycowe mogą pojawiać się już w dzieciństwie, a nawet w życiu płodowym [1]. Występowanie klasycznych czynników ryzyka schorzeń układu sercowo-naczyniowego decyduje o wczesnym i przyspieszonym rozwoju miażdżycy u młodych osób. W tym kontekście eliminacja modyfikowalnych czynników ryzyka zyskuje szczególne znaczenie.

Epidemia chorób układu krążenia skłania do podejmowania szeroko zakrojonych działań profilaktycznych, a także do poszukiwania nowych metod służących do rozpoznawania jak najwcześniejszych, subklinicznych etapów rozwoju miażdżycy. Zasadniczym celem jest opracowanie metody o znacznej czułości, swoistości, taniej i szeroko dostępnej.

Wykrycie wczesnej fazy rozwoju miażdżycy stwarza szansę na wdrożenie postępowania spowalniającego, a nawet hamującego proces chorobowy, a przede wszystkim umożliwia uniknięcie jego poważnych następstw, takich jak: zawał serca, udar mózgu, amputacja niedokrwionej kończyny czy zgon sercowo-naczyniowy.

Wykładnikiem miażdżycy jest przebudowa strukturalna i czynnościowa ściany naczyniowej.

Jednym z parametrów przebudowy strukturalnej ściany tętnicy jest wskaźnik intima-media (IMT, *intima-media thickness*), czyli grubość kompleksu błony wewnętrznej i środkowej naczynia oceniana ultrasonograficznie. Pignoli i wsp. wykazali już 20 lat temu, że zwiększona wartość tego parametru stwierdzana badaniem ultrasonograficznym jest zbieżna z rozpoznaniem miażdżycy na podstawie badania histopatologicznego kompleksu IMT [2]. Według wytycznych Europejskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego (ESH, *European Society of Hypertension*) i Europejskiego Towarzystwa Kardiologicznego (ESC, *Euro-*

Background

Atherosclerosis is a disease of the medium and large arteries, which is spreading around the world and is continuing to grow. Its development is slow and for many years it develops silently, without causing any clinical symptoms. Atherosclerotic changes can occur in early childhood and even in the fetus [1]. The occurrence of standard cardiovascular risk factors determines the early and accelerated development of atherosclerosis in young people. In this context, the elimination of modifiable risk factors is gaining particular importance.

The current epidemic of cardiovascular diseases has induced extensive preventive activities to be undertaken, as well as a search for new methods of identifying the earliest, subclinical stages of atherosclerosis. Thus, the primary objective is to develop a method of high sensitivity and specificity that is cheap and widely available.

Diagnosis of the early stages of atherosclerosis provides one with an opportunity to implement procedures that can slow down or even inhibit the disease process and, above all, enables one to avoid serious consequences such as myocardial infarction, stroke, amputation of the ischemic limb or death due to cardiovascular reasons.

The structural and functional rebuilding of the arterial wall is an indicator of atherosclerotic changes.

One of the parameters of the rebuilding of the arterial wall structure is IMT (intima-media thickness), which is the thickness of the complex of the intimal and medial tunica of arteries evaluated by ultrasound. Over 20 years ago, Pignoli *et al.* proved that an increased IMT value being observed during an ultrasound examination is consistent with a diagnosis of atherosclerosis on the basis of a histopathological examination of IMT [2]. According to the 2003 European Society of Hypertension and European Society of Cardiology guidelines, the value of IMT is considered normal if is not higher than 0.9 mm [3].

pean Society of Cardiology) z 2003 roku, wartość IMT uznaje się za prawidłową, gdy nie przekracza 0,9 mm [3].

Prostym parametrem świadczącym o przebudowie czynnościowej ściany tętnicy jest współczynnik rozciągliwości DC (*distensibility coefficient*) obliczany na podstawie wartości ciśnienia tętna i różnicy między skurczową i rozkurczową średnicą tętnicy [4].

Celem pracy była ocena przydatności badania DC i IMT do wykrywania i oceny etapu subklinicznego rozwoju miażdżycy w grupie młodych osób. Poddano ocenie również zależność wartości DC i IMT od wybranych czynników ryzyka chorób układu sercowo-naczyniowego, takich jak: wiek, płeć, ciśnienie tętnicze, aktywność fizyczna, zawartość tłuszczu w diecie, palenie tytoniu, wskaźnik masy ciała (BMI, *body mass index*), wskaźnik talia-biodro (WHR, *waist to hip ratio*), występowanie obciążeń rodzinnych związanych z chorobami układu krążenia.

Material i metody

Badanie przeprowadzono w grupie 52 młodych ochotników. Wśród nich 54% stanowiły kobiety, natomiast 46% mężczyźni. Średni wiek badanych wyniósł 24,11 roku (min. = 21 lat, maks. = 29 lat).

Pomiaru wartości DC i IMT dokonano na podstawie ultrasonograficznego badania tętnic szyjnych wspólnych, przy użyciu aparatu Siemens Elegra, wykorzystując głowicę liniową o częstotliwości 7,5 MHz. Ocenę parametrów przeprowadzono u badanego w pozycji leżącej, po 5-minutowym odpoczynku. Naczynia obrazowano w projekcji *B-mode*.

Pomiaru IMT dokonywano na przekroju podłużnym tętnic szyjnych wspólnych w 3 różnych miejscach na ścianie dalszej (10–30 mm poniżej rozwidlenia tętnicy szyjnej wspólnej). Uzyskane wyniki uśredniono.

W celu oceny DC na przekroju podłużnym każdej z tętnic szyjnych wspólnych w projekcji *M-mode* przeprowadzono 3 pomiary skurczowej (CAs) i 3 pomiary rozkurczowej (CA_d) średnicy wewnętrznej naczynia. Pomiary te uśredniono, a uzyskane wyniki posłużyły do obliczenia wartości DC według wzoru:

$$DC = 2 [(CAs - CA_d) / CA_d] / PP,$$

gdzie PP oznacza ciśnienie tętna obliczone na podstawie pomiarów ciśnienia na tętnicy ramiennej metodą Korotkowa wyrażonego w 10^{-3} /kPa.

Dane dotyczące analizowanych w pracy parametrów o potencjalnym wpływie na wartości DC i IMT uzyskano na podstawie wypełnionego przez badanych kwestionariusza (tab. I). Ryzyko zachorowania na choroby układu krążenia oszacowano, opierając się na tabeli opracowanej przez Towarzystwo Chorób Serca z Michigan [5] (tab. II). Na tej podstawie grupa badana została podzielona na osoby z umiarkowanym, przeciętnym i poniżej przeciętnego ryzykiem zachorowania na choroby układu krążenia.

Analiza statystyczna

Obliczenia statystyczne wykonano za pomocą programu STATISTICA. W przypadku prób o normalnym roz-

Tabela I. Kwestionariusz uczestników badania
Table I. The questionnaire filled in by participant

Numer kwestionariusza Questionnaire number		
Data urodzenia Date of birth		
Masa ciała Body mass	Wzrost Height	
Obwód talii Waist circumference		Obwód bioder Hip circumference
Czy chorujesz na cukrzycę? TAK NIE Do you have diabetes? YES NO		
Jeśli tak, to od ilu lat? If yes, for how long?		
Czy kiedykolwiek stwierdzono u Ciebie chorobę nerek? TAK NIE Have you ever been diagnosed with kidney disease? YES NO		
Jeśli tak, to kiedy i jaką? If yes, when and what kind?		
Czy palisz papierosy? TAK NIE Do you smoke cigarettes? YES NO		
Jeśli tak, to: If yes: Jak długo? Ile sztuk dziennie? For how long? How many cigarettes a day?		
Jeśli paliłeś w przeszłości, to: If you used to smoke:		
Jak długo? Ile sztuk dziennie? For how long? How many cigarettes a day?		
Czy w Twojej rodzinie (pokrewieństwo I i II stopnia — matka, ojciec, rodzeństwo, babcia, dziadek) występowały poniższe choroby? Jeśli tak, proszę wskazać osobę i wiek, w jakim rozpoznano daną chorobę. Proszę również zaznaczyć, czy schorzenie to było przyczyną zgonu. Do the diseases mentioned below run in your family (1 st and 2 nd degree of kinship — mother, father, siblings, grandmother, grandfather)? If yes, please indicate the person and the age when diagnosed with the disease. Please also indicate whether the disease was the cause of death.		
Nadciśnienie tętnicze Arterial hypertension		
Miażdżycza tętnic kończyn Peripheral atherosclerotic arterial disease		
Choroba wieńcowa Coronary heart disease		
Zawał serca Myocardial infarction		
Cukrzyca Diabetes mellitus		
Udar mózgu Stroke		

Distensibility coefficient (DC) is a simple parameter of arterial wall functional rebuilding. It is calculated on the basis of the pulse pressure value and the difference between systolic and diastolic diameter of the artery [4].

The aim of this study was to evaluate the usefulness of the DC and IMT examination for diagnosis and assessment of subclinical atherosclerosis in a group of young people. The relationship between DC and IMT and selected risk factors of cardiovascular diseases such as: age, sex, blood pressure, physical activity, fat

Tabela II. Szacunek ryzyka zachorowania na choroby układu krążenia (według Towarzystwa Chorób Serca z Michigan) [5]
Table II. Risk of cardiovascular diseases (by Michigan Heart Society) [5]

Skurczowe ciśnienie tętnicze (górna wartość) <i>Systolic blood pressure (the highest value)</i>	Zawartość tłuszczu w diecie <i>Fat content in diet</i>	Aktywność ruchowa <i>Physical activity</i>	Palenie tytoniu <i>Smoking</i>	Masa ciała <i>Body weight</i>	Obciążenie rodzinne związane z chorobami układu krążenia <i>Family history of cardiovascular diseases</i>	Wiek (lata) <i>Age (years)</i>	Płeć <i>Sex</i>
100 mm Hg (1) <i>100 mm Hg (1)</i>	Dieta niezawierająca tłuszczu (1) <i>Fat-free diet (1)</i>	Intensywna praca i rekreacja ruchowa (0) <i>Intensive labour and physical activity (0)</i>	Nie pali (0) <i>No smoking (0)</i>	> 2 kg poniżej należnej (0) <i>More than 2 kg below ideal body weight (0)</i>	W wywiadzie nie ma chorób układu krążenia (1) <i>No cardiovascular diseases in family history (1)</i>	10–20 (1) <i>10–20 (1)</i>	Kobieta < 40 lat (1) <i>Female below 40 years old (1)</i>
120 mm Hg (2) <i>120 mm Hg (2)</i>	Dieta zawierająca nieco margaryny bez smażonych potraw (2) <i>Diet containing some margarine without any fried food (2)</i>	Umiarkowana praca i rekreacja ruchowa (1) <i>Moderate labour and physical activity (1)</i>	Cygaro lub fajka (1) <i>Cigar or pipe (1)</i>	2 kg poniżej lub powyżej należnej (1) <i>2 kg below or over ideal body weight (1)</i>	1 krewny z chorobą układu krążenia > 60 lat (2) <i>1 relative over 60 years old with cardiovascular diseases (2)</i>	21–30 (2) <i>21–30 (2)</i>	Kobieta 40–50 lat (2) <i>Female 40–50 years old</i>
140 mm Hg (3) <i>140 mm Hg (3)</i>	Dieta zawierająca nieco masła lub margaryny i trochę smażonych potraw (3) <i>Diet containing some butter or margarine and some fried food (3)</i>	Praca siedząca i intensywna rekreacja ruchowa (2) <i>Sedentary labour and intensive physical activity (2)</i>	≤ 10 papierosów dziennie (2) <i>10 or fewer cigarettes a day (2)</i>	3–10 kg nadwagi (2) <i>3–10 kg overweight (2)</i>	2 krewnych z chorobami układu krążenia > 60 lat (3) <i>2 relatives over 60 years old with cardiovascular diseases (3)</i>	31–40 (3) <i>31–40 (3)</i>	Kobieta > 50 lat (3) <i>Female over 50 years old (3)</i>
160 mm Hg (4) <i>160 mm Hg (4)</i>	Dieta zawierająca dużo masła lub margaryny lub smażonych potraw (4) <i>Diet containing large amounts of butter or margarine or fried food (4)</i>	Praca siedząca i umiarkowana rekreacja ruchowa (3) <i>Sedentary labour and moderate physical activity (3)</i>	20 papierosów dziennie (4) <i>20 cigarettes a day (4)</i>	11–17 kg nadwagi (3) <i>11–17 kg overweight (3)</i>	1 krewny z chorobą układu krążenia < 60 lat (4) <i>1 relative below 60 years old with cardiovascular diseases (4)</i>	41–50 (4) <i>41–50 (4)</i>	Mężczyzna (5) <i>Male (5)</i>
180 mm Hg (6) <i>180 mm Hg (6)</i>	Dieta zawierająca dużo masła lub margaryny i smażone potrawy (6) <i>Diet containing large amounts of butter or margarine and fried food (6)</i>	Praca siedząca i znikoma rekreacja ruchowa (6) <i>Sedentary labour and slight physical activity (6)</i>	30 papierosów dziennie (6) <i>30 cigarettes a day (6)</i>	18–25 kg nadwagi (5) <i>18–25 kg overweight (5)</i>	2 krewnych z chorobami układu krążenia < 60 lat (6) <i>2 relatives below 60 years old with cardiovascular diseases (6)</i>	51–60 (5) <i>51–60 (5)</i>	Mężczyzna krępy (6) <i>Stocky male (6)</i>
200 mm Hg (8) <i>200 mm Hg (8)</i>	Dieta zawierająca masło, margaryny i smażone potrawy (8) <i>Diet containing butter, margarine and fried meals (8)</i>	Całkowity brak ruchu (8) <i>Lack of physical activity (8)</i>	40 i więcej papierosów dziennie (10) <i>40 or more cigarettes a day (10)</i>	Ponad 26 kg nadwagi (7) <i>Over 26 kg overweight (7)</i>	3 krewnych z chorobami układu krążenia < 60 lat (7) <i>3 relatives below 60 years old with cardiovascular diseases (7)</i>	61–70 (8) <i>61–70 (8)</i>	Mężczyzna krępy ze skłonnością dołysienia (7) <i>Stocky male with hair loss tendency (7)</i>

$$(K) \text{ NMC} = H - 100 \frac{H - 150}{2}$$
$$(F) \text{ IBW} = H - 100 \frac{H - 150}{2}$$

NMC — należna masa ciała
IBW — ideal body weight
H — wzrost [cm]
H — height [cm]

$$(M) \text{ NMC} = H - 100 \frac{H - 150}{4}$$
$$(M) \text{ IBW} = H - 100 \frac{H - 150}{4}$$

6–11 pkt — ryzyko zachorowania znacznie poniżej przeciętnego
6–11 pts — considerably below average risk

12–17 pkt — ryzyko zachorowania poniżej przeciętnego
12–17 pts — below average risk

18–24 pkt — przeciętne ryzyko zachorowania
18–24 pts — average risk

25–31 pkt — umiarkowane ryzyko zachorowania
25–31 pts — moderate risk

32–40 pkt — duże ryzyko zachorowania
32–40 pts — significant risk

≥ 41 — zagrażające niebezpieczeństwo
41 pts and more — threatening danger

kładzie dokonano obliczeń za pomocą testu *t*-Studenta. Testy nieparametryczne zastosowano przy braku rozkładów normalnych badanych parametrów oraz małej liczebności w podgrupach: do porównań posłużył test U Manna-Whitneya i korelację rang Spearmana. Istotność statystyczną przyjęto na poziomie $p < 0,05$.

Wyniki

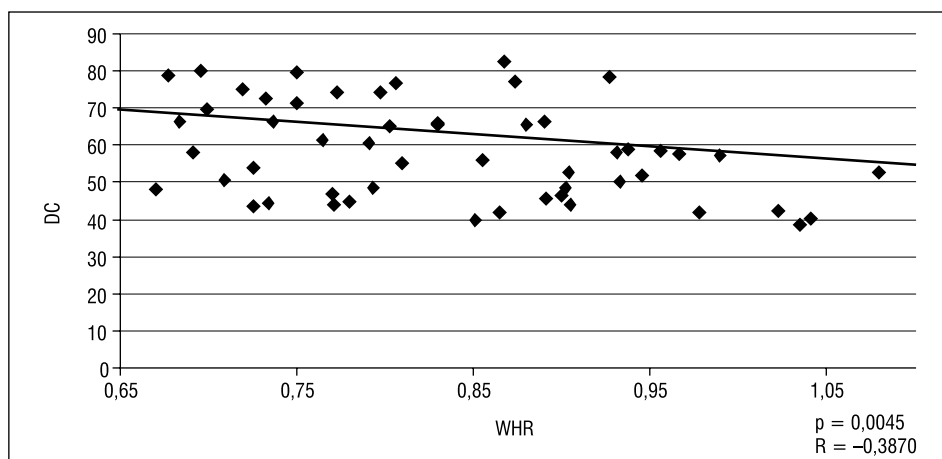
Uzyskano następujące średnie wartości badanych parametrów: średnia wartość DC w badanej grupie wyniosła 58,347 (min. = 38,747, maks. = 80,62, odchylenie standardowe [SD, *standard deviation*] = 12,167), natomiast

content in diet, smoking, body mass index (BMI), waist–hip ratio (WHR = waist circumference/hip circumference), family history of cardiovascular diseases was evaluated.

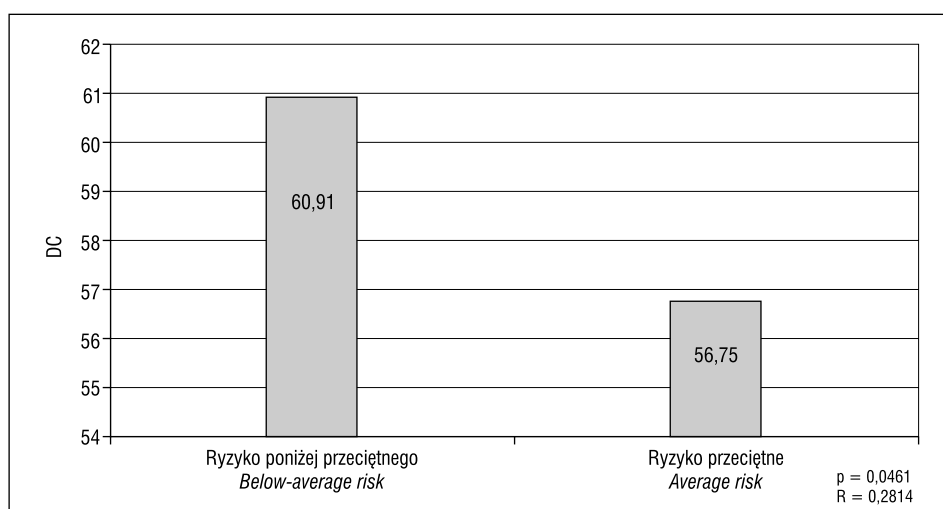
Material and methods

The study was performed on a group of 52 young volunteers. Among them, 54% were females, while 46% were males. The average age was 24.11 years (min. = 21 years, max. = 29 years).

Measurements of DC and IMT were carried out on the basis of an ultrasound examination of the common



Rycina 1. Zależność (korelacja) pomiędzy wartością współczynnika rozciągliwości naczyń a współczynnikiem talia–biodro
Figure 1. Correlation between DC and WHR



Rycina 2. Zależność pomiędzy współczynnikiem rozciągliwości naczyń a ryzykiem zachorowania na choroby układu sercowo-naczyniowego
Figure 2. The relationship between DC and risk of cardiovascular diseases

średnia wartość IMT 0,536 mm (min. = 0,433 mm, maks. = 0,667 mm, SD = 0,057).

Stwierdzono znamiennej statystycznie zależność (ujemną korelację) pomiędzy wartościami DC a WHR — gynoidalna budowa ciała związana była z większym, korzystniejszym DC (ryc. 1).

Badaną grupę podzielono na dwie podgrupy ze względu na stopień ryzyka zachorowania na choroby układu sercowo-naczyniowego. Ryzyko to oszacowano na podstawie wypełnionego przez badanych kwestionariusza i tabeli opracowanej przez Towarzystwo Chorób Serca z Michigan (tab. I, II).

Wykazano znamiennej wyższe wartości DC u badanych z ryzykiem poniżej przeciętnego (12–17 pkt) w stosunku do grupy z ryzykiem przeciętnym (18–24 pkt) (ryc. 2).

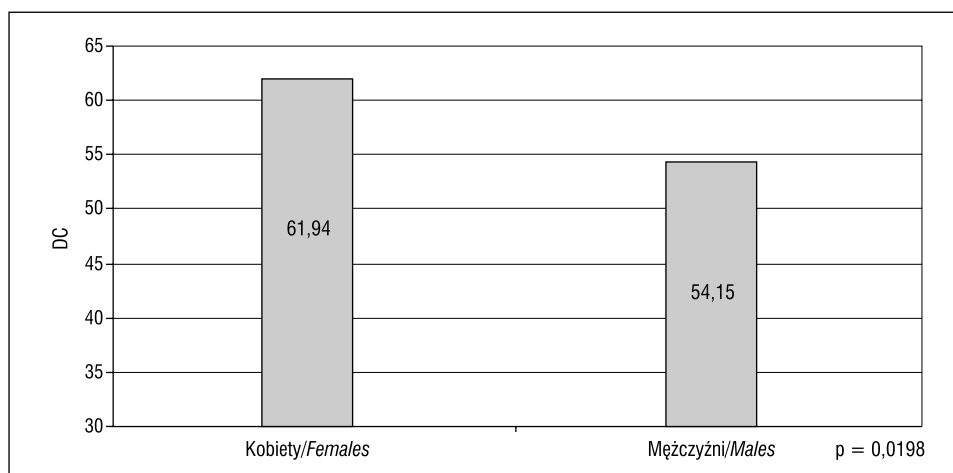
Porównując wartości DC w grupie kobiet i mężczyzn, wykazano znamiennej większą, korzystniejszą, wartość

carotid arteries, using a Siemens Elegra 7.5 MHz linear transducer. The volunteers were examined in the prone position after a 5-minute rest. Arteries were isolated longitudinally with B-mode ultrasonography imaging.

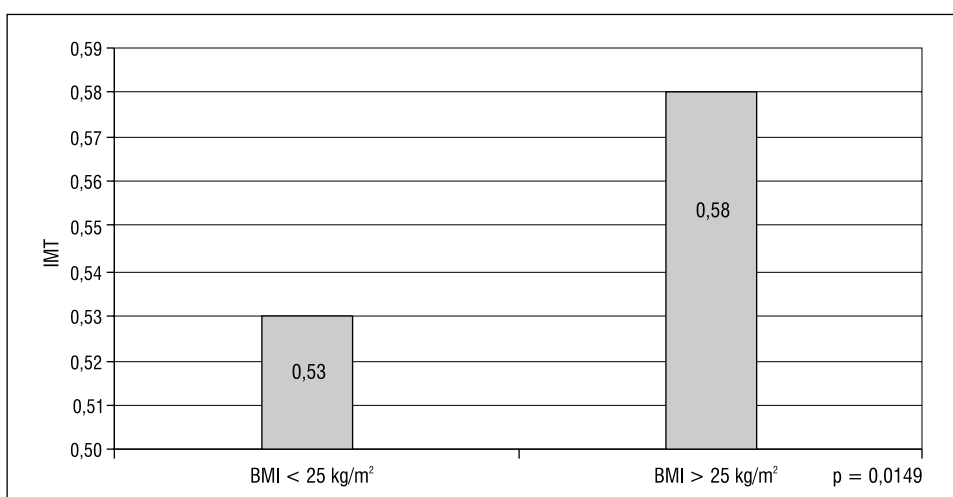
The IMT was measured three times at the distal wall of both common carotid arteries in each case (10–30 mm below the bifurcation of the common carotid artery). A mean value was calculated from these three values.

In order to evaluate the distensibility coefficient (DC), 3 systolic (CAs) and 3 diastolic (CAd) internal diameter measurements were carried out, with longitudinal M-mode imaging of each common carotid artery. The mean value was determined from these measurements. The obtained results were used to calculate the distensibility coefficient (DC) using the formula:

$$DC = 2 [(CAs - CAd) / CAd] / PP$$



Rycina 3. Zależność pomiędzy współczynnikiem rozciągliwości naczyń a płcią
Figure 3. The relationship between DC and sex



Rycina 4. Zależność między grubością kompleksu błony wewnętrznej i środkowej naczyń a wskaźnikiem masy ciała
Figure 4. The relationship between IMT and BMI

współczynnika rozciągliwości ściany naczyniowej w grupie kobiet (ryc. 3).

Nie stwierdzono istotnej statystycznie zależności pomiędzy wartością DC a wiekiem badanych oraz paleniem tytoniu.

Na podstawie wartości BMI grupę badaną podzielono na osoby z prawidłową masą ciała (BMI < 25) oraz na osoby z BMI powyżej 25, których zakwalifikowano do grupy osób z nadwagą, gdzie stwierdzono znamienne wyższe wartości IMT w porównaniu z grupą osób z prawidłową masą ciała. Pozwala to wnioskować o zależności zwiększonego wymiaru kompleksu *intima-media* od wyższych wartości BMI (ryc. 4).

Badanych podzielono także na:

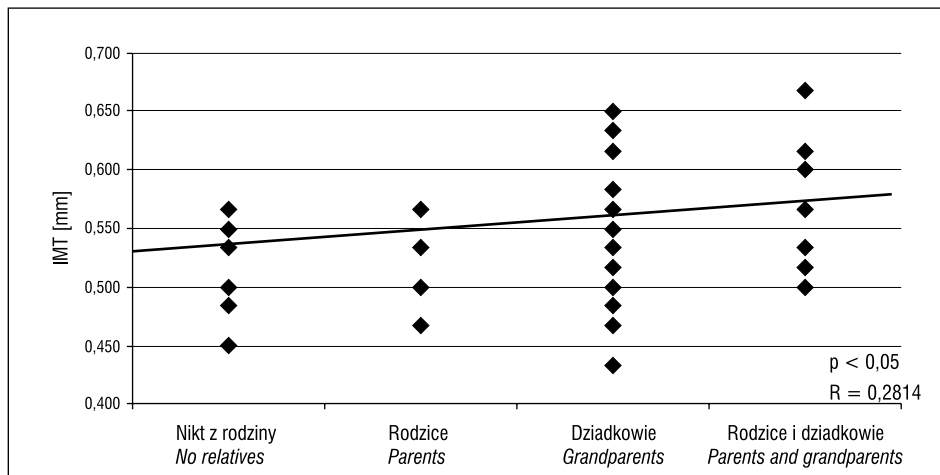
- podgrupę osób, u których żaden z krewnych (pokrewieństwo I i II stopnia) nie chorował na choroby układu krążenia;

where PP is the pulse pressure calculated from measurements of arterial pressure at the brachial artery using the Korotkov auscultation method expressed as 10^{-3} /kPa.

The parameters of potential impact on the values of DC and IMT analyzed in the study were acquired on the basis of a questionnaire filled in by each participant (Table I). The risk of cardiovascular diseases was estimated on the basis of the Michigan Heart Society table [5] (Table II). According to its results, the study group was divided into those with a moderate, average and below-average risk of cardiovascular disease.

Statistical analysis

A statistical analysis was performed using STATISTICA software. In the case of normal distribution of data, calculations were made using Student's *t*-test. Nonparametric tests were used in the absence of normal distribution



Rycina 5. Różnice w grubości kompleksu błony wewnętrznej i środkowej naczyń w zależności od występowania obciążenia rodzinnego związanego z chorobami układu krążenia
Figure 5. The differences in IMT in relationship to familial history of cardiovascular diseases

- podgrupy osób, których rodzice lub dziadkowie chorowali na te schorzenia;
- podgrupę osób, których zarówno rodzice, jak i dziadkowie chorowali na choroby sercowo-naczyniowe.

Stwierdzono znamiennej statystycznie zależność między wartością IMT a stopniem obciążenia rodzinnego (ryc. 5).

Nie wykazano istotnej statystycznie zależności między wartością IMT a wiekiem badanych oraz paleniem tytoniu.

Nie stwierdzono istotnej statystycznie zależności pomiędzy wartością DC a IMT.

Dyskusja

Zarówno IMT, jak i DC są wskaźnikami ryzyka sercowo-naczyniowego o udowodnionym znaczeniu u chorych z już rozpoznaną chorobą układu krążenia lub/i z istniejącymi czynnikami ryzyka schorzeń sercowo-naczyniowych [6].

Do klasycznych czynników ryzyka miażdżycy zalicza się czynniki niepodlegające modyfikacji, takie jak: wiek (kobiety ≥ 55 lat, mężczyźni ≥ 45 lat), płeć męska, uwarunkowania rodzinne (wczesne występowanie u członków najbliższej rodziny choroby niedokrwiennej serca lub innych chorób tętnic na podłożu miażdżycy: u kobiet < 65 . roku życia, u mężczyzn < 55 . roku życia) oraz podlegające modyfikacji, takie jak: ciśnienie tętnicze powyżej 120/80 mm Hg, stężenie cholesterolu całkowitego w surowicy powyżej 200 mg/dl, cholesterolu frakcji LDL powyżej 130 mg/dl, frakcji HDL cholesterolu poniżej 35 mg/dl, triglicerydów powyżej 150 mg/dl, nadwaga lub otyłość, upośledzona tolerancja glukozy lub cukrzyca, czynniki związane ze stylem życia (nieprawidłowe żywienie, palenie tytoniu, mała aktywność fizyczna oraz czynniki socjoekonomiczne) i wpływ środowiska [7–10].

Wyniki licznych badań wykazały zależność między wartością wskaźnika IMT a wiekiem, płcią męską, nadciśnieniem tętniczym, cukrzycą, zaburzeniami gospodarki lipidowej, otyłością oraz nałogiem tytoniowym [11–17].

of data, as well as in the case of small-numbered subgroups, in order to compare the U Mann-Whitney test and Spearman's rank correlation. Statistical significance was accepted at $p < 0.05$.

Results

The following mean values of the analyzed parameters were obtained for the study subjects: a mean DC value of 58.347 (min. = 38.747, max. = 80.62, SD = 12.167), a mean IMT value of 0.536 mm (min. = 0.433 mm, max. = 0.667 mm, SD = 0.057).

There was statistically significant correlation (negative correlation) between the DC values and WHR — female body shape was associated with a higher, more favorable, DC.

The study group was divided into two subgroups according to the risk of cardiovascular disease. The risk of cardiovascular disease was estimated on the basis of the questionnaire filled in by each participant and Michigan Heart Society table (Table I, II).

There were significantly higher values of the distensibility coefficient (DC) in subjects with a below-average risk (12–17 points) compared to the group with an average risk (18–24 points) (Fig. 2).

Comparison of the values of the distensibility coefficient (DC) between the subgroups of females and males showed a significantly higher and more favorable distensibility coefficient value among females (Fig. 3).

There was no statistically significant correlation found between DC and age or DC and smoking.

On the basis of body mass index (BMI), the study group was divided into those with normal weight (BMI < 25), and those with BMI > 25 , who were qualified to the subgroup of overweight individuals. There were significantly higher IMT values in the subgroup of overweight individuals compared with subjects with normal

Przedmiotem zainteresowania autorów niniejszej pracy była ocena zależności między parametrami strukturalnymi i czynnościowymi ściany naczyniowej (IMT, DC) a wybranymi czynnikami ryzyka sercowo-naczyniowego u młodych dorosłych, u których nie stwierdzono dotąd objawów choroby układu krążenia.

Badanie przeprowadzono w grupie wiekowej 21–29 lat. Nie stwierdzono zależności między badanymi parametrami czynności i struktury tętnicy a wiekiem badanych. Autorzy licznych badań stwierdzili liniową zależność między wartościami DC i IMT a wiekiem [12–14, 18, 19]. Ishizu i wsp. [18] obliczają wartości referencyjne IMT ze wzoru: $IMT [mm] = (0,009 \times \text{wiek w latach}) + 0,35$. W niniejszym badaniu średnia wartość IMT zmierzona ultrasonograficznie była zbliżona do wartości referencyjnej IMT wyliczonej na podstawie powyższego wzoru dla średniej wieku badanych (0,536 mm v. 0,566 mm). Brak znamiennej statystycznie zależności pomiędzy wiekiem badanych a ocenianymi parametrami ultrasonograficznymi wynika z niewielkiego zróżnicowania struktury wiekowej badanej grupy.

Analiza zależności badanych parametrów ściany naczyniowej i parametrów antropometrycznych badanych osób wykazała istnienie między nimi znamiennych korelacji. Porównanie wartości IMT w podgrupie osób z prawidłową masą ciała ($BMI < 25$) i podgrupie osób z nadwagą, czyli BMI powyżej 25 (w badanej grupie nie było osób z otyłością, tj. z $BMI > 30$) sugeruje, że nadwaga jest związana z istotnie statystycznie większą wartością IMT, co potwierdzają dane uzyskane przez innych badaczy [20–23]. Nie wykazano zależności między wartością DC a wielkością BMI . Stwierdzono natomiast istotną statystycznie zależność współczynnika rozciągliwości DC od wartości WHR. Na tej podstawie można wnioskować o niekorzystnym znaczeniu androidalnej budowy ciała, niezależnie od wskaźnika BMI . Potwierdzeniem tego może być stwierdzenie w niniejszym badaniu znamiennej statystycznie większej (korzystniejszej) wartości DC w podgrupie kobiet w porównaniu z podgrupą mężczyzn.

Z analizy zależności między wartością IMT a obciążającym wywiadem rodzinnym wynika, że wartość IMT była istotnie statystycznie większa w podgrupie badanych, w których rodzinie schorzenia układu sercowo-naczyniowego występowały w kolejnych dwóch pokoleniach (u rodziców i dziadków) w porównaniu z podgrupą badanych bez obciążeń rodzinnych. Wynik badania *Young Finns Study* potwierdza związek większych wartości IMT z dodatnim wywiadem rodzinnym w kierunku schorzeń sercowo-naczyniowych [24].

Wykorzystany w niniejszym badaniu kwestionariusz służący ocenie ryzyka sercowo-naczyniowego uwzględnia większość klasycznych czynników ryzyka. Oszacowane na jego podstawie przeciętne ryzyko sercowo-naczyniowe było związane z istotnie statystycznie mniejszym DC niż ryzyko poniżej przeciętnego. Nie stwierdzono istotnej zależności między wartością IMT a ocenianym w ten sposób ryzykiem sercowo-naczyniowym. Może to wynikać z poszukiwania zależności między IMT a kilkoma czynnikami ryzyka ocenianymi łącznie. Wyniki dotychczasowo-

body weight. This enabled one to observe a correlation between higher IMT values and higher BMI values (Fig. 4).

The study group was also divided into:

- a subgroup of those who had no relatives (1st and 2nd degree of kinship) suffering from cardiovascular diseases;
- a subgroup of those whose parents or grandparents were diagnosed with cardiovascular diseases;
- a subgroup of those who had both parents and grandparents with cardiovascular diseases.

There was a statistically significant correlation between IMT and a family history of cardiovascular diseases (Fig. 5).

Discussion

Both IMT and DC are cardiovascular risk indicators of proven importance among patients already diagnosed with cardiovascular disease or/and with existing risk factors of cardiovascular disease [6].

Standard risk factors of atherosclerosis include non-modifying factors such as: age (females ≥ 55 years, males ≥ 45 years), being male, family history (early onset of coronary heart disease or other atherosclerotic diseases of the closest relatives: females < 65 years, males < 55 years) and modifying factors such as: blood pressure above 120/80 mm Hg, total cholesterol serum level above 200 mg/dl, LDL cholesterol level above 130 mg/dl, HDL cholesterol level below 35 mg/dl, triglycerides level above 150 mg/dl, overweight or obesity, impaired glucose tolerance or diabetes, lifestyle-related factors (inappropriate nutrition, smoking, low physical activity and socioeconomic factors) and environmental impact [7–10].

Many studies have shown a correlation between IMT and age, being male, hypertension, diabetes, lipid disorders, obesity and smoking [11–17].

The aim of the authors of this study was to evaluate the relationship between the structural and functional vascular wall parameters (IMT, DC) and selected cardiovascular risk factors in a group of young adults who had no clinical signs of cardiovascular diseases.

The study was performed on a group of volunteers aged 21–29 years old. There was no correlation between the structural and functional vascular wall parameters and the age of examined volunteers. The authors of several studies have found a linear relationship between DC and IMT, and age [12–14, 18, 19]. Ishizu *et al.* [18] calculated the reference values of IMT by using the formula: $IMT (mm) = (0,009 \times \text{age in years}) + 0,35$. In this study, the mean IMT value as measured by ultrasound was similar to the reference IMT value calculated on the basis of the formula mentioned above for the mean age of subjects (0,536 mm v. 0,566 mm). No statistically significant correlation between age and the examined parameters resulted from the small age variation of the study group.

An analysis based on the vascular wall parameters and anthropometric parameters of the subjects revealed a significant correlation between them. Comparison of

wych badań dowiodły zależności tego parametru od czynników ryzyka traktowanych oddzielnie.

Brak zależności między wartościami DC i IMT a paleniem tytoniu może wynikać ze stosunkowo krótkiego czasu trwania nałogu młodych badanych.

Wyniki dotychczasowych badań nie wskazują jednoznacznie, który z analizowanych wskaźników (IMT czy DC) jest lepszym parametrem służącym wykrywaniu subklinicznego etapu rozwoju miażdżycy. Niektórzy autorzy dowodzą, że na podstawie wartości DC jest możliwe stwierdzenie zmiany właściwości elastycznych tętnicy wynikającej z wczesnej fazy jej przebudowy, mimo nieobecności zmian w badaniu ultrasonograficznym, czyli mimo prawidłowej wartości IMT [4]. Z kolei w badaniu SMART wykazano, że wartość IMT pozwala lepiej odróżniać chorych z niskim i wysokim ryzykiem sercowo-naczyniowym [6]. Pozostaje także niejasnym w jakiej mierze zwiększona sztywność tętnicy (tj. jej zmniejszona rozciągliwość) jest uwarunkowana trwałymi zmianami strukturalnymi (opisywanymi przez wartość IMT), a w jakiej mierze zależy od odwracalnych zmian stanu czynnościowego ściany naczyniowej [25]. Może to tłumaczyć stwierdzany w niniejszym badaniu brak zależności między wartościami DC i IMT.

W ESC skali oceny ryzyka sercowo-naczyniowego SCORE wykorzystuje się dane z wywiadu, czyli wiek, płeć, palenie tytoniu oraz wartości skurczowego ciśnienia tętniczego i stężenie cholesterolu całkowitego w surowicy [10]. Autorzy niniejszej pracy odnieśli badanie podmiotowe i wyniki badania przedmiotowego do zmian strukturalnych i czynnościowych stwierdzonych w badaniu ultrasonograficznym tętnic szyjnych. W tym kontekście pomiar wartości DC i IMT można uznać za pewnego rodzaju *novum* w ocenie ryzyka sercowo-naczyniowego. Dzięki możliwości wykonywania tych pomiarów wielokrotnie i nieinwazyjności badania, jest możliwe porównanie kolejnych wyników badania ultrasonograficznego, co może być cennym narzędziem w śledzeniu postępu choroby. Znaczenie rokownicze badanych parametrów wymaga jednak potwierdzenia w obserwacji odległej.

Wnioski

Stwierdzone zależności między wartościami DC i IMT w obrębie tętnic szyjnych wspólnych a wybranymi czynnikami ryzyka sercowo-naczyniowego pozwalają uznać badanie ultrasonograficzne DC i IMT za nieinwazyjną, tanią i szeroko dostępną metodę ułatwiającą rozpoznanie subklinicznego etapu rozwoju miażdżycy tętnic w grupie młodych dorosłych. Znaczenie prognostyczne obserwowanych zmian, jak również znaczenie obserwowanych korelacji z rozwojem powikłań sercowo-naczyniowych, wymaga w przyszłości potwierdzenia w obserwacji odległej.

IMT in the subgroup with normal weight (BMI < 25) and the overweight subgroup, i.e. BMI > 25 (there was no obesity in the study group, i.e. BMI > 30) suggests that being overweight is associated with statistically significantly higher values of IMT, which confirms the data obtained by other researchers [20–23]. No relationship between DC values and BMI was found. However, there was a statistically significant correlation between the distensibility coefficient DC value and WHR (Waist-Hip Ratio). Therefore, it is reasonable to conclude the negative implication of male body shape, regardless of BMI. The statistically-significantly higher (more favorable) DC values found in our study in the female subgroup, compared with that of the male subgroup, is a possible confirmation of this thesis.

An analysis of the correlation between IMT values and family history showed that the IMT value was statistically significantly higher in the subgroup of subjects whose relatives in two previous generations (parents and grandparents) had suffered from cardiovascular diseases, compared with the subgroup of subjects with no family history of cardiovascular disease. *Young Finns Study* confirms the relationship between higher IMT values with a positive family history of cardiovascular disease [24].

The questionnaire which assessed cardiovascular risk in our study took into account most of the standard risk factors. The average cardiovascular risk evaluated on the basis of the questionnaire was associated with a statistically-significantly lower distensibility coefficient (DC) in comparison to the below-average risk. There was no significant correlation between IMT and estimated cardiovascular risk. This may result from taking several risk factors into account concurrently while investigating the relationship with IMT. Previous studies have proved the relationship of this parameter with risk factors considered separately.

The fact that no relationship between DC and IMT values and smoking was found in our study may have resulted from the relatively short duration of smoking among our young study subjects.

Previous studies do not clearly indicate whether either of the investigated parameters (IMT or DC) is better at diagnosing the subclinical stages of atherosclerosis. Some authors have proved that revealing changes in the elastic properties of arteries arising from the early stage of the rebuilding process is possible on the basis of the DC value, despite the absence of changes in IMT values in ultrasound [4]. On the other hand, the SMART Study has shown that the IMT value is able to better distinguish those with low and high cardiovascular risk [6]. It also remains unclear whether increased arterial stiffness (i.e., its reduced distensibility) is determined by permanent structural changes (described by the IMT value) or is

Piśmiennictwo (References)

1. Paliński W, Napoli C. The fetal origins of atherosclerosis: Maternal hypercholesterolaemia, and cholesterol-lowering or antioxidant treatment during pregnancy influence in utero programming and postnatal susceptibility to atherogenesis. *FASEB J.* 2002; 16: 1348–1360.
2. Pignoli P, Tremoli E, Poli A, Oreste P, Paoletti R. Intimal plus medial thickness of the arterial wall: a direct measurement with ultrasound imaging. *Circulation* 1986; 74: 1399–1406.
3. 2003 European Society of Hypertension. European Society of Cardiology guidelines for the management of arterial hypertension. *J Hypertens.* 2003; 21: 1011–1053.
4. Stróżecki P, Serafin Z, Kurowski R *et al.* Przebudowa tętnic szyjnych w przewlekłej chorobie nerek. *Acta Angiol.* 2006; 12: 106–116.
5. Sztembis B. Dokumentowanie działalności prewencyjnej z zakresu chorób układu krążenia przez pielęgniarkę środowiskową/rodzinną. W: Kawczyńska- Butrym Z (red.). *Pielęgniarstwo rodzinne — teoria i praktyka.* Centrum Edukacji Medycznej, Warszawa 1997: 99–122.
6. Simons P, Algra A, Bots M, Grobbee D, van der Graaf Y. Common carotid intima-media thickness and arterial stiffness indicators of cardiovascular risk in high-risk patients. The SMART Study (Second manifestations of ARterial disease). *Circulation* 1999; 100: 951–957.
7. Szczeklik A. *Choroby wewnętrzne.* Medycyna Praktyczna, Kraków 2005.
8. Braunwald E, Goldman L. *Kardiologia.* Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2003.
9. Haiat R, Leroy G. *Leczenie chorób sercowo-naczyniowych.* Via Medica, Gdańsk 2000.
10. Graham I, Atar D, Borch-Johnsen K *et al.* European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: executive summary. *Eur Heart J.* 2007; 28: 2375–2414.
11. Zureik M, Touboul J-P, Bonithon-Kopp C *et al.* Cross-sectional and 4-year longitudinal association between brachial pulse pressure and common carotid intima-media thickness in a general population: The EVA Study. *Stroke* 1999; 30: 550–555.
12. Espinola-Klein C, Rupprecht H-J, Blankenberg S *et al.* Impact of infectious burden on progression of carotid atherosclerosis. *Stroke* 2002; 33: 2581–2586.
13. Mackinnon A, Jerrard-Dunne P, Sitzer M, Buehler A, von Kogler S, Markus H. Rates and determinants of site-specific progression of carotid intima-media thickness: the carotid atherosclerosis progression study. *Stroke* 2004; 35: 2150–2154.
14. van der Meer I, del Sol A, Hak E, Bots M, Hofman A, Witteman J. Risk factors for progression of atherosclerosis measured at multiple sites in the arterial tree: The Rotterdam Study. *Stroke* 2003; 34: 2364–2379.
15. Chambless L, Folsom A, Davis V *et al.* Risk factors for progression of common carotid atherosclerosis: The atherosclerosis risk in communities Study, 1987–1998. *Am J Epidemiol.* 2002; 155: 38–47.
16. Davis P, Dawson J, Riley W, Lauer R. Carotid intimal-medial thickness is related to cardiovascular risk factors measured from childhood through middle age — The Muscatine Study. *Circulation* 2001; 104: 2815–2819.
17. Wierzbicka-Chmiel J, Chmiel A. Znaczenie pomiaru kompleksu intima-media tętnicy szyjnej w ocenie ryzyka sercowo-naczyniowego. *Ann Acad Med Siles.* 2007; 61: 347–351.
18. Ishizu T, Ishimitsu T, Yanagi H *et al.* Effect of age on carotid arterial intima media thickness in childhood. *Heart Vessels* 2004; 19: 189–195.
19. Oliver J, Webb J. Noninvasive assessment of arterial stiffness and risk of atherosclerotic events. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2003; 23: 554–556.
20. Mizia-Stec K, Zahorska-Markiewicz B, Gąsior Z *et al.* Wybrane parametry przebudowy czynnościowej i strukturalnej ściany naczyniowej u pacjentów z otyłością prostą. *Endokrynologia, Otyłość i Zaburzenia Przemiany Materii* 2006; 2: 50–55.
21. Gąsior Z, Mizia-Stec K, Mizia M. Grubość kompleksu intima-media. W: Podolec P. *Podręcznik Polskiego Forum Profilaktyki.* Medycyna Praktyczna, Kraków 2007: 353–367.
22. Lo J, Dolan S, Kanter J *et al.* Effects of obesity, body composition and adiponectin on carotid intima-media thickness in healthy women. *J Clin Endocrinol Metab.* 2006; 91: 1677–1682.
23. Litwin M, Trelewicz J, Wawer Z *et al.* Intima-media thickness and arterial elasticity in hypertensive children: controlled study. *Pediatr Nephrol.* 2004; 19: 767–774.
24. Juonala M, Viikari J, Rasanen L, Helenius H, Pietikainen M, Raitakari O. Young adults with family history of coronary heart disease have increased arterial vulnerability to metabolic risk factors. The Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2006; 26: 1376–1382.
25. Gomułka Sz, Mizia-Stec K, Mizia M, Kumor P, Gąsior Z. Wybrane nieinwazyjne metody oceny sztywności tętnic. *Pol Przegl Kardiol.* 2005; 7: 535–539.

Adres do korespondencji (Address for correspondence):

dr hab. n. med. Tomasz Urbanek
Katedra i Klinika Chirurgii Ogólnej, Naczyni i Angiologii ŚUM w Katowicach
ul. Ziołowa 45/47
40-635 Katowice