



Cigarette smoking as a factor influencing mineral content of head of femur in people with osteoporosis

Palenie papierosów jako czynnik wpływający na skład mineralny głowy kości udowej u osób z osteoporozą

© J ORTHOP TRAUMA SURG REL RES 2 (10) 2008

Original article/Artykuł oryginalny

ANDRZEJ JURKIEWICZ¹, DANUTA WIECHUŁA², KRZYSZTOF LOSKA³

¹ Katedra i Oddział Kliniczny Ortopedii, SUM, prof. Tadeusz Gaździk

² Katedra i Zakład Toksykologii, Wydział Farmaceutyczny SUM, prof. Jerzy Kwapiński

³ Instytut Inżynierii Wody i Ścieków, Politechnika Śląska, prof. Michał Bodzek

Address for correspondence/Adres do korespondencji:

Dr Andrzej Jurkiewicz

Katedra i Oddział Kliniczny Ortopedii SUM, Wojewódzki Szpital Specjalistyczny nr 5

PL. Medyków 1, 41-200 Sosnowiec, Poland

tel.: 032 3682029; e-mail: jurkiewicz16@wp.pl

Statistic/Statystyka

Word count/Liczba słów 1834/1428

Tables/Tabele 1

Figures/Ryciny 5

References/Piśmiennictwo 19

Received: 20.11.2007

Accepted: 05.01.2008

Published: 18.03.2008

Summary

Introduction: In bony specimens of the cancellous bone of the femoral head taken from smoking and not-smoking people content of the following ions were measured: lead, copper, cadmium, chromium, silver, zinc, iron, calcium, magnesium, potassium and sodium.

Material and methods: Bony specimens were collected from the patient with osteoporosis during hip replacement surgery. Examined population was divided into two groups: non-smokers (n=21, 20 women and 1 man, age $62,8 \pm 17,2$). Content of metal ions in the femoral head were measured using method AAS after microwave mineralization.

Results: The contents of calcium, potassium, magnesium, iron, zinc and chromium were higher in non-smoking population, but cadmium, lead and copper – were observed in higher contents in smokers. The content of silver was equal in both examined groups. There was seen a correlation between contents of metal ions in the femoral head and the number of smoked cigarettes per day.

Conclusions: We demonstrated negative influence of metal ions contained in cigarette smoke on bony tissue. There is a correlation between contents of metal ions in bony tissue and the number of smoked cigarettes per day.

Key words: femur capitulum, metals, tobacco smoking, osteoporosis

Streszczenie

Wprowadzenie: W kości gąbczastej głowy kości udowej osób palących i niepalących oznaczono zawartość ołowiu, kadmu, miedzi, chromu, srebra, żelaza, cynku, wapnia, magnezu, potasu i sodu.

Material i metody: Próbkę kości pozyskiwano śródoperacyjnie w trakcie endoprotezoplastyki od osób z osteoporozą. Badaną populację podzielono na dwie grupy: pierwszą stanowiły osoby niepalące (n=21, 20 kobiet i 1 mężczyzna; wiek $65,9 \pm 10,8$ lat); grupę drugą stanowiły osoby palące (n=22; 12 kobiet i 10 mężczyzn; wiek $62,8 \pm 17,2$). Zawartość metali w głowie kości udowej oznaczono metodą AAS po mineralizacji mikrofalowej.

Wyniki: Zawartość wapnia, potasu, magnezu, żelaza, cynku i chromu była większa w grupie osób niepalących, natomiast kadmu, ołowiu i miedzi – w grupie osób palących. Zawartość srebra była jednakowa w obu grupach. Różnice w zawartości metali w głowie kości udowej widoczne były również, kiedy analizowano wpływ ilości wypalanych dziennie papierosów.

Wnioski: Wykazano niekorzystny wpływ metali zawartych w dymie tytoniowym na tkankę kostną. Na zawartość metali w kościach ma wpływ ilość wypalanych dziennie papierosów.

Słowa kluczowe: głowa kości udowej, metale, palenie tytoniu, osteoporoza

INTRODUCTION

Osteoporosis is the most common metabolic disease of bones and is characterised by reduced bone mass with impairments in microarchitecture of bone tissue and consequently leading to an increased fragility of bones and their susceptibility to fractures. Nowadays it is recognized as a serious problem, especially in aging societies of highly developed countries.

The smoking habit is considered as one of the risk factors for osteoporosis. In smokers, the BMD [bone mass density – przyp. tłum.] is lower by 10% than in non-smokers (1-4). It is related to the changes in metabolism of estrogens, leading to a decrease in the level of active forms of hormones (5). It is probable that smoking also inhibits the activity of osteoblasts and calcium metabolism, which is related to the presence of cadmium in tobacco smoke amongst other factors (6). As a result, the fractures associated with osteoporosis occur much more frequently in tobacco smoking postmenopausal women (7-10).

Cigarette smoking can also be an additional source of numerous toxic substances in human organism, including heavy metals (11). The increase in metal content also involves skeletal system. Changes in bone mineral content and interactions among metals in bones may change the course of biochemical reactions and lead to serious disorders. The influence of cadmium on bone tissue has been studied the best (12), while the influence of other metals remains less known.

Determining the influence of smoking on the content of metals in bones and their interactions are relatively seldom the subject of research, due to the fact that it is a difficult to be obtained material. Metal content is usually assessed in bones originating from excavations or corpse and such way of collecting samples does not allow to determine, whether a given person was a smoker or a non-smoker.

The aim of this research was to determine the influence of cigarette smoking on the content of selected metals in head of femur in people with osteoporosis.

Collecting samples of bone from alive patients during endoprosthetic replacement enabled collecting information about their smoking habits and the number of cigarettes smoked per day.

MATERIAL AND METHODS

The study was approved by the Bioethical Committee of the Medical University of Silesia (No. 536/98)

Donors of the samples of head of femur were inhabitants of Silesian district who were hospitalised in the Voivodship Hospital No. 5 in Sosnowiec, in Orthopaedic Department and Clinical Ward of the Medical University of Silesia. A questionnaire survey of subjects was conducted and based on the answers, people exposed to metals because of their profession, chronically ill patients and those who had lived in Silesia region shorter than for 30 years were excluded from the examined group. Eventually, 43 people qualified to the study and they were

WPROWADZENIE

Osteoporoza jest najczęstszą chorobą metaboliczną kości, charakteryzującą się niską masą kości, upośledzoną mikroarchitekturą tkanki kostnej i w konsekwencji zwiększoną jej łamliwością i podatnością na złamania. Obecnie jest poważnym problemem, zwłaszcza w starzejących się społeczeństwach wysokorozwiniętych krajów.

Nałóg palenia tytoniu jest uważany za jeden z czynników ryzyka osteoporozy. U osób palących występuje mniejsza o ok. 10% wartość BMD w porównaniu z osobami niepalącymi (1-4). Jest to związane ze zmianami metabolizmu estrogenów, prowadzącymi do obniżenia poziomu aktywnych form hormonów (5). Prawdopodobnie palenie hamuje również czynność osteoblastów oraz gospodarkę wapniową, co związane jest m.in. z obecnością kadmu w dymie tytoniowym (6). W rezultacie złamania związane z osteoporozą występują znacznie częściej u kobiet po menopauzie palących papierosy (7-10).

Palenie papierosów może być również dodatkowym źródłem szeregu substancji toksycznych, w tym także metali ciężkich, w organizmie (11). Zwiększenie zawartości metali obejmuje również układ kostno-szkieletowy. Zmiany w składzie mineralnym kości i interakcje występujące między metalami w kościach mogą zmieniać przebieg reakcji biochemicznych i prowadzić do poważnych zaburzeń. Najlepiej zbadany został wpływ kadmu na tkankę kostną (12), działanie pozostałych metali jest mniej znane.

Określenie wpływu palenia papierosów na zawartość metali w kościach i ich interakcji jest relatywnie rzadko przedmiotem badań, z tego względu, że jest to materiał trudno dostępny. Zawartość metali oznaczana jest zwykle w kościach pochodzących z wykopalisk lub ze zwłok, a pobranie próbek w ten sposób nie pozwala na ustalenie, czy dana osoba paliła papierosy.

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu palenia papierosów na zawartość wybranych metali w głowie kości udowej u osób z osteoporozą. Pobranie kości przyżyciowo, w trakcie endoprotezoplastyki, pozwoliło na zebranie informacji dotyczącej nałogu palenia, a także ilości wypalanych dziennie papierosów.

MATERIAŁ I METODY

Na prowadzenie badań uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej Śląskiej Akademii Medycznej Nr 536/98.

Próby głowy kości udowej pochodziły od mieszkańców województwa śląskiego, hospitalizowanych w Szpitalu Wojewódzkim Nr 5 w Sosnowcu, w Katedrze i Oddziale Klinicznym Ortopedii SUM. Wśród badanych osób przeprowadzono ankietę, na podstawie której z grupy badanej wyłączono wszystkie osoby narażone zawodowo na metale, przewlekłe chore oraz mieszkające na Śląsku krócej niż 30 lat. Ostatecznie do badań zakwalifikowano 43 osoby, wśród których wyróżniono dwie grupy: pierwszą (n = 21) stanowiły osoby niepalące, 20 kobiet i 1 mężczyzna. Średnia wieku w tej grupie wynosiła $65,9 \pm 10,8$ lat. Grupę drugą (n = 22) stanowiły oso-

divided into two groups: the first group ($n=21$) consisted of non-smokers, 21 females and 1 male. The mean age in this group was 65.9 ± 10.8 years. The second group ($n=22$) consisted of smokers, 12 females and 10 males at the mean age of 62.8 ± 17.2 . In the second group 16 people smoked from 1 to 10 cigarettes per day, and the remaining 6 people smoked more than 10 cigarettes per day.

Samples of spongy bone of femoral head in the process of degenerative and deformative changes of coxofemoral joint were collected intraoperatively during the endoprosthetic replacement.

Deformation of the femoral head consisted in flattening and in occurrence of mushroom-shaped bony processes located mainly on the border between the head and the neck of femoral bone. Moreover, there were condensations of bone tissue in the roof of acetabulum and the upper external part of head of femur, as well as cysts located in the head and neck of femur. There were also visible articular surface defects, mainly in the load-bearing zone. Articular cartilage underwent advanced pathological changes. As the result of hyperemia in the subcartilaginous layer of the bone followed by penetration of blood vessels, bones underwent malacia, disintegration and focal degradation.

Directly after the surgery a spongy bone was obtained from head of femur.

The spongy bone samples from heads of femurs were dried at 60°C until the dry mass was obtained and then they were ground in a mortar. The bone samples weighing 0.2-0.3 g were treated with 2 cm^3 of concentrated and spectrally clear HNO_3 and then dissolved wet with the means of microwave mineralization method. After mineralization the acid was evaporated and then 0.5 cm^3 of HNO_3 and 10 cm^3 of water were added, then samples were transferred into 25 cm^3 volumetric flasks and flasks were filled up to the mark.

In samples prepared according to the described procedure, the content of heavy metals was determined with flame or flameless atomic absorption spectrophotometry method using the SPECTRAA 880 and SPECTRAA 880Z Varian spectrophotometers.

The correctness of the method was verified by addition of standard. Analyses were made in cooperation with the Institute of Water and Wastewater Engineering of the Silesian University of Technology in Gliwice.

Statistical analyses of the results were performed with software Statistica for Windows 6,1pl. Significance of the differences between groups was verified with non-parametric tests (Mann-Whitney's U test, ANOVA Kruskal-Wallis test). In order to assess the relations among the particular parameters, Spearman R correlation coefficient was used.

RESULTS

The content of metals in spongy bone of the femoral head in non-smokers and smokers is shown in Tab. 1.

The mean content of macroelements such as calcium, potassium, magnesium, iron and zinc was higher in head of femur in the non-smokers group.

by palące, 12 kobiet i 10 mężczyzn w wieku $62,8 \pm 17,2$. W tej grupie 16 osób paliło od 1 do 10 papierosów dziennie, pozostałe 6 osób – powyżej 10 papierosów dziennie.

Materiałem do badań była kość gąbczasta głowy kości udowej w przebiegu zmian zwyrodnieniowo-zniekształcających stawu biodrowego, pozyskiwana śródoperacyjnie w trakcie endoprotezoplastyki. Zniekształcenie głowy kości udowej polegało na spłaszczeniach i grzybowatych wyrostkach kostnych zlokalizowanych głównie na pograniczu głowy i szyjki kości udowej. Ponadto występowały zagęszczenia tkanki kostnej w stropie panewki i górnopowierzchniowej części głowy kości udowej, a także torbiele umiejscowione w głowie i szyjce kości udowej. Widoczne były również ubytki na powierzchniach stawowych, głównie w strefie obciążenia. Chrzastka stawowa ulegała daleko idącym przemianom patologicznym. Na skutek przekrwienia w warstwie podchrzęstnej kości z następowym wnikaniem naczyń krwionośnych ulegały one rozpułchnieniu, rozpadowi i ogniskowemu zniszczeniu.

Z głowy kości udowej bezpośrednio po zabiegu operacyjnym wydobywano kość gąbczastą.

Próbki kości gąbczastej głowy kości udowej suszono w temp. 60°C do stałej masy, a następnie rozdrabniano w moździerzu. Próbki kości o masie 0,2-0,3 g zadawano 2 cm^3 stęż. HNO_3 spektralnie czystego i roztwarzano na mokro metodą mineralizacji mikrofalowej. Po przeprowadzonej mineralizacji odparowywano kwas, a następnie dodawano $0,5\text{ cm}^3$ HNO_3 oraz 10 cm^3 wody, przenoszono do kolb miarowych o objętości 25 cm^3 i uzupełniano do kreski.

W tak przygotowanych próbach zawartość metali ciężkich oznaczano metodą płomieniową i bezpłomieniową atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej z wykorzystaniem spektrofotometru SPECTRAA 880 i SPECTRAA 880Z firmy Varian.

Poprawność metody sprawdzono metodą dodatku wzorca. Oznaczenia wykonano we współpracy z Instytutem Inżynierii Wody i Ścieków Politechniki Śląskiej w Gliwicach.

W opracowaniu statystycznym wyników wykorzystano program Statistica for Windows 6,1pl. Istotność różnic między grupami sprawdzano za pomocą testów nieparametrycznych (test U Manna-Whitneya, ANOVA Kruskala-Wallisa), do oceny zależności między poszczególnymi parametrami stosowano współczynnik R Spearman'a.

WYNIKI

Zawartość metali w kości gąbczastej głowy kości udowej osób niepalących i palących przedstawiono w tab. 1. Przeciętą zawartość makroelementów takich jak wapń, potas, magnez, żelazo i cynk była większa w głowie kości udowej w grupie osób niepalących. W kości gąbczastej głowy kości udowej osób niepalących stwierdzono również większą zawartość chromu w porównaniu z osobami palącymi.

In spongy bone of femoral head the content of chromium was higher in non-smokers than in smokers. The content of cadmium, argent and copper was also higher in spongy bone of femoral head in the group of smokers, but the difference was not statistically significant. Still, in head of femur in smokers there was a significantly higher content of lead in comparison to non-smokers (Mann-Whitney's U test, $p < 0.05$).

The increase in the number of cigarettes smoked per day caused a significant increase in the content of lead in head of femur (Kruskal-Wallis test, $p < 0.05$) – Fig. 1.

The increase of the lead content in bones depending on the age was more visible in smokers in comparison to non-smokers – Fig. 2.

Z kolei zawartość kadmu, srebra i miedzi była większa w kości gąbczastej głowy kości udowej w grupie osób palących, choć różnica ta nie była istotna statystycznie. W głowie kości udowej osób palących występowała natomiast istotnie większa zawartość ołowiu w porównaniu z niepalącymi (test U Manna-Whitneya, $p < 0,05$).

Wzrost liczby wypalanych dziennie papierosów powodował istotny wzrost zawartości ołowiu w głowie kości udowej (Test Kruskala-Wallisa, $p < 0,05$) – ryc. 1.

Wzrost zawartości ołowiu w kości z wiekiem był wyraźniej zaznaczony u osób palących w porównaniu z niepalącymi – ryc. 2. Również zmniejszanie się zawartości wapnia z wiekiem było bardziej widoczne u osób palących w porównaniu z niepalącymi.

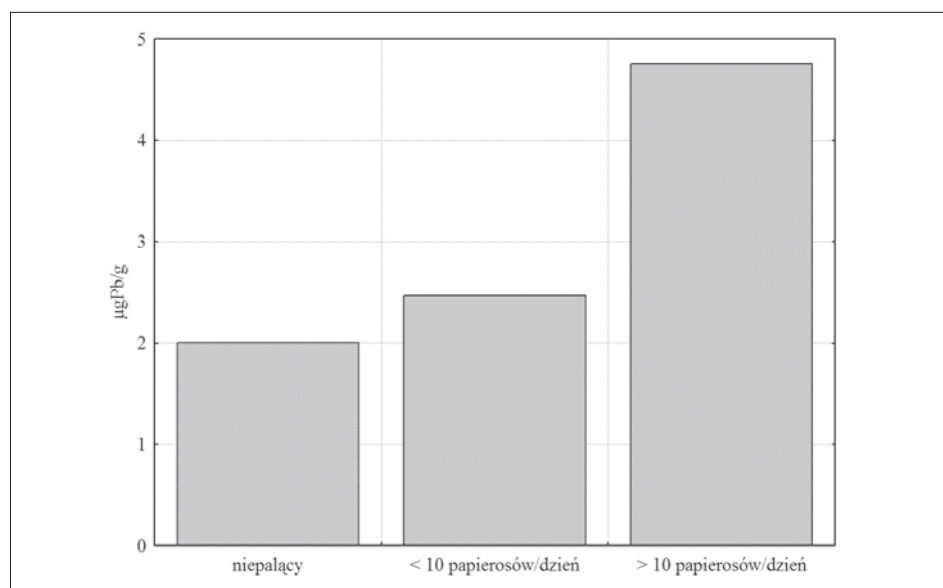
Tab. 1. Content of metal ions in the cancellous bone of the femoral head in non-smokers and smokers population [$\mu\text{g/g}$, Ca - %]

Tab. 1. Zawartość metali w kości gąbczastej głowy kości udowej w grupie osób niepalących i palących [$\mu\text{g/g}$, Ca - %]

Metal/Metal	Zakres zawartości/ Content-range	Średnia $\pm$ SD/ Mean $\pm$ SD	Mediana/ Median
niepalący/non-smokers			
Ag	0,005 - 0,040	0,016 $\pm$ 0,011	0,011
Cd	0,014 - 0,236	0,057 $\pm$ 0,047	0,046
Cr	0,50 - 0,23	1,65 $\pm$ 0,80	1,57
Cu	0,18 - 1,81	0,79 $\pm$ 0,40	0,77
Pb	0,71 - 4,78	2,00 $\pm$ 1,13	1,70
Fe	17,19 - 187,65	77,73 $\pm$ 56,88	59,28
Zn	60,23 - 121,91	83,59 $\pm$ 15,86	78,67
Ca	11,77 - 20,53	15,99 $\pm$ 2,35	15,12
K	327,84 - 2091,88	908,22 $\pm$ 524,29	730,10
Mg	1230,64 - 2433,43	1798,47 $\pm$ 298,41	1765,56
palący/smokers			
Ag	0,003 - 0,077	0,021 $\pm$ 0,018	0,013
Cd	0,024 - 0,136	0,061 $\pm$ 0,031	0,053
Cr	0,39 - 3,08	1,58 $\pm$ 0,97	1,25
Cu	0,30 - 3,20	0,91 $\pm$ 0,69	0,72
Pb	0,89 - 12,76	3,09 $\pm$ 2,57	2,46
Fe	11,74 - 476,20	75,18 $\pm$ 68,88	46,07
Zn	52,77 - 114,12	80,51 $\pm$ 14,83	80,53
Ca	9,51 - 22,40	15,60 $\pm$ 3,65	15,78
K	155,95 - 1910,63	649,88 $\pm$ 396,22	593,90
Mg	1022,37 - 2341,80	1614,61 $\pm$ 333,38	1568,61

Fig. 1. Content of lead in the cancellous bone of the femoral head in non-smokers population and smokers smoking 10 or less cigarettes per day and smokers smoking more than 10 cigarettes per day

Ryc. 1. Zawartość ołowiu w kości gąbczastej głowy kości udowej osób niepalących oraz wypalających poniżej i powyżej 10 papierosów dziennie



Also the decrease of calcium content depending on the age was more visible in smokers in comparison to non-smokers.

The negative influence caused by cigarette smoking on human organism was also reflected in value of the ratio: lead content/total of essential metal contents (calcium, magnesium, zinc, potassium, iron, chromium and copper). This ratio was highest in head of femur in the group of people who smoked more than 10 cigarettes per day – Fig. 3.

The antagonism, between calcium and lead contents in head of femur, was also confirmed by correlation analysis. The value of Spearman R correlation coefficient was negative in both non-smokers and smokers, though it was

Odzwierciedleniem niekorzystnego wpływu papierosów na organizm była również wartość ilorazu zawartość ołowiu/suma zawartości metali niezbędnych (tj. wapń, magnez, cynk, potas, żelazo, chrom i miedź). Wartość tego ilorazu była największa w głowie kości udowej w grupie osób wypalających powyżej 10 papierosów dziennie – ryc. 3.

Występowanie antagonizmu między zawartością wapnia i ołowiu w głowie kości udowej potwierdziła również analiza korelacyjna. Wartość współczynnika R Spearmana, choć nieistotna statystycznie, w grupie osób palących i niepalących była ujemna. Największa wartość współczynnika korelacji ($r = -0,66$) wystąpiła w grupie osób wypalających powyżej 10 papierosów dziennie.

Fig. 2. Changes in content of calcium and lead in the cancellous bone of the femoral head in smokers and non-smokers populations in aging

Ryc. 2. Zmiany zawartości wapnia i ołowiu w kości gąbczastej głowy kości udowej osób niepalących i palących z wiekiem

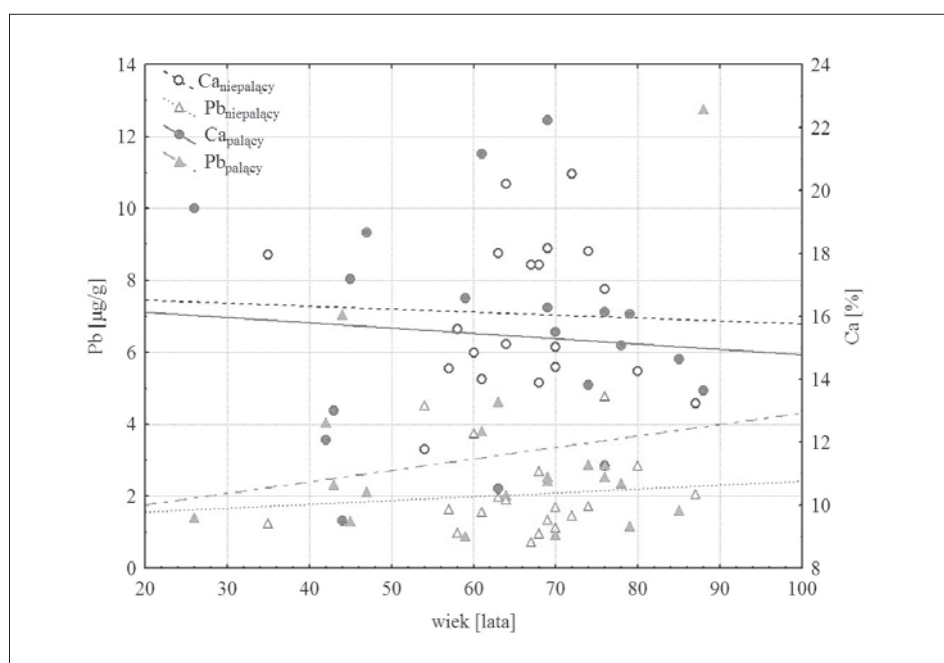
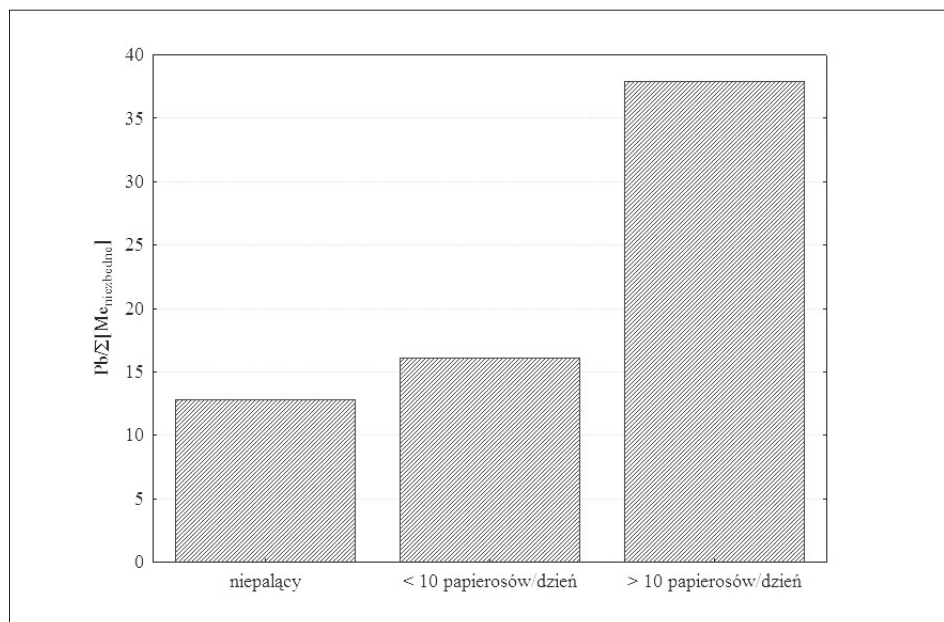


Fig. 3. Value of quotient of the lead content and sum of essential metal ions in the cancellous bone of the femoral head in non-smokers population and smokers smoking 10 or less cigarettes per day and smokers smoking more than 10 cigarettes per day

Ryc. 3. Wartość ilorazu zawartość ołowiu/suma zawartości metali niezbędnych w kości gąbczastej głowy kości udowej osób niepalących oraz wypalających poniżej i powyżej 10 papierosów dziennie



not statistically significant. The highest value of correlation coefficient ($r = -0.66$) was observed in the group of people who smoked more than 10 cigarettes per day.

Smoking more than 10 cigarettes per day also lead to the increase of cadmium content in bones of approx. $0.02 \mu\text{g/g}$ in comparison to non-smokers and people smoking up to 10 cigarettes per day – Fig. 4, as well as in higher value of ratio: cadmium content/total of essential metal contents – Fig. 5.

The group of people who smoked more than 10 cigarettes per day was also characterised by bigger values of the quotient: Ag content/total of essential metal con-

Wypalanie powyżej 10 papierosów dziennie manifestowało się również wzrostem zawartości kadmu w kościach o ok. $0.02 \mu\text{g/g}$ w porównaniu z osobami niepalącymi i wypalającymi do 10 papierosów dziennie – ryc. 4 oraz większą wartością ilorazu zawartość kadmu/suma zawartości metali niezbędnych – ryc. 5.

Grupę osób wypalających powyżej 10 papierosów dziennie charakteryzowały również większe wartości ilorazu zawartość Ag/suma zawartości pierwiastków niezbędnych. Odpowiednie wartości wynosiły dla srebra: niepalący – 0,10, palący do 10 papierosów dziennie – 0,13, palący > 10 papierosów dziennie – 0,21.

Fig. 4. The content of cadmium in the cancellous bone of the femoral head in non-smokers population and smokers smoking 10 or less cigarettes per day and smokers smoking more than 10 cigarettes per day

Ryc. 4. Zawartość kadmu w kości gąbczastej głowy kości udowej osób niepalących oraz wypalających poniżej i powyżej 10 papierosów dziennie

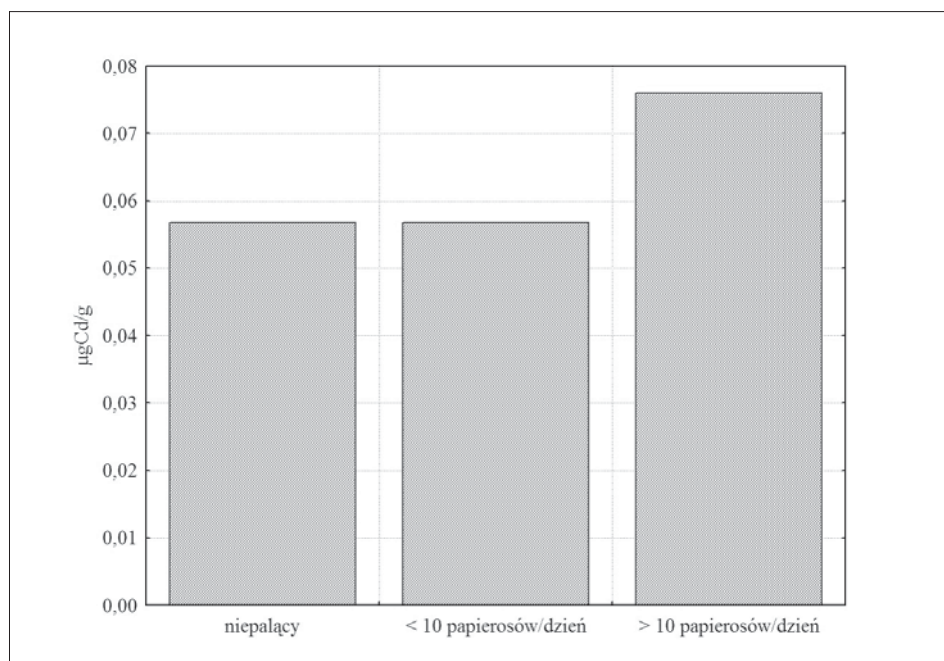
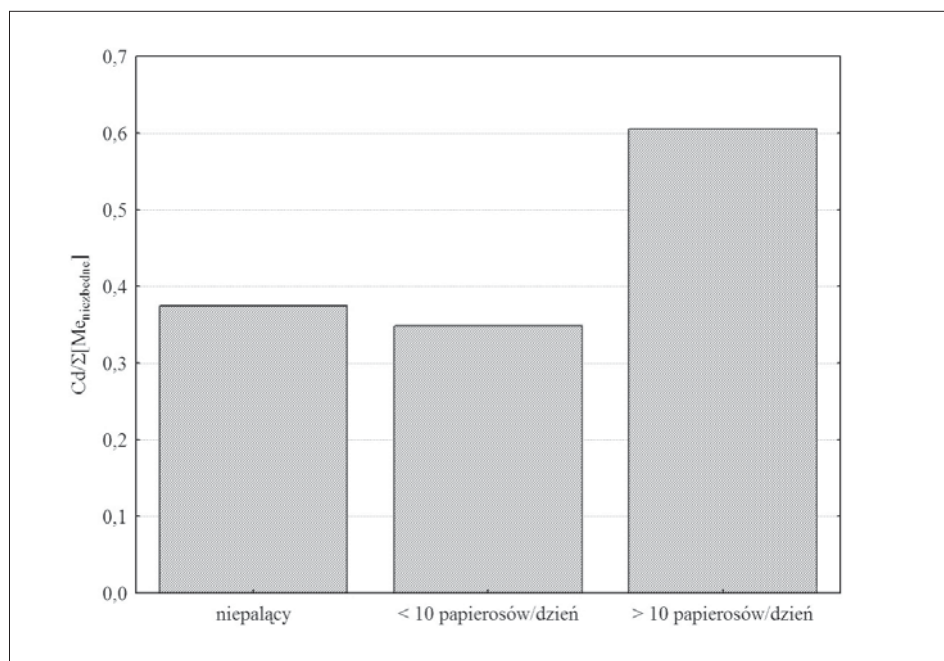


Fig. 4. The content of cadmium in the cancellous bone of the femoral head in non-smokers population and smokers smoking 10 or less cigarettes per day and smokers smoking more than 10 cigarettes per day

Ryc. 4. Zawartość kadmu w kości gąbczastej głowy kości udowej osób niepalących oraz wypalających poniżej i powyżej 10 papierosów dziennie



tents. The respective values for argent amounted to: 0.10 for non-smokers, 0.13 for the people who smoked up to 10 cigarettes per day and 0.21 for the people who smoked more than 10 cigarettes per day.

DISCUSSION

The increased content of lead in head of femur in smokers reflected an increased exposure to this element related to smoking. The amount of lead contained in a cigarette is estimated to be 3-12 μg (11). The increased amount of lead in bones in smokers may influence the calcium metabolism because the metabolism of these elements is related, as it was confirmed by the clinical as well as experimental research (13). The interactions between lead and calcium are particularly noticeable in the case of calcium deficiency in diet (13). This fact deserves to be particularly emphasised as the research carried out by different centres indicates that the calcium intake in different countries is too low (14). It also concerns Poland (15-16).

The analysis of correlation between the amount of calcium and lead in head of femur and the patient age indicates there is an interaction between the femur head bone content of those two metals. It is the result of a specific behaviour of lead in bone tissue. Lead is accumulated in bones and then released together with calcium during bone transformation and its bigger part is immediately incorporated into a new bone hydroxyapatite. In this way, the additional amount of lead joins the portions of calcium in newly formed hydroxyapatites. As a consequence, lead content in spongy bone may increase by 3 – 30 times in people whose age ranges from 15 to 75 years (17).

The toxic influence of cadmium on bone tissue is quite well-known. Cadmium accumulated in bones influences calcification, decalcification and remodelling of bones (18). It may lead to osteopenia and osteomalacia. Its influence also consists in inhibition of hydroxylation of 25-hydroxycalciferol to 1.25-dihydroxycalciferol and in reduction of calcium absorption from intestines (19).

One of the significant sources of cadmium in organism is cigarette smoking. According to literature, smoking more than 20 cigarettes per day causes additional absorption of approx. 1-2 $\mu\text{gCd/g}$ (11).

According to our research, smoking more than 10 cigarettes per day caused the increase of cadmium content by approx. 0.02 $\mu\text{g/g}$ in comparison with non-smokers and people who smoked up to 10 cigarettes per day. It also caused the increased value of quotient: cadmium content/total of essential metal content

The increased values of the quotient indicate clearly the disadvantageous influence of heavy metals contained in tobacco smoke on bone tissue. The increase in the amount of toxic heavy metals corresponds with the decrease in content of the basic mineral components of bone tissue, which can consequently lead to a reduction of bone mineral density and more frequent occurrence of fractures.

DYSKUSJA

Większa zawartość ołowiu w głowie kości udowej osób palących odzwierciedlała zwiększone narażenie na ten pierwiastek związane z paleniem papierosów. Ilość ołowiu zawartego przeciętnie w papierosie ocenia się na 3-12 μg (11). Podwyższona zawartość ołowiu w kościach osób palących może wpływać na gospodarkę wapnia, ponieważ – jak stwierdzono w badaniach zarówno klinicznych jak i eksperymentalnych – metabolizm tych pierwiastków jest powiązany (13). Interakcje między ołowiem i wapniem są szczególnie widoczne w sytuacji niedoboru wapnia w diecie (13). Fakt ten zasługuje na szczególne podkreślenie, ponieważ przeprowadzone przez różne ośrodki badania wykazują, że pobranie wapnia z diety w różnych krajach jest zbyt niskie (14); dotyczy to również Polski (15-16).

Na występowanie interakcji między zawartością wapnia i ołowiu w głowie kości udowej badanych osób wskazuje analiza zależności między zawartością tych metali a wiekiem. Jest to wynikiem charakterystycznego zachowania się ołowiu w tkance kostnej – ołów zgromadzony w kościach podczas ich przemiany jest uwalniany razem z wapniem i w większej części natychmiast włączany do nowego hydroksyapatytu kostnego. W ten sposób do kolejnych porcji wapnia w nowo formowanych hydroksyapatytach dołączają dodatkowe ilości ołowiu, tak, że jego zawartość w kości gąbczastej może wzrosnąć 5-30 razy w przedziale wiekowym 15-75 lat (17).

Toksyczne działanie kadmu na tkankę kostną jest dość dobrze poznane. Kadm zawarty w kościach wpływa na kalcyfikację, dekalcyfikację i remodelling kości (18), może prowadzić do osteopenii i osteomalacji. Jego działanie polega również na inhibicji hydroksylacji 25-hydrokalciferolu do 1, 25-dihydrokalciferolu oraz redukcji absorpcji wapnia z jelit (19).

Jednym z istotnych źródeł kadmu w organizmie jest palenie papierosów. Wg piśmiennictwa wypalenie 20 papierosów dziennie powoduje dodatkowe wchłonięcie ok. 1-2 $\mu\text{gCd/g}$ (11). W naszych badaniach wypalenie powyżej 10 papierosów dziennie powodowało wzrost zawartości kadmu w kościach o ok. 0,02 $\mu\text{g/g}$ w porównaniu z osobami niepalącymi i wypalającymi do 10 papierosów dziennie oraz większą wartość ilorazu zawartości kadmu/suma zawartości metali niezbędnych.

Większe wartości ilorazu wskazują wyraźnie na niekorzystny wpływ metali zawartych w dymie tytoniowym na tkankę kostną. Zwiększeniu ilości metali toksycznych odpowiada zmniejszenie się zawartości głównych składników mineralnych budujących tkankę kostną, co w konsekwencji może prowadzić do zmniejszenia gęstości mineralnej kości oraz występowania częstszych złamań.

Przeprowadzone badania wykazały, że na zawartość metali w kościach ma wpływ również ilość wypalanych dziennie papierosów. W grupie osób wypalających powyżej 10 papierosów dziennie zarówno zawartość ołowiu jak i kadmu wzrasta w porównaniu z osobami wypalającymi do 10 papierosów dziennie.

This research showed that the number of cigarettes smoked per day also has an influence on the content of metals in bones.

In the group of people smoking more than 10 cigarettes per day the content of both, lead and cadmium increases in comparison to people smoking up to 10 cigarettes per day.

CONCLUSIONS

1. The metals contained in the tobacco smoke have a negative influence on bone tissue, increasing the amount of toxic metals and decreasing the amount of basic mineral components that build bone tissue.
2. This research showed that the number of cigarettes smoked per day has also influence on the metal content in bones.

ACKNOWLEDGMENTS

Financial support by the State Committee for Scientific Research (KBN), Poland. Grant No. 7 T08A 051 14

WNIOSKI

1. Metale zawarte w dymie tytoniowym mają niekorzystny wpływ na tkankę kostną, powodując zwiększenie ilości metali toksycznych i zmniejszenie się zawartości głównych składników mineralnych budujących tkankę kostną.
2. Przeprowadzone badania wykazały, że na zawartość metali w kościach ma wpływ również ilość wypalanych dziennie papierosów.

PODZIĘKOWANIE

Financial support by the State Committee for Scientific Research (KBN), Poland. Grant No. 7 T08A 051 14

References/Piśmiennictwo:

1. Kaji H, Kosaka R, Yamauchi M, Kuno K, Chihara K, Sugimoto T. Effects of age, grip strength and smoking on forearm volumetric bone mineral density and bone geometry by peripheral quantitative computed tomography: comparisons between female and male. *Endocr J* 2005;52:659-666.
2. Muraki S, Yamamoto S, Ishibashi H. i wsp. Diet and lifestyle associated with increased bone mineral density: cross-sectional study of Japanese elderly women at an osteoporosis outpatient clinic. *J Orthop Sci* 2007;12:317-320.
3. Wiechula D, Jurkiewicz A, Loska K, Kwapiński J, Fischer A. Wpływ palenia tytoniu na gęstość mineralną kości oraz zawartość wapnia w głowie kości udowej u kobiet. W: Florek E, Piekoszewski W, red. Tytoń a zdrowie. Choroby odtytoniowe. Poznań; Katedra i Zakład Toksykologii AM im. K. Marcinkowskiego; 2003. str. 285-291.
4. Hopper JL, Seeman E. The bone density of female twins discordant for tobacco use. *N Engl J Med* 1994;330:387-392.
5. Rapuri PB, Gallagher JC, Balhorn KE, Ryschon KL. Smoking and bone metabolism in elderly women. *Bone* 2000;27:429-436.
6. Lkesson A, Bjellerup P, Lundh T. i wsp. Cadmium-induced effects on bone in a population-based study of women. *Environ Health Perspect* 2006;114:830-834.
7. Hollenbach KA, Barrett-Connor E, Edelstein SL, Holbrook T. Cigarette smoking and bone mineral density in older men and women. *Am J Publ Health* 1993;83:1265-1270.
8. Wong PK, Christie JJ, Wark JD. The effects of smoking on bone health. *Clin Sci (Lond)* 2007;113:233-241.
9. Meier C, Nguyen TV, Center JR, Seibel MJ, Eisman JA. Bone resorption and osteoporotic fractures in elderly men: the dubbo osteoporosis epidemiology study. *J Bone Miner Res* 2005;20:579-87.
10. Kanis JA, Johnell O, Oden A. i wsp. Smoking and fracture risk: a meta-analysis. *Osteoporos Int* 2005;16:155-162.
11. Friberg L, Nordberg GF, Vonk VB. Handbook on the Toxicology of Metals. Tom II: Specific Metals. II Wyd. Amsterdam: Elsevier; 1986.
12. Kjellstöm T. Mechanizm and epidemiology of bone effects of cadmium. W: Nordberg GF, Herber RFM, Alessio L, editors. Cadmium in the Human Environment: Toxicity and Carcinogenicity. Lyon: IARC; 1992. str. 301-310.
13. Goyer RA. Toxic and essential metal interactions. *Annu Rev Nutr* 1997;17:37-50.
14. Leclercq C, Piccinelli R, Arcella D, Le Donne C. Food consumption and nutrient intake in a sample of Italian secondary school students: results from the INRAN-RM-2001 food survey. *Int J Food Sci Nutr* 2004;55:265-277.
15. Paradowska-Stankiewicz I, Trafalska E, Grzybowski A. Realizacja zapotrzebowania na wybrane witaminy i składniki mineralne w diecie młodzieży. *Nowa Med* 2000;108:1920-1923.
16. Chwojnowska Z, Charzewska J, Chabros E, Wajszczyk B, Rogalska-Niedźwiedz M, Jarosz B. Zawartość wapnia i fosforu w dietach młodzieży warszawskich szkół podstawowych. *Roczniki PZH* 2002;53:157-165.
17. Ulrich L. The investigation of lead levels in vertebra and rib samples. *Arch Toxicol* 1978;41:133-148.
18. Kazantzis G. Cadmium, osteoporosis and calcium metabolism. *Biomaterials* 2004;17:493-498.
19. Kjellstöm T. Effects on bone, on vitamin D, and calcium metabolism. W: Friberg L, Elinder C-G, Kjellstöm T, Nordberg GF, editors. Cadmium and Health, tom II. Effects and Response. Boca Raton: CRC Press; 1986. s. 111-158.