

ZBIGNIEW KOZŁOWSKI, MAŁGORZATA RADWAN-OCZKO

## Wpływ wysiłku fizycznego podczas testu progresywnego na stężenie magnezu w spoczynkowej ślinie mieszanej

### Influence of Physical Effort During the Test Progressive for Concentration of Magnesium in Resting Mixed Saliva

Zakład Patologii Jamy Ustnej Katedry Periodontologii Akademii Medycznej we Wrocławiu

#### Streszczenie

**Wprowadzenie.** Magnez należy do najbardziej rozpowszechnionych pierwiastków w organizmie człowieka. Jego suplementacja jest często wykorzystywana w celu uzyskania większej wydolności fizycznej i szybszej regeneracji powysiłkowej. Występuje również w ślinie, a jego rola w środowisku jamy ustnej nie jest do końca poznana.

**Cel pracy.** Ocena wpływu wysiłku podczas testu progresywnego na stężenie magnezu w spoczynkowej ślinie mieszanej pobranej przed i po wysiłku oraz w porównaniu ze stężeniami magnezu u osób nieuprawiających sportu.

**Materiał i metody.** Grupę badaną stanowiło 74 sportowców (kolarze i studenci AWF we Wrocławiu przed i po progresywnym teście wysiłkowym), a grupę kontrolną 43 mężczyzn nieuprawiających wyczynowo sportu, u których nie wykonywano testu progresywnego. Średnia wieku wynosiła 21,2 roku. Podczas badań nie podawano żadnych płynów. Do oznaczeń użyto supernatantu spoczynkowej śliny mieszanej. Stężenie magnezu oznaczono fotometrycznie, z użyciem zestawu diagnostycznego Alfa Diagnostic (odczynniki Magnez Arsenazo) przy długości fali 550 nm.

**Wyniki.** Stężenie magnezu w grupie badanej przed wysiłkiem wynosiło  $0,54 \pm 0,40$  mg/dl i było istotnie niższe ( $p \leq 0,01$ ) w porównaniu ze stężeniem  $0,71 \pm 0,42$  mg/dl po zakończeniu testu progresywnego. W grupie kontrolnej stężenie magnezu wynosiło średnio  $0,35 \pm 0,26$  mg/dl i było istotnie niższe w porównaniu z wartością w grupie badanej przed i po teście progresywnym ( $p \leq 0,01$ ). Analiza korelacji wykazała ujemną współzmiennność stężenia magnezu wobec czasu wykonanej pracy i jej wartości w KJ oraz istotną dodatnią korelacją ( $p \leq 0,001$ ) między stężeniem magnezu przed wysiłkiem a szybkością wydzielenia śliny.

**Wnioski.** Wysiłek fizyczny podczas testu progresywnego wpływa na zwiększenie stężenia magnezu w spoczynkowej ślinie mieszanej. Wysiłek fizyczny podczas testu progresywnego istotnie zmniejsza szybkość wydzielenia śliny (Dent. Med. Probl. 2011, 48, 4, 513–518).

**Słowa kluczowe:** sport, test progresywny, ślina, magnez.

#### Abstract

**Background.** Magnesium is one of the most common elements in the human body. Its supplementation is often used for physical fitness gained greater and faster recovery after workouts. It also occurs in saliva, although its role in the oral environment is not fully understood.

**Objectives.** Impact assessment of effort during progressive test for magnesium levels in resting mixed saliva collected before and after exercise, and in comparison with the concentrations of magnesium in people not practicing sports.

**Material and Methods.** Study group consisted of 74 athletes (cyclists and students of Physical Education in Wrocław before and after a progressive exercise test). The control group consisted of 43 men – not practicing sport professionally, who have not performed a progressive test. Mean age was 21.2 years. While studies have not given any fluids. Supernatant was used for the determination of resting mixed saliva. Magnesium concentration was determined photometrically, using a diagnostic kit Alpha Diagnostic (Magnesium Arsenazo reagent) at a wavelength of 550 nm.

**Results.** The concentration of magnesium in the study group before exercise was  $0.54 \pm 0.40$  mg/dl and was significantly lower ( $p \leq 0.01$ ) when compared to the concentration of  $0.71 \pm 0.42$  mg/dl after the progressive test. In the control group the concentration of magnesium averaged  $0.35 \pm 0.26$  mg/dl and was significantly lower compared to values in the study group before and after the progressive test ( $p \leq 0.01$ ). Correlation analysis showed a negative

co-variableness concentrations of magnesium, compared to the time of the work and its values in KJ and significant positive ( $p \leq 0.001$ ) between serum magnesium before exercise and the rate of secretion of saliva.

**Conclusions.** Physical exertion during the progressive test increases the concentration of magnesium in the resting mixed saliva. Physical exertion during the progressive test significantly reduces saliva flow rate (**Dent. Med. Probl.** 2011, 48, 4, 513–518).

**Key words:** sport, test progressive, saliva, magnesium.

Magnez należy do najbardziej rozpowszechnionych pierwiastków w organizmie człowieka. Najwięcej tego pierwiastka występuje w kościach, gdzie spełnia funkcję stabilizatora bezpostaciowego fosforanu wapniowego, hamując powstawanie krystalicznego apatytu, a mniej w wątrobie, mięśniach czy innych tkankach. Magnez jest ponadto aktywatorem wielu enzymów i większości przemian wewnątrzkomórkowych i immunologicznych organizmu. Wpływa na alkalizację ustroju, a skutek tego na wiele chorób, jak np. osteoporozę, oraz na wydajność mięśni i ich zmęczenie [1–7]. U osób dorosłych jego zawartość w organizmie wynosi około 20–35 g, a dobowe zapotrzebowanie ok. 200–400 mg [1, 4]. Źródłem magnezu są zboża, kakao, orzechy, czekolada i twarda woda pitna [3, 4, 7]. Suplementacja magnezem jest stosowana w sporcie, zwłaszcza w okresie odwodnienia związanego z treningiem i w okresach redukcji masy ciała [6, 8–10]. W surowicy krwi stężenie magnezu wykazuje wahania dobowe z widocznym wzrostem wieczorem [11]. Nie wykazano istotnego wpływu płci lub wieku na stężenie magnezu w surowicy, obserwuje się natomiast jego niższe stężenie w tkankach u osób po 60 r.ż. w porównaniu z dziećmi [1, 12].

Magnez w jamie ustnej występuje w ślinie, płycie nazębnej, płynie dziąsłowym i twardych tkankach zęba [13–19]. Magnez obecny w ślinie ulega zwrotnemu wchłanianiu w przewodzie pokarmowym i jest wydzielany przez duże i małe gruczoły ślinowe [15, 20, 21]. Przyjmuje się, że stężenie magnezu w ślinie jest o ok. połowę niższe niż w osoczu i niższe niż w surowicy, w spoczynkowej ślinie mieszanej wynosi 0,22–0,75 mmol/l [15, 16]. Na stężenie magnezu w ślinie może wpływać wiek pacjentów [15], nie wpływa natomiast nikotynizm [22]. Rola magnezu w jamie ustnej i wpływ na jej stan nie są do końca poznane [13–15]. Podobnie niewiele wiadomo, jak wpływa wysiłek fizyczny na magnez zawarty w ślinie [23–27]. W ostatnich latach obserwuje się coraz szersze zainteresowanie sportem i rekreacją, a co za tym idzie, badaniami mającymi poprawić jakość treningu i osiągnięcie coraz lepszych wyników. Istnieje wiele metod oceny wydolności sportowca, a wśród nich test progresywny pozwalający kompleksowo i obiektywnie opisać stan organizmu. Przeprowadza się go na ergometrze rowerowym z regulowanym

obciążeniem mierzonym w watach. W czasie testu jest rejestrowana częstość skurczów serca oraz przeprowadzana analiza wydychanego powietrza, a przed i po teście są wykonywane badania krwi [28, 29]. Pozwala to na pewną optymalizację wyników – trudno bowiem porównać wysiłek, np. podczas biegu, gry w piłkę, treningu judo z pływaniem czy skokiem spadochronowym. Nieinwazyjne badanie śliny wydaje się istotnym uzupełnieniem oceny stanu wydolności organizmu.

Celem pracy była ocena wpływu wysiłku fizycznego podczas testu progresywnego o mierzalnej wartości pracy na stężenie magnezu w spoczynkowej ślinie mieszanej pobranej przed i po wysiłku. Wyniki porównano ze stężeniami magnezu u osób nieuprawiających sportu.

## Materiał i metody

Badania przeprowadzono u 117 mężczyzn w wieku 18–26 lat, średnia 21,2 (SD = 2,0). Grupę badanych stanowiło 74 sportowców (kolarze i studenci AWF we Wrocławiu) – przed (A) i po (B) progresywnym teście wysiłkowym na ergometrze rowerowym z użyciem aparatu Quark 2. Grupę kontrolną (C) stanowiło 43 mężczyzn nieuprawiających wyczynowo sportu (nie wykonywano testu progresywnego), a ślinę pobierano na czczo. Udział w badaniach był dobrowolny i wszyscy uczestnicy badań wyrazili na nie pisemną zgodę. Podczas badań nie podawano żadnych płynów. Określono szybkość wydzielania śliny pobieranej przed i ok. 5 min po wysiłku. Stężenie magnezu w supernatancie śliny mieszanej oznaczono fotometrycznie, z użyciem zestawu diagnostycznego Alfa Diagnostic (odczynnik Magnez Arsenazo) przy długości fali 550 nm.

Analizę statystyczną przeprowadzono z wykorzystaniem testu *t*-Studenta oraz analizy korelacji Pearsona. Przyjęto poziom istotności  $p < 0,05$ .

## Wyniki

Do oceny stopnia wydolności fizycznej badanych w tabeli 1 zestawiono wybrane średnie wartości wskaźników równowagi kwasowo-zasadowej we krwi podczas testu progresywnego. Po wysił-

**Tabela 1.** Średnie wartości wybranych parametrów biochemicznych krwi podczas testu progresywnego**Table 1.** Mean values of selected biochemical blood parameters during the progressive test

Parametr (Parameter)	Badanie (Study)	Średnia (Average)	Minimum (Minimum)	Maximum (Maximum)	Odch. std (Standard deviation)
Czas badania – min (Test time)		20,40	9,29	101,00	10,14
Praca – KJ (Work – KJ)		224,67	49,61	433,50	79,07
pO <sub>2</sub> – mm Hg	A	70,03	52,50	100,00	7,17
PO <sub>2</sub> – mm Hg	B	94,41	80,40	109,40	5,71
pCO <sub>2</sub> – mm Hg	A	41,54	32,90	100,00	7,47
pCO <sub>2</sub> – mm Hg	B	33,11	22,30	100,00	8,52
HCO <sub>3</sub> act – mmol/l	A	26,04	20,30	100,00	8,81
HCO <sub>3</sub> act – mmol/l	B	13,84	8,50	100,00	10,29
HCO <sub>3</sub> std – mmol/l	A	25,72	20,50	100,00	8,78
HCO <sub>3</sub> std – mmol/l	B	15,13	10,00	100,00	10,08
ctCO <sub>2</sub> – mmol/l	A	27,26	21,40	100,00	8,69
ctCO <sub>2</sub> – mmol/l	B	14,82	9,20	100,00	10,19
O <sub>2</sub> sat – %	A	93,76	82,90	100,00	2,22
O <sub>2</sub> sat – %	B	95,76	93,20	100,00	0,85-

A – przed testem, B – po wysiłkowym teście progresywnym, pO<sub>2</sub> – ciśnienie parcjalne tlenu, pCO<sub>2</sub> – ciśnienie parcjalne dwutlenku węgla, HCO<sub>3</sub>act – aktualne stężenie wodorowęglanów, HCO<sub>3</sub>std – standardowe stężenie wodorowęglanów, ctCO<sub>2</sub> – całkowita zawartość dwutlenku węgla w osoczu, O<sub>2</sub>sat – nasycenie tlenem.

A – before the test, B – after the test progressive PO<sub>2</sub> – partial pressure of oxygen, pCO<sub>2</sub> – partial pressure of carbon dioxide, HCO<sub>3</sub>act – current concentration of bicarbonate, HCO<sub>3</sub>std – standard bicarbonate concentration, ctCO<sub>2</sub> – total carbon dioxide content in the plasma, O<sub>2</sub>sat – oxygen saturation.

ku zaobserwowano zwiększenie wartości ciśnienia parcjalnego tlenu (pO<sub>2</sub>) i nasycenie krwi tlenem (O<sub>2</sub>sat) oraz obniżenie ciśnienia parcjalnego dwutlenku węgla (pCO<sub>2</sub>), aktualnego (HCO<sub>3</sub>act) i standardowego (HCO<sub>3</sub>std) stężenia wodorowęglanów oraz całkowitej zawartości dwutlenku węgla w osoczu (ctCO<sub>2</sub>). Średni czas wysiłku wyniósł 20,4 min, podczas którego wykonywano pracę o średniej wartości 224,67 KJ. Wyniki badań śliny zestawiono w tabelach 2 i 3. Stężenie magnezu w supernatancie śliny mieszanej wynosiło 0,54 ± ± 0,40 mg/dl (0,22 ± 0,16 mmol/l) przed i 0,71 ± ± 0,42 mg/dl (0,29 ± 0,17 mmol/l) po zakończeniu testu progresywnego. Różnice te okazały się istotne (p < 0,0001). W grupie kontrolnej stężenie magnezu wynosiło średnio 0,35 ± 0,26 mg/dl (0,15 ± 0,11 mmol/l) i różniło się istotnie w porównaniu ze stężeniem przed (p = 0,008) i po teście progresywnym (p < 0,0001). Analiza korelacji wykazała ujemną współzmiennność stężenia magnezu wobec czasu wykonanej pracy i jej wartości. Istotna dodatnia współzmiennność (p ≤ 0,001) wystąpiła jedynie między stężeniem magnezu a szybkością wydzielania śliny przed wysiłkiem.

## Omówienie

W dostępnym piśmiennictwie oceniano stężenie magnezu w ślinie w małych grupach sportowców w zależności do stosowanej diety lub poszczególnych rodzajów uprawianych dyscyplin [9, 10, 23–27]. W badaniach własnych stężenie magnezu zwiększało się istotnie po zakończeniu testu progresywnego w porównaniu ze stanem przed wysiłkiem. W grupie kontrolnej średnie stężenie magnezu wynosiło 0,35 ± 0,26 mg/dl i było istotnie niższe w porównaniu z wartością przed (p = 0,008) i po teście progresywnym (p = 0,00001), co można powiązać z suplementacją organizmu magnezem w okresie treningowym. W podobnych badaniach Ben-Aryeh et al. [23] oznaczyli stężenie magnezu metodą absorpcji atomowej. W ślinie pełnej u 26 badanych przed i po submaksymalnym wysiłku uzyskali odpowiednio stężenia 0,26 ± 0,15 i 0,27 ± ± 0,13 mmol/l. Różnice te nie były istotne statystycznie. W teście Wingate natomiast wykonanym u zaledwie 13 badanych, stwierdzono istotne zwiększenie stężenia magnezu po wysiłku, co autorzy wiążą z udziałem nerwów współczulnych w wydzielaniu Mg<sup>2+</sup>. Dawes [24] w ślinie ze ślinianki

**Tabela 2.** Badane parametry śliny mieszanej**Table 2.** The tested parameters of mixed saliva

Grupa (Group)	Stężenie magnezu (Concentration of magnesium) mg/dl			P < 0,05	Szybkość wydzielania (Salivary flow rate) ml/min		P < 0,05
	A	B	C	A-B* p = 0,000037	VA	VB	VA-VB* p = 0,000002
Średnia (Average)	0,54	0,71	0,35	A-C* p = 0,008127	0,33	0,29	
Mediana (Median)	0,43	0,60	0,31		B-C* p = 0,000013	0,35	
Odch. std (Standard deviation)	0,40	0,42	0,26	0,08		0,08	
Min	0,016	0,105	0,031	0,125		0,100	
25%	0,250	0,404	0,160	0,300		0,220	
75%	0,701	0,900	0,419	0,400		0,350	

A – pomiar przed, B – pomiar po teście progresywnym, C – grupa kontrolna, V – szybkość wydzielania śliny.

A – before the test, B – after the progressive test, C – control group, V – salivary flow rate.

przysuszej nie wykazał istotnych różnic w stężeniu magnezu przed i 3 godz. po treningu. Inne badania 12 mężczyzn testem progresywnym na ergometrze nie wykazały też istotnych różnic zawartości magnezu w osoczu i erytrocytach [30]. W kolejnych badaniach [25] nie wykazano istotnego zwiększenia stężenia magnezu w ślinie mieszanej u dzieci po treningu pływackim, co jest tłumaczone pićm podczas treningu płynów energetyzujących. Schott et al. [26] w niestymulowanej ślinie mieszanej sportowców (trening judo, ergometr kolarski i test Wingate) zaobserwowali zmniejszenie się szybkości wydzielania śliny po wysiłku oraz zwiększenie stężenia magnezu w porównaniu z grupą nieuprawiających

sportu studentów. Stwierdzili ponadto, że podanie efedryny nie wpływało istotnie na stężenie magnezu. Również Chicharro et al. [27] w próbie wysiłkowej na ergometrze kolarskim wykazali znaczące ( $p < 0,05$ ) zwiększenie stężenia magnezu po wysiłku w ślinie mieszanej u 40 badanych, co podobnie jak inni autorzy tłumaczą dietą i jej suplementacją. W badaniach własnych oraz innych autorów [13, 14, 25–27] zaobserwowano zwiększenie, choć nie zawsze istotne, stężenia powysiłkowego magnezu, co może wiązać się ze zmniejszeniem szybkości wydzielania śliny związanej z utratą wody w czasie wysiłku oraz być może też zwiększeniem jej gęstości. Analiza korelacji oparta na wynikach

**Tabela 3.** Analiza korelacji Pearsona przy  $p < 0,05$ **Table 3.** Pearson correlation analysis at  $p < 0.05$ 

Para zmiennych (Pair of variables)	r	p	Istotność (Significance)
Mg (B) – czas pracy (Test time) min	-0,0410	0,734	n.s.
Mg(B) – praca KJ (Work on KJ)	-0,0152	0,900	n.s.
Mg (A) – V (A) ml/min	-0,3710	0,001	*
Mg (B) – V (B) ml/min	-0,0828	0,492	n.s.
V (B) ml/min – czas pracy (Test time) min	0,0697	0,555	n.s.
V (B) ml/min – praca KJ (Work on KJ)	0,0436	0,721	n.s.

A – pomiar przed, B – pomiar po teście progresywnym, V – szybkość wydzielania śliny.

A – before the test, B – after the progressive test, V – salivary flow rate.

własnych wskazuje jednak na statystycznie istotną współzależność jedynie w odniesieniu do stężenia magnezu i szybkości wydzielania śliny przed wysiłkiem. Wydaje się więc, że zwiększenie stężenia magnezu zaobserwowane po wysiłku trudno wyjaśnić bezpośrednim związkiem z czasem jego trwania i jego intensywnością. Istotność różnic stężenia magnezu w badaniach własnych może ponadto wynikać z większej grupy badanych osób, jednorodności użytego wysiłku, a także zastosowania innej metodologii oznaczania stężenia magnezu.

Badania własne przeprowadzono wyłącznie u młodych mężczyzn. Wyniki badań spektrofotometrycznych śliny pełnej osób w podobnym wieku przedstawione przez Agha-Hosseini et al. [31] u 2 grup studentów stomatologii liczących 50 kobiet i 50 mężczyzn wykazały jednak brak istotnej współzależności stężenia magnezu w zależ-

ności od płci (odpowiednio:  $1,27 \pm 0,45$  i  $1,37 \pm 0,44$  mmol/l). Pozwala to wysunąć przypuszczenie o podobnych wynikach w następstwie testu progresywnego u kobiet.

Badania własne przez swoją nieinwazyjność mogą przyczynić się do lepszego poznania wpływu wysiłku fizycznego na stężenie magnezu w jamie ustnej, a pośrednio w całym organizmie. Biorąc pod uwagę stosowaną przy uprawianiu różnych dyscyplin sportowych konieczność suplementacji żywienia preparatami zawierającymi magnez, uzyskane wyniki mogą być pomocne w optymalizacji odżywiania i osiągnięciu lepszych wyników podczas uprawiania wielu dyscyplin sportowych.

Podsumowując, należy stwierdzić, że wysiłek fizyczny podczas testu progresywnego wpływa na zwiększenie stężenia magnezu w spoczynkowej ślinie mieszanej i istotnie zmniejsza szybkość wydzielania śliny.

## Piśmiennictwo

- [1] GRACZYK A., RADOMSKA K., KONARSKI J.: Magnez w fizjologii i patologii człowieka. *Magazyn Med.* 1993, 8, 34–37.
- [2] KITTEL M., REWERSKI W.: Rola magnezu w organizmie. *Pol. Tyg. Lek.* 1988, 43, 822–824.
- [3] KRZEWICKI J.: Magnez w organizmie człowieka. *Pol. Tyg. Lek.* 1989, 44, 732–735.
- [4] WISŁOWSKA M., TRAUBER U.: Rola magnezu w procesach życiowych. *Pol. Tyg. Lek.* 1988, 43, 984–988.
- [5] KÖNIG D., MUSER K., DICKHUTH H.H., BERG A., DEIBERT P.: Effect of a supplement rich in alkaline minerals on acid-base balance in humans. *Nutr. J.* 2009, 10, 8–23.
- [6] NUNES MATIAS C., AGUIAR SANTOS D., MONTEIRO C.P., SILVA A.M., RAPOSO MDE F., MARTINS F., BETTENCOURT SARDINHA L., BICHO M., LAIRES M.J.: Magnesium and strength in elite judo athletes according to intracellular water changes. *Magnes Res.* 2010, 23, 138–141.
- [7] KUNACHOWICZ H., TROSZCZYŃSKA A.: Żywność wzbogacana i suplementy witaminowo-mineralne a ich rola w prawidłowej diecie człowieka. *Now. Lek.* 2005, 74, 533–538.
- [8] PRZEPIÓRKA M.: Stężenie składników mineralnych w pocie ludzkim podczas wysiłku. *Medicina Sport.* 2001, 5, 89–98.
- [9] SZCZEPAŃSKA B., MALCZEWSKA-LENCZOWSKA J., GAJEWSKI J.: Zasadność stosowania odżywek przez reprezentantów kadry narodowej seniorów podnoszenia ciężarów na zgrupowaniu treningowym. *Żywność Nauka Technologia Jakość* 2009, 65, 327–336.
- [10] CZAJA J.: Bromatologiczna ocena czynników optymalizujących dietę osób aktywnych fizycznie. Gdański Uniwersytet Medyczny, Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej. Rozprawa doktorska. Gdańsk 2010.
- [11] SZYSZKA A., BROCKI Z., MROZIKIEWICZ A., PARADOWSKI S.: Dobowe zmiany stężenia magnezu w surowicy zdrowych ludzi. *Pol. Tyg. Lek.* 1992, 47, 1078–1079.
- [12] KRZEWICKI J.: Stężenie magnezu w surowicy krwi i w krwinkach przy użyciu absorpcyjnej spektrofotometrii atomowej. *Pol. Tyg. Lek.* 1986, 41, 251–253.
- [13] TANAKA M., MATSUNAGA K., KADOMA Y.: Correlation in inorganic ion concentration between saliva and plaque fluid. *J. Med. Dent. Sci.* 2000, 47, 55–59.
- [14] ERDEMİR E.O., ERDEMİR A.: The detection of salivary minerals in smokers and non-smokers with chronic periodontitis by the inductively coupled plasma-atomic emission spectrophotometry technique. *J. Periodontol.* 2006, 77, 990–995.
- [15] CIEŚLAK M., JĘDRZEJEWSKA T., ZGIRSKI A.: Badanie zawartości magnezu, żelaza i miedzi w ślinie ludzi zdrowych. *Czas. Stomatol.* 1990, 43, 202–206.
- [16] GOW B.S.: Analysis of metals in saliva by atomic absorption spectroscopy. II. Magnesium. *J. Dent. Res.* 1965, 44, 890–894.
- [17] KASLICK R.S., MANDEL I.D., CHASENS A.I., LAZZARA I.R., EGITTO J., WEINBERG S.: Quantitative analysis of inorganic phosphorus and magnesium in gingival fluid. *J. Dent. Res.* 1973, 52, 180.
- [18] LAKOMA E.Ł., RYTOMAA J.: Mineral composition of enamel and dentin of primary and permanent teeth in Finland. *Scand. J. Dent. Res.* 1977, 85, 89–95.
- [19] WILSON R.F., ASHLEY F.P.: The relationship between the biochemical composition of dental plaque from both approximal and free smooth surfaces of teeth and subsequent 3-year caries increment in adolescents. *Archs. Oral Biol.* 1990b, 35, 933–937.



- [20] WINCEWICZ-PIETRZYKOWSKA A., FARBISZEWSKI R.: Ślina – rola biologiczna, skład i mechanizm wydzielania. II-Skład chemiczny śliny. *Czas. Stomatol.* 1984, 37, 581–587.
- [21] MANDEL J.D.: Relation of saliva and plaque to caries. *J. Dent. Res.* 1974, 53, 246–266.
- [22] ERDEMİR E.O., ERDEMİR A.: The detection of salivary minerals in smokers and non-smokers with chronic periodontitis by the inductively coupled plasma-atomic emission spectrophotometry technique. *J. Periodontol.* 2006, 77, 990–995.
- [23] BEN-ARYEH H., ROLL N., LAHAV M., DLIN R., HANNE-PAPARO N., SZARGEL R., SHEIN-ORR C., LAUFER D.: Effect of exercise on salivary composition and cortisol in serum and saliva in man. *J. Dent. Res.* 1989, 68, 1495–1497.
- [24] DAWES C.: The effects of exercise on protein and electrolyte secretion in parotid saliva. *J. Physiol.* 1981, 320, 139–148.
- [25] GRZESIAK I., KACZMAREK U.: Porównanie wybranych składników w ślinie pływaków przed i po rutynowym treningu – doniesienie wstępne. *Czas. Stomatol.* 2010, 63, 231–239.
- [26] SCHOTT I., TANIEWSKI M.: Effect of exercise on the concentration of cations in saliva. *Biol. Sport.* 1995, 12, 35–41.
- [27] CHICHARRO J.L., SERRANO V., UREÑA R., GUTIERREZ A.M., CARVAJAL A., FERNÁNDEZ-HERNANDO P., LUCÍA A.: Trace elements and electrolytes in human resting mixed saliva after exercise. *Br. J. Sports Med.* 1999, 33, 204–207.
- [28] JASTRZĘBSKA A.: Metody oceny wydolności fizycznej. [W:] *Testy fizjologiczne w ocenie wydolności fizycznej*. Red.: Zatoń M., Jastrzębska A., Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2010, 42–74.
- [29] JASKÓLSKI A.: Ocena wydolności fizycznej za pomocą testów czynnościowych. [W:] *Podstawy fizjologii wysiłku fizycznego z zarysem fizjologii człowieka*. Red.: Jaskólski A., Jaskólska A., Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, Wrocław 2009, 303–336.
- [30] CORDOVA A.: Changes on plasmatic and erythrocytic magnesium levels after high-intensity exercises in men. *Physiol. Behav.* 1992, 52, 819–821.
- [31] AGHA-HOSSEINI F., DIZGAH I.M., AMIRKHANI S.: The composition of unstimulated whole saliva of healthy dental students. *J. Contemp. Dent. Pract.* 2006, 7, 104–111.

### Adres do korespondencji:

Zbigniew Kozłowski  
Zakład Patologii Jamy Ustnej  
Katedra Periodontologii AM  
ul. Krakowska 26  
50-425 Wrocław  
tel.: +48 71 784 03 83  
e-mail: zbigko@gmail.com

Praca wpłynęła do Redakcji: 27.09.2011 r.  
Po recenzji: 7.11.2011 r.  
Zaakceptowano do druku: 10.11.2011 r.

Received: 27.09.2011  
Revised: 7.11.2011  
Accepted: 10.11.2011