

PŮVODNÍ PRÁCE

**STRONCIUM A ZINOK
AKO UKAZATELE POTRAVNÝCH
ZVYKLOSTÍ U JEDINCŮ
Z POHREBISKA GÁŇ
(9.–10. STOR. N. L., OKR. GALANTA,
SLOVENSKO)**

**Strontium and zinc as the indicators
of diet strategies in individuals
from the cemetery of Gáň
(9th–10th c. AD, Galanta district, Slovakia)**

**Silvia Bodoriková¹,
Michaela Dörnhöferová¹, Eva Neščáková¹,
Stanislav Katina^{1,2,3}, Michal Takács⁴,
Jozef Urminský⁵, Mária Fuchsová⁶**

¹Katedra antropológie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, Bratislava, Slovenská republika

²Katedra aplikovanej matematiky a štatistiky,

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského v Bratislave, Bratislava, Slovenská republika

³School of Mathematics and Statistics, University of Glasgow, Glasgow, Scotland, United Kingdom

⁴Vlastivedné múzeum v Galante, Galanta, Slovenská republika

⁵Vlastivedné múzeum v Hlohovci,
Hlohovec, Slovenská republika

⁶Katedra biológie, Pedagogická fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, Bratislava, Slovenská republika

Abstract

The aim of the study was to reconstruct the dietary habits on the basis of strontium (Sr) and zinc (Zn) concentrations in dental tissues of individuals from the Early Medieval cemetery of Gáň. Although 38 graves were exhumed in the cemetery, teeth only from 12 individuals were analyzed. We examined only intact teeth, with fully developed roots, without caries, dental calculus and deep abrasion. Concentrations of Sr, Zn and Ca (calcium), and their ratios, were used to determine the relative proportions of plant and animal protein in the diet. Samples were analyzed using optical emission spectrometry with inductively coupled plasma. The mean concentration of Sr was 130.59 ± 56.99 mg/kg, and the average content of Zn was 128.80 ± 20.37 mg/kg. The mean values of Sr and Zn concentrations indicate that the examined population probably consumed mixed diet with approximately same proportion of plant and animal components. The intersexual differences were statistical significant in concentrations of Sr, and in ratios Sr/Zn, and Sr/Ca, and higher values were found in males. In age differences, the significant differences were found in Zn concentration, and in ratio Zn/Ca, and higher values were detected in adults. The results show that the adult individuals consumed more animal proteins than non-adults, and the diet of female probably contained even more proteins than male's diet. The results also indicated that there were also individuals whose diets were, respectively, richer and poorer in animal proteins that could be related to their health conditions or social status in the population.

Key words: *paleodiet, trace elements, diagenesis, Slavs, Early Middle Age*

Úvod

Na rekonštrukciu paleodiéty sa zo širokého spektra makro- a mikroelementov využívajú koncentrácie vápnika, stroncia, zinku, fosforu, bária, medi a železa, pretože poskytujú najpresnejšie informácie o biologickom statuse sledovaných populácií (Schutkowski, 1995; Szostek & Głab, 2001). Zo stopových prvkov sa pri rekonštrukciách paleodiéty najčastejšie sleduje koncentrácia stroncia (Sr) a zinku (Zn).

Sr je zo zeminy ľahko absorbovaný rastlinami, kde sa následne v listoch mieša v rôznych pomeroch s rastlinným vápnikom (Ca). Po skonzumovaní rastlinnej potravy človekom sa Sr spolu s Ca ukladá do tvrdých tkanív, v ktorých je uložených až 99,1 % Sr a 98,6 % Ca. V mäkkých tkanivách a teda aj v potrave živočíšneho pôvodu (mäsitá strava) sa Sr a Ca vyskytujú v nízkych množstvách (Schroeder, Tipton, & Nason, 1972). Koncentrácia Sr v kostrovom materiáli je v obrátenom pomere k pozícii organizmu v trofickéj pyramíde, teda čím vyššie sa jedinec nachádza v potravnom reťazci, tým menšie množstvo Sr jeho kostné a zubné tkanivá obsahujú. V rastlinách je koncentrácia Sr najvyššia, pretože rastliny absorbujú Sr priamo z prostredia, kým cicavce ho získavajú z druhotného zdroja (rastlinnej alebo živočíšnej potravy). Bylinožravce disponujú väčším množstvom Sr ako mäsožravce a u všežravcov sa predpokladajú prostredné hodnoty (Sandford, 1992; Szostek & Głab, 2001; Szostek et al., 2003; Sponheimer et al., 2005). Podľa Lamberta et al. (1984) hodnoty Sr klesajú v poradí herbivora (400–500 ppm), omnivora (150–400 ppm) a carnívora (100–300 ppm). Szostek, Głab a Pudło (2009) a Schutkowski (2000, 2002) tvrdia, že nízke koncentrácie Sr nemusia nutne znamenať, že jedinci konzumovali potravu bohatú na živočíšne bielkoviny, lebo obsah Sr môže byť „maskovaný“ prijímaním stravy bohatej na minerály. Treba však povedať, že hladina Sr v tvrdých tkanivách sa vekom jedinca mení. Novorodenci majú nízke hodnoty Sr v kostiach vplyvom diskriminácie Sr placentou matky a rovnako nízke aj počas dojčenia. Počas rastu dieťaťa a prechodu na tuhú potravu dochádza k výraznému kolísaniu hodnôt Sr, preto sa odporúča do výskumu zahŕňať predovšetkým dospelých jedincov (Smrčka, 2005).

Zn sa na rozdiel od Sr ukladá v mäkkých tkanivách, preto je prítomný vo vyšších koncentráciách v potrave bohatej na živočíšne bielkoviny. Podľa Lamberta et al. (1984) hodnoty Zn rastú v poradí herbivora (90–150 ppm), omnivora (120–220 ppm) a carnívora (175–250 ppm). O spoľahlivosti využitia Zn na účely rekonštrukcie stravovacích zvyklostí sa veľmi diskutovalo. Sandford a Weaver (2000) tvrdia, že vzťah medzi koncentráciou Zn a typom výživy je sporný, zistili však, že pozitívna korelácia medzi obsahom naakumulovaného Zn a proteínovou stravou existuje. K podobným záverom prišli aj Herrmann a Grupe (1988) a Schutkowski et al. (1999), ktorí na diferenciáciu jedincov do sociálnych skupín použili pomery Zn/Ca a Sr/Ca. Rovnaký názor má aj Smrčka (2005), ktorý sledoval podiel živočíšnej zložky potravy porovnaním hodnôt Sr a Zn.

Cieľ

Cieľom tejto štúdie bola rekonštrukcia potravných zvyklostí na základe obsahu Sr a Zn v zubných tkanivách v populácii z ranostredovekého pohrebiska Gáň datovaného do 9.–10. storočia n. l. Práca nadväzuje na štúdie Domonkošovej Tibenskej et al. (2010) a Bodorikovej et al. (2009), ktoré boli robené na pohrebisku z rovnakej lokality, ale datovaného do obdobia

sťahovania národov (5.–6. storočie n. l.). Porovnali sme preto potravné zvyklosti týchto dvoch populácií, ktoré žili na rovnakom území s odstupom 400 až 500 rokov.

Metodika

Lokalita Gáň (okr. Galanta) leží na západnom Slovensku asi 50 km východne od Bratislavy. Pohrebisko bolo odkryté počas záchranného archeologického výskumu, ktorý realizovalo Vlastivedné múzeum v Galante a Vlastivedné múzeum v Hlohovci v roku 2008. Na základe hrobej výbavy bolo datované do 9.–10. storočia n. l. Na rovnakej lokalite bolo v roku 2007 exhumované pohrebisko z obdobia sťahovania národov, datované do 5.–6. stor. n. l.

Obsah stopových prvkov bol zisťovaný v zubných tkanivách. Na pohrebisku bolo exhumovaných 38 hrobov, na chemickú analýzu však bolo možné použiť zuby len 12 jedincov (Tabuľka 1). Odobrali sme 12 trvalých zubov, všetky boli premoláre (10 prvých premolárov a dva druhé premoláre). Zuby sme neextrahovali, vyberali sme len také, ktoré boli uvoľnené, resp. sa dali z alveolu ľahko uvoľniť, aby sme nepoškodili zub alebo alveol. Nízky počet analyzovaných zubov súvisel so zachovanosťou odontologického materiálu. Analyzovali sme len zuby intaktné, s úplne vyvinutým koreňom, bez zubného kazu, zubného kameňa a bez abrázie zasahujúcej do dentínu.

Tabuľka 1. Súbor analyzovaných jedincov a zubov

Hrob	Pohlavie	Vek	Hrobová výbava	Analyzované zuby
CH 4	Žena	Maturus II	Nie	14
CH 6	Neurčené	Adultus	Áno	44
CH 7	Žena	Juvenis	Áno	44
CH 9	Muž	Maturus I	Áno	24
CH 10	Muž	Adultus I	Nie	14
CH 16	Muž	Adultus I	Nie	34
CH 17	Muž	Juvenis	Áno	34
CH 19	Muž	Infans II	Nie	24
CH 23	Neurčené	Juvenis	Nie	44
CH 26	Muž	Adultus II	Nie	25
CH 29	Žena	Adultus I	Nie	14
CH 37	Muž	Adultus I	Nie	45

Pred analýzou sme zuby mechanicky zbavili nečistôt, umyli destilovanou vodou a vysušili pri izbovej teplote. Každý zub sa rozdrvil v achátovej miske a vzorka sa homogenizovala. Časť vzorky s hmotnosťou 0,5000 g sa v teflónovej miske zaliala zmesou 10 ml HF, 1 ml HNO₃ a 1 ml HClO₄, ktorá pôsobila cez noc. Na druhý deň sa vzorky odparovali na vodnom kúpeli na objem cca 1 ml. V odparovaní sa pokračovalo na pieskovom kúpeli s postupným pridávaním HF, HNO₃ a HClO₄, až do úniku hustých dymov. Nakoniec sa pridalo 5 ml nasýteného roztoku H₃BO₃, 1 ml HNO₃ a 1 ml HClO₄ a vzorky sa odparovali na pieskovom kúpeli až do sucha. K suchému odparku sa pridalo 15 ml redestilovanej vody a 5 ml HNO₃, potom sa vzorka asi 5 min zohrieva na teplotu cca 150 °C na pieskovom kúpeli. Po vychladnutí sa vzorka preliala do 50 ml odmernej banky a doplnila sa po značku. K vzorke sa paralelne pripravoval aj slepý pokus. Vzorky sa analyzovali prístrojom ICP OES Jobin Yvon 70 Plus (Francúzsko) pomocou metódy optickej emisnej spektrometrie s indukčne viazanou plazmou. Vo vzorkách zubného tkaniva sa zisťoval obsah troch prvkov – Ca (v %), Sr a Zn (v mg/kg). Analýzy boli robené na Geologickom ústave Prírodovedecké fakulty Univerzity Komenského v Bratislave.

Rovnakou metodikou sa analyzovali aj vzorky pôdy odoberané na pohrebisku. K dispozícii sme mali len štyri vzorky zeminy, na ktorých sme testovali, či nemohlo prísť k diagenéze. Okrem obsahu Ca, Sr a Zn bolo stanovené aj pH pôdy.

Štatistické analýzy boli robené v programe R (R Development Core Team, 2012). Všetky hypotézy boli testované voči obojstrannej alternatíve na hladine $\alpha = 0,05$. Pri viacnásobnom porovnávaní bola použitá Benjamini-Yekutieliho (BY) korekcia hladiny významnosti (Benjamini & Yekutieli, 2001). Predpoklad normálnosti rozdelenia dát sa testoval Kolmogorov-Smirnovým testom dobrej zhody bez BY korekcie (Venables & Ripley, 2002). Všetky dáta mali normálne rozdelenie ($p > 0,05$). Dvojvýberovým Studentovým t-testom s Welchovou aproximáciou stupňov voľnosti (Welch, 1947) a BY korekciou sme testovali, či nedošlo k diagenetickej zmene chemického zloženia zubov v pôde, porovnaním stredných hodnôt obsahu Sr, Zn a Ca v zuboch a pôde (Venables & Ripley, 2002). Rovnaký štatistický postup bol použitý na zistenie existencie intersexuálnych rozdielov, vekových rozdielov, rozdielov medzi jedincami pochovanými s hrobovou výbavou a bez nej a interpopulačných rozdielov medzi jedincami z pohrebiska v Gáni datovaného do 9.–10. storočia a do obdobia sťahovania národov (Domonkošová Tibenská et al., 2010; Bodoriková et al., 2009). Tento test je možné použiť aj v prípade malých počtov, ak je zachované normálne rozdelenie dát.

Výsledky

Na začiatku analýz bolo potrebné zistiť, či chemické zloženie zubného tkaniva nebolo ovplyvnené diagenézou, teda, či nedošlo k difúzii iónov z pôdy do zubného tkaniva, resp. ich vylúhovaniu zo zubov do pôdy. Je známe, že výmena prvkov medzi kostrovým materiálom a pôdou závisí od množstva faktorov, napr. od pH pôdy, jej absorpčných vlastností, prítomnosti mikroorganizmov, chemických vlastností (koncentrácie prvkov) alebo prítomnosti vody. Ako bolo spomenuté vyššie, k dispozícii sme mali štyri vzorky zeminy, pričom ich pH sa pohybovalo od 7,82 do 8,34. Vzhľadom na to, že koncentrácie Zn a Ca boli signifikantne vyššie v zuboch ($p < 0,0001$) a koncentrácia Sr bola naopak signifikantne vyššia v pôde ($p = 0,0064$) môžeme predpokladať, že diagenéza nenastala. Szostek et al. (2005) tvrdia, že príliš vysoká ako aj príliš nízka kyslosť pôdy môže zapríčiniť zmeny v koncentráciách stopových prvkov. Keďže pH pôdy je len mierne alkalické, je diagenetický vplyv menej pravdepodobný (Gordon & Buikstra, 1981).

Základné charakteristiky polohy a variability sledovaného súboru sú uvedené v tabuľke 2. Priemerná koncentrácia Sr bola $130,59 \pm 56,99$ mg/kg a priemerná koncentrácia Zn dosiahla $128,80 \pm 20,37$ mg/kg. Zistené hodnoty Sr a Zn naznačujú, že populácia sa pravdepodobne živila zmiešanou potravou s približne rovnakým podielom rastlinnej a živočíšnej zložky.

Pri sledovaní intersexuálnych rozdielov boli štatisticky signifikantné rozdiely zistené v obsahu Sr a v pomeroch Sr/Zn a Sr/Ca, pričom vyššie hodnoty vykazovali muži. Pri sledovaní vekových rozdielov boli štatisticky signifikantné rozdiely zistené v obsahu Zn a pri pomere Zn/Ca, pričom vyššie hodnoty boli zistené u dospelých jedincov. Pri sledovaní rozdielov medzi jedincami pochovanými s hrobovou výbavou a bez nej sme nezistili žiadne signifikantné rozdiely. Zistené výsledky poukazujú na to, že dospelí jedinci konzumovali viac živočíšnych bielkovín ako nedospelí jedinci, pričom strava žien zrejme obsahovala ešte viac proteínov ako potrava mužov (Tabuľka 3).

Najvyššia hodnota Sr (291,2 mg/kg) bola zistená u dospelého muža vo veku 20–30 rokov z hrobu CH 16. Hrob tohto jedinca narušil hrobovú jamu dieťaťa neurčeného pohlavia vo veku Infans II (10–12 rokov). Pozostatky dolnej polovice tela dieťaťa chýbali, je možné, že pri kopaní hrobej jamy pre dospelého jedinca boli z hrobu odstránené. Dospelý jedinec bol pochovaný bez hrobej výbavy. Zistená koncentrácia Sr v zubnom tkanive tohto jedinca je viac ako dvakrát vyššia ako priemer populácie. Tento jedinec mal aj najvyššiu koncentráciu Ca (34,38 %). Obsah Zn (141,6 mg/kg) mal blízky priemeru.

Tabuľka 2. Koncentrácie sledovaných stopových prvkov

	Ca	Sr	Zn	Sr/Zn	Sr/Ca	Zn/Ca
n	12	12	12	12	12	12
Priemer	31,24	130,59	128,80	1,02	4,18	4,12
SD	1,87	56,99	20,37	0,42	1,55	0,64
Medián	31,15	123,00	122,65	0,85	4,01	3,94
Minimum	28,63	71,30	105,10	0,60	2,38	3,33
Maximum	34,38	291,20	166,90	2,06	8,47	5,22

Poznámka: koncentrácie Ca sú v %, Sr a Zn v mg/kg, n – počet vzoriek, SD – smerodajná odchýlka

Tabuľka 3. Intrapopulačné rozdiely stredných hodnôt koncentrácií stopových prvkov

	Muži	Ženy	Nedospelí	Dospelí	S hrobovou výbavou	Bez hrobevej výbavy
n	7	3	4	8	4	8
Ca	priemer 31,49	30,50	30,90	31,41	31,10	31,36
t-štatistika	1,064		-0,521		-0,285	
p-hodnota	0,323		0,620		0,787	
Sr	priemer 153,20	89,90	113,20	139,30	115,40	138,20
t-štatistika	2,380		-0,864		-0,758	
p-hodnota	0,049*		0,410		0,468	
Zn	priemer 131,60	132,20	110,00	138,20	125,40	130,50
t-štatistika	-0,678		-3,9255		-0,439	
p-hodnota	0,535		0,004*		0,672	
Sr/Zn	priemer 1,19	0,68	1,40	1,20	0,94	1,07
t-štatistika	2,773		0,050		-0,482	
p-hodnota	0,032*		0,962		0,645	
Sr/Ca	priemer 4,80	2,94	3,63	4,37	3,68	4,34
t-štatistika	2,591		-0,875		-0,797	
p-hodnota	0,036*		0,407		0,446	
Zn/Ca	priemer 4,19	4,33	3,57	4,41	4,08	4,15
t-štatistika	0,325		-3,357		-0,171	
p-hodnota	0,759		0,008*		0,873	

Poznámka: * – signifikantné rozdiely; $p < 0,05$

Vysoké hodnoty Sr vo všeobecnosti indikujú zvýšený príjem potravy rastlinného pôvodu (Szostek et al., 2005). Keďže ide o pozostatky mladého muža, je otázne, či je zvýšený obsah Sr spôsobený preferovaním rastlinnej potravy. U mladého muža by sme skôr očakávali zvýšený prísun živočíšnych proteínov. Szostek (2006) tvrdí, že zvýšený obsah Sr nemusí bezprostredne súvisieť s typom stravy. Sillen a Kavanagh (1982) uvádzajú, že vysoká koncentrácia Sr môže byť dôsledkom jeho zvýšenej absorpcie v čreve. Nevylučujeme tiež možnosť, že tento jedinec trpel nejakým ochorením, aj keď na kostrových pozostatkoch neboli nájdené žiadne makroskopicky detekovateľné patologické zmeny.

Najnižšia koncentrácia Sr (71,3 mg/kg) bola zistená u nedospelého ženy vo veku 16–20 rokov z hrobu CH 7. Zn aj Ca nadobúdajú stredné hodnoty. Zaujímavé však je, že s nízkym obsahom Sr korešponduje hrobová výbava, ktorá bola pravdepodobne najbohatšia v rámci celého pohrebiska. V hrobe CH 7 sa našlo sedem sklenených perál žltej, modrozelennej a tmavomodrej farby, jeden bronzový gombík, jeden pravdepodobne strieborný gombík a strieborný prsteň. Množstvo nálezov z tohto hrobu jednoznačne ukazuje na to, že mladá žena patrila v danej spoločnosti k vyššej sociálnej vrstve. Nízky obsah Sr zasa poukazuje na to, že žena zrejme konzumovala stravu bohatú na živočíšne bielkoviny, teda jedla viac mäsa. Podobný nález bol zaznamenaný na pohrebisku v Gáni z obdobia sťahovania národov, kde najnižšia koncentrácia Sr bola tiež zistená u ženy s najbohatšou hrobovou výbavou (Bodoriková et al., 2009; Domonkošová Tibenská et al., 2010).

Koncentrácie Zn boli u všetkých jedincov vyrovnannejšie, hodnoty Sr majú väčší rozptyl, čo je spôsobené práve minimál-

nou a maximálnou hodnotou Sr (71,3 mg/kg u ženy z hrobu CH 7, resp. 291,2 mg/kg u muža z hrobu CH 16), o ktorých sme písali vyššie. Priemerné hodnoty obsahu Sr a Zn indikujú, že vo všeobecnosti sa populácia živila zmiešanou potravou s približne rovnakým podielom rastlinnej i živočíšnej zložky. Odľahlé hodnoty Sr indikujú, že v rámci populácie existovali aj jedinci, ktorých potrava bola pravdepodobne chudobnejšia, resp. bohatšia na živočíšne proteíny, čo zrejme súviselo s ich zdravotným stavom, resp. sociálnym postavením v populácii.

Diskusia

Získané výsledky sme porovnali s výsledkami analýz, ktoré boli robené u jedincov z pohrebiska v Gáni datovaného do obdobia sťahovania národov (5.–6. stor. n. l.; Domonkošová Tibenská et al., 2010; Bodoriková et al., 2009). Toto porovnanie je zaujímavé z toho dôvodu, že ide o porovnanie dvoch populácií, ktoré žili v rovnakej lokalite s odstupom 400 až 500 rokov. Štatisticky významné rozdiely medzi sledovanými súbormi boli zistené v koncentracii Sr a pomere Sr/Ca, pričom vyšší obsah Sr bol zistený v populácii z obdobia sťahovania národov (Tabuľka 4). Koncentrácie Zn boli u oboch populácií približne rovnaké. Môžeme teda usudzovať, že kým populácia z 9.–10. storočia konzumovala potravu s približne rovnakým podielom rastlinnej a živočíšnej zložky, v populácii z obdobia sťahovania národov bol podiel rastlinnej zložky v potrave vyšší.

Len pre zaujímavosť sme získané výsledky porovnali s výsledkami analýz stopových prvkov jedincov pochovaných v rodinnej krypte zaniknutého kostola sv. Kataríny pri Dehticiach (Bodoriková et al., 2010). Pozostatky patrili prav-

Tabuľka 4. Interpopulačné rozdiely medzi dvomi populáciami z Gáňu

	Pohrebisko	n	Priemer	t-štatistika	p-hodnota
Ca	Gáň C	12	31,24	-1,010	0,323
	Gáň A	13	30,49		
Sr	Gáň C	12	130,59	2,940	0,010*
	Gáň A	13	204,83		
Zn	Gáň C	12	128,80	0,877	0,394
	Gáň A	13	135,12		
Sr/Zn	Gáň C	12	1,02	2,036	0,057
	Gáň A	13	1,53		
Sr/Ca	Gáň C	12	4,18	3,471	0,003*
	Gáň A	13	6,51		
Zn/Ca	Gáň C	12	4,12	1,301	0,206
	Gáň A	13	4,45		

Poznámka: n – počet jedincov, * – signifikantné rozdiely, $p < 0,05$, Gáň C – pohrebisko z 9.–10. stor. n. l., Gáň A – pohrebisko z obdobia sťahovania národov (5.–6. stor. n. l.)

depodobne príslušníkom šľachtického rodu Labsánszkych a do krypty boli uložené v 17. a 18. storočí n. l. Analýza ukázala, že jedinci pravdepodobne konzumovali stravu bohatú na živočišne proteíny, čo korešponduje s predpokladom, že patrili k vyššej sociálnej vrstve. Pri porovnaní jedincov z Gáňu a Katarínky (Tabuľka 5) sme zistili štatisticky signifikantné rozdiely medzi všetkými ukazovateľmi okrem Ca. Kým u jedincov z Katarínky bol obsah Sr relatívne nízky (72,78 mg/kg) a Zn naopak vysoký (233,88 mg/kg), u populácie z Gáňu bol obsah oboch prvkov pomerne vyrovnaný (130,59 mg/kg, resp. 128,80 mg/kg). Porovnanie oboch populácií ukázalo, že jedinci z Katarínky zrejme konzumovali podstatne viac živočišných bielkovín ako jedinci z Gáňu. Keďže jedinci z Katarínky žili o niekoľko storočí neskôr, navyše patrili k vyššej spoločenskej vrstve, mali zrejme úplne odlišné potravné zvyklosti.

Záver

Výsledky analýzy stopových prvkov poukazujú na to, že populácia z Gáňu datovaná do 9.–10. storočia n. l. sa pravdepodobne živila zmiešanou potravou. Výsledky zároveň ukázali, že v rámci populácie zrejme existovali aj jedinci, ktorých potrava bola pravdepodobne chudobnejšia, resp. bohatšia na živočišne proteíny, čo mohlo súvisieť s ich zdravotným stavom, resp. sociálnym postavením v populácii. Pri porovnaní ranostredovekej populácie s populáciou z obdobia sťahovania národov sa ukázalo, že aj keď obe populácie pochádzali z jednej lokality, v potravných zvyklostiach boli isté rozdiely. Kým príjem živočišných bielkovín bol v oboch populáciách na približne rovnakej úrovni, konzumácia potravy rastlinného charakteru bola v populácii z 5.–6. storočia vyššia ako v populácii z 9.–10. storočia. Lokalita Gáň leží na Podunajskej rovine, čo je najúrodnejšia oblasť Slovenska, pretože ju pokrývajú spráše a riečne naplaveniny. Keďže obe populácie obývali tú istú lokalitu, môžeme predpokladať, že podmienky prostredia v ktorom žili, boli približne rovnaké. Vzhľadom na environmentálne podmienky na tomto území hlavným zdrojom obživy bolo poľnohospodárstvo. Archeologické výskumy potvrdili, že už v období sťahovania národov bolo veľmi intenzívne. V období raného stredoveku hlavným a najdôležitejším zamestnaním väčšiny obyvateľstva bolo pestovanie obilia a chov domácich úžitkových zvierat, hlavne hovädzieho dobytku a prasiat. Okrem obilia pestovali aj ovocné stromy, zbierali med divokých včiel, neskôr včely aj chovali v úľoch, zbierali liečivé rastliny, lovlili ryby a občas aj divoké zvieratá (Beranová, 1988). Predpokladáme, že strava populácie z 9.–10. storočia bola pestrejšia ako potrava populácie z obdobia sťahovania národov, čomu by zodpovedali aj výsledky získané analýzou stopových prvkov.

Podakovanie

Táto štúdia bola podporená projektovými úlohami VEGA 2/0038/12, VEGA 1/0442/13 a UK/90/2012.

Súhrn

Cieľom tejto štúdie bola rekonštrukcia potravných zvyklostí na základe obsahu Sr a Zn v zubných tkanivách v populácii z ranostredovekého pohrebiska Gáň datovaného do 9.–10. storočia n. l. Na pohrebisku bolo exhumovaných 38 hrobov, na chemickú analýzu však bolo možné použiť zuby len 12 jedincov. Odobrali sme 12 trvalých zubov, všetky boli premoláre. Tento nízky počet analyzovaných zubov súvisel so zachovanosťou odontologického materiálu. Analyzovali sme len zuby intaktné, s úplne vyvinutým koreňom, bez zubného kazu, zubného kameňa a bez abrázie zasahujúcej do dentínu. Vzorky sa analyzovali prístrojom ICP OES Jobin Yvon 70 Plus (Francúzsko) pomocou metódy optickej emisnej spektrometrie s indukčne viazanou plazmou. Vo vzorkách zubného tkaniva sme zistovali obsah troch prvkov – Ca (v %), Sr a Zn (v mg/kg). Priemerná koncentrácia Sr bola $130,59 \pm 56,99$ mg/kg a priemerná koncentrácia Zn dosiahla $128,80 \pm 20,37$ mg/kg. Zistené hodnoty Sr a Zn naznačujú, že populácia sa pravdepodobne živila zmiešanou potravou s približne rovnakým podielom rastlinnej a živočišnej zložky. Pri sledovaní intersexuálnych rozdielov boli štatisticky signifikantné rozdiely zistené v obsahu Sr a v pomeroch Sr/Zn a Sr/Ca, pričom vyššie hodnoty vykazovali muži. Pri sledovaní vekových rozdielov boli štatisticky signifikantné rozdiely zistené v obsahu Zn a pri pomere Zn/Ca, pričom vyššie hodnoty boli zistené u dospelých jedincov. Pri sledovaní rozdielov medzi jedincami pochovanými s hrobovou výbavou a bez nej sme nezistili žiadne signifikantné rozdiely. Zistené výsledky poukazujú na to, že dospelí jedinci konzumovali viac živočišných bielkovín ako nedospelí jedinci, pričom strava žien zrejme obsahovala viac proteínov ako potrava mužov. Výsledky zároveň ukázali, že v rámci populácie zrejme existovali aj jedinci, ktorých potrava bola pravdepodobne chudobnejšia, resp. bohatšia na živočišne proteíny, čo zrejme súviselo s ich zdravotným stavom, resp. sociálnym postavením v populácii. Pri porovnaní ranostredovekej populácie s populáciou z obdobia sťahovania národov sa ukázalo, že aj keď obe populácie pochádzali z jednej lokality, v potravných zvyklostiach boli isté rozdiely. Kým príjem živočišných bielkovín bol v oboch populáciách na približne rovnakej úrovni, konzumácia potravy rastlinného charakteru bola v populácii z 5.–6. storočia vyššia ako v populácii z 9.–10. storočia.

KLúčové slová: paleodiéta, stopové prvky, diagenéza, Slovania, včasný stredovek

Literatúra

- Beranová, M. (1988). *Slované*. Praha: Panorama.
- Benjamini, Y., & Yekutieli, D. (2001). The control of the false discovery rate in multiple testing under dependency, *Annals of Statistics*, 29(4), 1165–1188.
- Bodoriková, S., Katina, S., Kováčová, V., Kvetánová, I., Urminský, J., Kubová, J., & Domonkošová Tibenská, K. (2010). Analysis of trace elements in teeth of individuals from the former crypt in St. Catherine monastery in Dechtice (district Trnava, Slovakia), *Scripta Medica*, 83(1), 49–58.
- Bodoriková, S., Kováčová, V., Domonkošová Tibenská, K., Katina, S., Kubová, J., Takács, M., & Urminský, J. (2009). Stroncium a zinok ako indikátory potravných zvyklostí v populácii z obdobia sťahovania národov z lokality Gáň (okr. Galanta), *Slovenská Antropológia*, 12(2), 1–8.
- Domonkošová Tibenská, K., Bodoriková, S., Katina, S., Kováčová, V., & Kubová, J. (2010). Reconstruction of dietary habits on the basis of dental microwear and trace elements

- analysis of individuals from Gán cemetery (district Galanta, Slovakia), *Anthropologischer Anzeiger*, 68(1), 67–84.
- Gordon, G. C., & Buikstra, J. E. (1981). Soil pH, Bone Preservation and Sampling Bias at Mortuary Sites, *American Antiquity*, 46(3), 566–571.
- Herrmann, B., & Grupe, G. (1988). Trace element content in prehistoric cremated human remains. In Grupe, G., & Herrmann, B. (Eds.). *Trace Elements in Environmental History* (pp. 91–103). Berlin: Springer-Verlag.
- Lambert, J. B., Simpson, S. V., Szpunar, C. B., & Buikstra, J. E. (1984). Ancient human diet from inorganic analysis of bone, *Accounts of Chemical Research*, 17(9), 298–305.
- R Development Core Team (2012). *R: A language and environment for statistical computing* [Computer software]. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.
- Sandford, M. K., & Weaver, D. S. (2000). Trace element research in anthropology: new perspectives and challenges. In Katzenberg, M. A., & Saunders, S. R. (Eds.). *Biological Anthropology of the Human Skeleton* (pp. 329–350). New York: Wiley-Liss.
- Sandford, M. K. (1992). A reconsideration of trace element analysis in prehistoric bone. In Saunders, S. R., & Katzenberg, M. A. (Eds.). *Skeletal Biology of Past Peoples: Research Methods* (pp. 79–105). New York: Wiley-Liss.
- Schroeder, H. A., Tipton, I. H., & Nason, A. P. (1972). Trace metals in man: strontium and barium, *Journal of Chronic Diseases*, 25(9), 491–517.
- Schutkowski, H. (1995). What you are makes you eat different things-interrelations of diet, status and sex in the early medieval population of Kirchheim unter Teck, FGR, *Human Evolution*, 10(2), 119–130.
- Schutkowski, H. (2000). Subsistence, Social Status and Stature – Approaches from Historical Anthropology to the Reconstruction and Significance of Dietary Patterns, *Jahrbuch für Wirtschaftsgeschichte*, 1, 13–28.
- Schutkowski, H. (2002). Mines, meals and movement – a human ecological approach to the interface of history and biology. In Smith, M. (Ed). *Human Biology and History* (pp. 199–215). London: Taylor & Francis.
- Schutkowski, H., Herrmann, B., Widemann, F., Bocherens, H., & Grupe, G. (1999). Diet, status and decomposition at Weingarten: Trace element and isotope analyses on Early Medieval skeletal material, *Journal of Archaeological Science*, 26(6), 675–685.
- Sillen, A., & Kavanagh, M. (1982). Strontium and paleodietary research: A review, *Yearbook of Physical Anthropology*, 25, 67–90.
- Smrčka, V., 2005. *Trace elements in bone tissue*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Nakladatelství Karolinum.
- Sponheimer, M., de Ruiter, D., Lee-Thorp, J., & Späth, A. (2005). Sr/Ca and early hominid diets revisited: new data from modern and fossil tooth enamel, *Journal of Human Evolution*, 48(2), 147–156.
- Szostek, K., 2006: *Rekonstrukcja ogólnego stanu biologicznego historycznych i przedhistorycznych grup ludzkich na podstawie analiz makro- i mikroelementów w materiale odontologicznym*. Kraków: Wydawnictwo PiT.
- Szostek, K., & Głęb, H., 2001: Trace element concentrations in human teeth from a Neolithic common grave at Nakonowo (Central Poland), *Variability & Evolution*, 9, 16–27.
- Szostek, K., Głęb, H., & Pudło, A. (2009). The use of strontium and barium analyses for the reconstruction of the diet of the early medieval coastal population of Gdańsk (Poland): A preliminary study, *HOMO – Journal of Comparative Human Biology*, 60(4), 359–372.
- Szostek, K., Głęb H., Lorkiewicz, W., Grygiel, R., & Bogucki, P. (2005). The diet and social paleostratigraphy of Neolithic agricultural population of the Lengyel culture from Osłonki (Poland), *Przegląd Antropologiczny – Anthropological Review*, 68, 29–43.
- Szostek, K., Głęb, H., Szczepanek, A., & Kaczanowski, K. (2003). Trace elements analysis of Bronze Age skeletal and crematory graves from Southern Poland for diet reconstruction, *HOMO – Journal of Comparative Human Biology*, 53(3), 235–246.
- Venables, W. N., & Ripley, B. D. (2002). *Modern Applied Statistics with S*. New York: Springer.
- Welch, B. L., 1947. The generalization of “Student’s” problem when several different population variances are involved, *Biometrika*, 34, 28–35.