

PŮVODNÍ PRÁCE

**POTRAVNÉ ZVYKLOSTI U STREDO-
VEKEJ POPULÁCIE Z BOROVIEC
(OKRES PIEŠŤANY, SLOVENSKO)
REKONŠTRUOVANÉ NA ZÁKLADE
STOPOVÝCH PRVKOV
V ZUBNÝCH TKANIVÁCH**

**Dietary habits in medieval population
of Borovce (Piešťany district, Slovakia)
reconstructed on the basis
of trace elements in dental tissues**

**Silvia Bodoriková¹, Stanislav Katina²,
Marek Bujdoš³**

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

²Ústav matematiky a štatistiky, Prírodovedecká fakulta, Masarykova univerzita, Brno, Česká republika

³Ústav laboratórneho výskumu geomateriálov, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, Bratislava, Slovenská republika

Abstract

The aim of the study was to determine the dietary habits of the historical human population using trace elements in dental tissues. Cemetery is dated to the period from the end of 8th century AD until the mid of 12th century AD and it is interesting with the occurrence of niche graves. Although 466 individuals had been buried in the cemetery, preservation of the teeth did not allow analysis of all of them. 35 permanent teeth from 35 individuals were analyzed. All analyzed teeth were intact, with fully developed roots, without dental calculus and abrasion. Concentrations of strontium (Sr), zinc (Zn), and calcium (Ca), and their ratios, were used to determine the relative proportions of plant and animal proteins in the diet. Samples were analyzed by ICP OES Jobin Yvon 70 Plus (France) using optical emission spectrometry with inductively coupled plasma. The values of the Sr (162.60 mg/kg) and Zn (128.47 mg/kg) concentrations indicate that a diet of the examined population was of a mixed character. A higher intake of animal proteins was detected in individuals of higher social status. Apparently, within the population there were individuals whose content of trace elements in dental tissue did not reflect the way of feeding or social status, but probably was related to their health.

Key words: *paleodietary reconstruction, dental tissues, strontium, zinc, the Middle Ages*

Úvod

Obec Borovce leží na západnom Slovensku asi 10 km juhozápadne od známeho kúpeľného mesta Piešťany. Archeologický výskum na lokalite začal v roku 1985 a s prestávkami prebiehal až do roku 2009. Na lokalite bolo odkrytých 440 hrobov s kostrovými pozostatkami 466 jedincov (Domonkošová Tibenská, Thurzo & Šefčáková, 2007). Pohrebisko je datované do obdobia od konca 8. storočia n. l. až do polovice 12. storočia n. l. a je zaujímavé výskytom tzv. výklenkových hrobov. Na území okolo toku stredného Dunaja sa pochovávanie do takýchto hrobov nezistilo a nie je pre toto územie typické. Celkovo sa tu našlo 99 výklenkových hrobov podmoľového typu a jeden hrob tunelového typu. Zatiaľ nie je celkom jasné, aký

typ sídla tu bol a kto vlastne na tomto pohrebisku pochovával. Nálezy, ktoré sa na lokalite našli, indikujú, že tu nebolo bežné vidiecke sídlo. Ľudia, ktorí tu žili, patrili podľa hrobej výbavy medzi elitu a zrejme išlo významné remeselné, obchodné či obranné centrum (Staššíková-Štukovská, 1996).

Vzhľadom na to, že súbor kostrových pozostatkov je rozsiahly, okrem základnej antropologickej analýzy (Šefčáková et al., 2006), boli sledované prejavy nešpecifického stresu (Obertová, 2005; Obertová & Thurzo, 2004), ochorenia a patologické zmeny (Bodoriková et al., 2006; Domonkošová Tibenská, Thurzo, & Šefčáková, 2007; Dörnhöferová & Beňuš, 2010; Petrušová Chudá, 2007; Staššíková-Štukovská et al., 2005; Šefčáková et al., 2001), ale aj nezvyčajné tafonomické aspekty niektorých hrobov (Thurzo, Šefčáková, & Staššíková-Štukovská, 2000). Šefčáková (2003) a Šefčáková a Krištín (2001a, 2001b) realizovali tiež paleoekologickú štúdiu, v rámci ktorej na základe širokého spektra stopových prvkov v kostnom tkanive rekonštruovali potravné zvyklosti daných jedincov.

Obsah stopových prvkov v kostných a zubných tkanivách poskytuje dôležité informácie o spôsobe stravovania historických populácií (Schutkowski, 1995; Szostek et al., 2003; Szostek, Głab, & Pudło, 2009), presnejšie, či v danej populácii prevažovala strava rastlinného pôvodu alebo strava bohatá na živočíšne bielkoviny (Sandford, 1992; Wolfspurger, 1992). Skúmaním širšieho spektra prvkov je možné rekonštruovať potravné zvyklosti s ohľadom na pohlavie, sociálny status, spôsob života a spôsob získavania potravy sociálnych skupín.

Prí rekonštrukcii potravných zvyklostí je najčastejšie sledovaným stopovým prvkom stroncium (Sr). Obsah Sr v kostrovom materiáli je v obrátenom pomere k pozícii organizmu v trofickkej pyramíde. Čím vyššie sa jedinec nachádza v potravnom reťazci, tým menšie množstvo stroncia jeho kostné a zubné tkanivá obsahujú. V rastlinách je koncentrácia Sr najvyššia, pretože rastliny absorbujú Sr priamo z prostredia, cicavce ho získavajú z druhotného zdroja – z rastlinnej alebo živočíšnej potravy. Bylinožravce disponujú väčším množstvom Sr ako všežravce, vrátane človeka, a mäsožravce (Sandford, 1992; Sponheimer et al., 2005; Szostek et al., 2003; Szostek & Głab, 2001). Podľa Lamberta et al. (1984) hodnoty Sr klesajú v poradí herbivora (400–500 ppm) – omnivora (150–400 ppm) – carnivora (100–300 ppm). Hladina Sr v tvrdých tkanivách môže byť ovplyvnená aj vekom jedincov. 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 jedincov dospelých (Smrčka, 2005).

Zinok (Zn) je výborným indikátorom proteínovej potravy, je prítomný vo vyšších koncentráciách v potrave bohatej na živočíšne bielkoviny. Vďaka tomu je možné odvodiť podiel živočíšnej zložky potravy porovnaním hodnôt Sr a Zn (Smrčka, 2005). Podľa Lamberta et al. (1984) hodnoty Zn rastú v poradí herbivora (90–150 ppm) – omnivora (120–220 ppm) – carnivora (175–250 ppm). 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 (Ca – vápnik).

Cieľ

Cieľom nášho výskumu bolo rekonštruovať potravné zvyklosti na základe analýzy stopových prvkov v zubných tkanivách u 35 jedincov zo stredovekého pohrebiska v Borovciach. Sle-

dovali sme tiež, či existujú rozdiely medzi jedincami rôzneho veku, pohlavia, sociálneho postavenia a z rôznych chronologických období.

Metodika

Potravné zvyklosti sme rekonštruovali na základe obsahu stopových prvkov v zubných tkanivách. Celkovo sme na analýzu vybrali 35 trvalých zubov (34 premolárov a jeden molár) od 35 jedincov (Tabuľka 1). Zuby sme neextrahovali, vybrali sme len také, ktoré bolo možné z alveol ľahko uvoľniť, aby sme nepoškodili zub alebo alveoly. Analyzovali sme len intaktné zuby s úplne vyvinutým koreňom, bez zubného kazu, zubného kameňa a abrázie zasahujúcej do dentínu. Všetky zuby sme mechanicky zbavili nečistôt, umyli destilovanou vodou a vysušili pri izbovej teplote. Chemické analýzy boli robené na Ústave laboratórneho výskumu geomateriálov Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave. 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).

Štatistické analýzy boli robené v programe R (R Development Core Team, 2012). Všetky hypotézy boli testované voči obojstrannej alternatíve na hladine $\alpha = 0,05$. Predpoklad normálnosti rozdelenia dát sa testoval Kolmogorovov-

Smirnovovým testom dobrej zhody. Všetky dáta mali normálne rozdelenie ($p > 0,05$), okrem obsahu Sr ($p < 0,01$) a pomeru Sr/Ca ($p = 0,043$). Sledovali sme tiež intersexuálne, vekové a diachronne rozdiely a rozdiely medzi jedincami z rôznych sociálnych vrstiev. Použili sme neparametrický dvojjvýberový Wilcoxonov test zhody mediánov.

Pokiaľ ide o rozdelenie jedincov do skupín na základe sociálneho postavenia a datovania hrobov, zatiaľ nepublikované údaje ku každému analyzovanému jedincovi nám poskytla archeologička PhDr. Danica Staššiková-Štukovská (Tabuľka 1). V rámci pohrebiska existovali štyri časové horizonty pochovávania – predveľkomoravský (8. stor. – prvá tretina 9. stor. n. l.), veľkomoravský (druhá tretina 9. stor. – prvá tretina 10. stor. n. l.), povelkomoravský až arpádovský (druhá tretina 10. stor. – prvá tretina 11. stor. n. l.) a arpádovský (11. stor. n. l.) (Staššiková-Štukovská, 2005).

Interpopulačné rozdiely medzi jedincami z pohrebiska v Borovciach a Gáni (Bodoriková et al., 2013; Domonkošová Tibenská et al., 2010) boli testované dvojjvýberovým Studentovým t-testom s Welchovou aproximáciou stupňov voľnosti.

Výsledky

V tabuľke 2 sú uvedené výsledky analýzy stopových prvkov. Priemerné hodnoty Sr (162,60 mg/kg) a Zn (128,47 mg/kg), ako i pomer Sr/Zn (1,28 mg/kg) indikujú, že daná po-

Tabuľka 1. Vzorka vyšetrených jedincov

Hrob	Zub	Pohlavie	Vek	Datovanie	Sociálny status
14	35	Muž	N	1	B
49	44	Žena	D	2	E
55	44	Žena	N	1	B
62	44	Muž	N	2	Ch
64	44	Žena	D	2	B
83	45	Muž	D	2	B
84	34	Žena	D	2	B
107	15	Muž	D	2	B
121	44	Žena	D	3	Ch
130	44	Muž	D	3	Ch
135	14	Žena	D	3	B
141	34	Muž	N	3	E
145	44	Žena	D	2	E
146	35	Muž	D	3	B
156	34	Muž	D	2	Ch
164	34	Žena	D	3	B
188	34	Žena	D	2	Ch
210	44	Žena	N	3	Ch
216	44	Muž	D	3	Ch
221	44	Muž	D	1	E
251	45	Muž	D	2	B
262	44	Žena	D	3	Ch
271	45	Žena	D	4	E
276	44	Muž	D	3	Ch
208a	44	Žena	N	2	Ch
284	44	Žena	D	4	E
287	34	Žena	D	4	E
321	44	Žena	N	1	Ch
323b	36	Neurčené	N	1	E
351	44	Muž	N	1	Ch
378	44	Žena	D	1	B
387	44	Žena	D	1	B
388	44	Muž	N	2	B
434	34	Muž	D	3	B
436	44	Muž	D	3	Ch

Poznámka: zuby sú označené systémom FDI; D – dospelý, N – nedospelý; 1 – 8. stor. až 1. tretina 9. stor. (predveľkomoravské obd.), 2 – 2. tretina 9. stor. až 1. tretina 10. stor. (veľkomoravské obd.), 3 – 2. tretina 10. stor. až 1. tretina 11. stor. (povelkomoravské až arpádovské obd.), 4 – 11. stor., hrob s mincou (arpádovské obd.); E – elita, B – bohatý, Ch – chudobný

plúcia sa živila zmiešanou potravou len s mierne vyšším podielom rastlinnej zložky.

V rámci sledovania vnútro skupinovej variability sme zistovali, či v sledovanej populácii existovali intersexuálne, vekové a sociálne rozdiely (Tabuľka 3).

Pri sledovaní intersexuálnych a vekových rozdielov v obsahu stopových prvkov sme nezistili žiadne štatisticky významné rozdiely. Pri sledovaní rozdielov medzi jedincami rôzneho sociálneho postavenia sme zistili štatisticky signifikantne vyššie hodnoty Zn a Zn/Ca u jedincov z vyšších sociálnych vrstiev. To naznačuje, že jedinci s vyšším sociálnym statusom mali zvýšený príjem živočišných bielkovín.

Zisťovali sme tiež, či existovali rozdiely medzi jedincami pochovanými v rôznych časových horizontoch (Tabuľka 3).

Tabuľka 2. Koncentrácie stopových prvkov u jedincov z Boroviec ($n = 35$)

	Ca %	Sr mg/kg	Zn mg/kg	Sr/Zn	Sr/Ca	Zn/Ca
M	31,64	162,60	128,47	1,28	5,14	4,07
SD	1,91	60,62	12,05	0,49	1,85	0,41
ME	31,86	169,70	127,40	1,29	5,37	4,07
MIN	27,78	34,13	101,60	0,27	0,95	3,35
MAX	35,80	409,60	151,30	3,22	12,58	5,15

Poznámka: Ca – vápnik, Sr – stroncium, Zn – zinok, n – počet vzoriek, M – priemer, SD – smerodajná odchýlka, ME – medián, MIN – minimum, MAX – maximum

priemeru celej populácie ($127,33 \pm 13,70$ mg/kg). Vzorka jedincov z arpádovského obdobia je však príliš malá na to, aby sme mohli vyvodit' všeobecnejšie závery.

V našich predchádzajúcich výskumoch sme zistili, že obsah Sr varioval viac ako obsah Zn (Bodoriková et al., 2013; Domonkošová Tibenská et al., 2010). Zistili sme, že veľké odchýlky v obsahu Sr súviseli so sociálnym statusom, resp. zdravotným stavom sledovaných jedincov. V súbore z Boroviec obsah Sr tiež variuje viac ako obsah Zn (Tabuľka 2). Najnižšia hodnota Sr ($34,13$ mg/kg) bola zistená u muža z hrobu 130, ktorý zomrel vo veku 20 – 30 rokov. Tento jedinec mal zároveň najvyššiu hodnotu Ca ($35,80$ %), pričom koncentrácia Zn ($124,7$ mg/kg) bola blízka priemeru. Na jeho kostrových pozostatkoch bolo nájdených niekoľko patologických zmien (náznak *cribra orbitalia* a hypertrofia *ossa parietalia*) a vývinových anomálií (*spina bifida* a 6 driekových stavcov) (Petrušová Chudá, 2007). Neboli však zistené žiadne patologické zmeny, na základe ktorých by bolo možné stanovit' príčinu smrti tohto jedinca. Podľa hrobovej výbavy patril tento muž k chudobnej sociálnej vrstve. Nízka hodnota Sr však indikuje zvýšený príjem živočišných proteínov. U tohto jedinca sa teda nepreukázala súvislosť medzi nízkou hodnotou Sr a sociálnym postavením. Vzhľadom na to, že išlo o mladého muža pravdepodobne z nižšej sociálnej vrstvy, je možné, že vykonával manuálnu prácu a preto konzumoval stravu bohatú na živočišne proteíny.

Najvyššie hodnoty Sr ($409,6$ mg/kg) boli zistené tiež u mladého muža z hrobu 62, ktorý zomrel vo veku 16 – 25 rokov. Podľa hrobovej výbavy tiež patril k chudobnejšej vrstve obyvateľstva. Na kostrových pozostatkoch neboli nájdené žiadne patologické zmeny. Veľmi vysoké hodnoty Sr naznačujú, že tento jedinec konzumoval stravu prevažne rastlinného pôvodu. Keďže išlo o mladého muža, očakávali by sme u neho skôr stravu bohatšiu na živočišne bielkoviny, resp. pozostávajúcu z približne rovnakého pomeru rastlinnej a živočišnej zložky. V tomto prípade teda nie sme si istí, či vysoká koncentrácia Sr naozaj indikuje konzumáciu prevažne rastlinnej stravy alebo tento jedinec trpel nejakým ochorením, ktoré spôsobilo zvýšenú absorpciu Sr v tráviacom trakte.

Diskusia

Pôdne prostredie v Borovciach má zásaditý ($\text{pH} \approx 8,5$) a suchý charakter, spĺňa teda podmienky na dobré zachovanie ko-

Vzhľadom na to, že z arpádovského obdobia sme mali vzorku len troch jedincov, z testovania sme ich vylúčili a rozdiely sme sledovali len medzi jedincami z predveľkomoravského, veľkomoravského a poveľkomoravského obdobia. Medzi týmito jedincami sme však nezistili štatisticky významné rozdiely, čo naznačuje, že stravovanie populácie sa od 8. storočia až do prvej tretiny 11. storočia n. l. výrazne nezmenilo. Pokiaľ ide o spomínaných troch jedincov z arpádovského obdobia (11. stor. n. l.), ktorých sme do analýzy nezahrnuli, išlo o kostrové pozostatky žien, ktoré podľa hrobovej výbavy patrili k bohatej sociálnej vrstve. Priemerná koncentrácia Sr u týchto žien bola pomerne nízka ($88,10 \pm 20,18$ mg/kg), čo korešponduje s ich sociálnym postavením, pretože indikuje konzumáciu potravy bohatú na živočišne bielkoviny. Priemerná koncentrácia Zn bola blízka

strových pozostatkov. Hladina spodnej vody je v Borovciach nízka, sprašová pôda má pomerne stabilnú vlhkosť od $8,8$ % do $9,0$ % (Šefčáková, 2002). Keďže sme nemali k dispozícii vzorky pôdy z pohrebiska, nemohli sme testovať, či nedošlo v zubnom tkanive k diagenetickým zmenám. Šefčáková (2002) sledovala kontamináciu a zachovanosť kostí na základe pomeru vápnika a fosforu (Ca/P). Hodnoty Ca/P sa pohybujú v rozpätí od $2,25 \pm 0,16$ do $2,28 \pm 0,13$. Pri porovnaní s hodnotou pomeru pre dobre zachované kosti ($2,21 \pm 0,09$) (Schutkowski et al., 1999) je možné konštatovať, že kostrový materiál je zachovaný vynikajúco. Na zmeny koncentrácií prvkov v kostnom tkanive má vplyv viac faktorov, napr. mikroštruktúra kosti, hustota kostného tkaniva, podmienky prostredia ako je pH, zloženie pôdy, teplota, vlhkosť, vlastnosti a koncentrácia vo vode rozpustných iónov a pod. (Sanford, 1992). Treba však povedať, že zuby spravidla lepšie odolávajú tafonomickým vplyvom ako kostné tkanivo, a to vďaka nízkej porozite a ochrannej vrstve skloviny (Hollund et al., 2013). Dôležitý je tiež fakt, že Sr a Zn sú tzv. izotropné prvky, to znamená, že diagenéze podliehajú len minimálne (Lambert et al., 1985). Vzhľadom na to, že sme do analýzy vybrali len zuby intaktné, bez abrázie a bez poškodennej skloviny, predpokladáme, že v zubnom tkanive jedincov z Boroviec nedošlo k diagenetickým zmenám.

Pohrebisko Borovce sme porovnali s pohrebiskom Gáň (okr. Galanta, Slovensko) datovaného do 9.–10. stor. n. l. (Bodoriková et al., 2013). Obe pohrebiská ležia na západnom Slovensku, vzdialené sú od seba približne 50 km. Na základe podobných klimatických a pôdnych podmienok sme predpokladali, že potravné zvyklosti oboch populácií by mohli byť podobné. Keďže v Borovciach sme poznali datovanie jednotlivých hrobov, do porovnania sme zahrnuli len jedincov z hrobov datovaných do veľkomoravského a poveľkomoravského obdobia (druhá tretina 9. stor. n. l. až prvá tretina 11. stor. n. l.). Jedinci z Boroviec mali štatisticky významne vyššie hodnoty Sr a pomer Sr/Ca (Tabuľka 4). Ostatné ukazovatele sa štatisticky významne nelíšili.

Výsledky analýzy indikujú, že obe populácie konzumovali stravu s približne rovnakým podielom živočišných bielkovín. Pokiaľ ide o podiel rastlinnej zložky v potrave, tak jedinci z Boroviec pravdepodobne konzumovali viac rastlinnej stravy ako jedinci z Gáňa. Obe lokality ležia na Podunajskej nížine, čo je najúrodnejšia oblasť Slovenska, pretože ju pokrýva-

Tabulka 3. Intrapopulačné rozdiely stredných hodnôt koncentrácií stopových prvkov

		Pohlavie		Vek		Sociálne postavenie	
		Ženy	Muži	Dospelí	Nedospelí	B + E	Ch
<i>n</i>		18	16	25	10	22	13
Ca	M	31,36	32,00	31,34	32,38	31,25	32,30
	SD	1,73	2,15	1,47	2,01	2,00	1,63
	ME	31,41	32,05	32,78	31,40	31,09	32,49
	p-hodnota	0,352		0,105		0,102	
Sr	M	159,76	167,01	153,48	185,39	152,09	180,38
	SD	42,54	78,88	86,25	45,97	43,79	80,69
	ME	168,95	170,35	185,68	179,30	175,88	184,10
	p-hodnota	0,746		0,291		0,260	
Zn	M	128,44	128,26	127,85	130,03	131,90	122,68
	SD	12,71	12,04	13,42	11,70	10,45	12,76
	ME	127,25	126,25	134,05	126,40	131,40	124,70
	p-hodnota	0,966		0,660		0,039*	
Sr/Zn	M	1,25	1,31	1,21	1,44	1,15	1,49
	SD	0,36	0,64	0,69	0,39	0,32	0,66
	ME	1,29	1,36	1,27	1,35	1,15	1,43
	p-hodnota	0,738		0,354		0,109	
Sr/Ca	M	5,80	5,23	4,91	5,70	4,84	5,63
	SD	1,33	2,39	2,61	1,46	1,30	2,51
	ME	5,37	5,38	5,17	5,37	4,95	5,50
	p-hodnota	0,833		0,386		0,310	
Zn/Ca	M	4,10	4,20	4,90	4,10	4,23	3,80
	SD	0,40	0,45	0,37	0,44	0,36	0,36
	ME	4,20	3,98	4,18	4,03	4,20	3,84
	p-hodnota	0,584		0,593		0,006*	

		Datovanie					
		1	2	1	3	2	3
<i>n</i>		8	12	8	12	12	12
Ca	M	31,51	32,03	31,51	31,72	32,03	31,72
	SD	1,88	1,73	1,88	1,94	1,73	1,94
	ME	31,70	32,56	31,70	31,82	32,56	31,82
	p-hodnota	0,537		0,809		0,682	
Sr	M	168,09	191,83	168,09	148,33	191,83	148,33
	SD	29,60	78,46	29,60	43,37	78,46	43,37
	ME	174,85	183,00	174,85	161,95	183,00	161,95
	p-hodnota	0,356		0,242		0,111	
Zn	M	130,72	132,16	130,72	123,58	132,16	123,58
	SD	12,32	9,56	12,32	13,49	9,56	13,49
	ME	131,40	131,20	131,40	123,40	131,20	123,40
	p-hodnota	0,786		0,239		0,087	
Sr/Zn	M	1,30	1,45	1,30	1,23	1,45	1,23
	SD	0,28	0,61	0,28	0,44	0,61	0,44
	ME	1,31	1,40	1,31	1,33	1,40	1,33
	p-hodnota	0,453		0,683		0,320	
Sr/Ca	M	5,35	5,96	5,35	4,73	5,96	4,73
	SD	0,94	2,35	0,94	1,47	2,35	1,47
	ME	5,60	5,50	5,60	5,09	5,50	5,09
	p-hodnota	0,433		0,268		0,142	
Zn/Ca	M	4,16	4,13	4,16	3,91	4,13	3,91
	SD	0,37	0,26	0,37	0,50	0,26	0,50
	ME	4,25	4,05	4,25	3,79	4,05	3,79
	p-hodnota	0,858		0,222		0,195	

Poznámka: B + E – jedinci patriaci k bohatej vrstve a elite; Ch – chudobní jedinci; 1 – predveľkomoravské obdobie; 2 – veľkomoravské obdobie; 3 – povelkomoravské obdobie, * – $p < 0,05$; Ca – vápnik; Sr – stroncium; Zn – zinok; M – priemer; SD – smerodajná odchýlka, ME – medián; n – počet jedincov. Pri sledovaní intersexuálnych rozdielov nebol do analýzy zahrnutý jeden jedinec neurčeného pohlavia. Pri sledovaní rozdielov medzi jedincami z rôznych časových horizontov neboli do analýzy zahrnutí traja jedinci z arpádovského obdobia.

Tabuľka 4. Interpopulačné rozdiely v koncentrácii stopových prvkov medzi populáciami z Boroviec a Gáňa

		Borovce 24	Gáň 12
Ca	n		
	M	31,88	31,24
	SD	1,81	1,88
Sr	p-hodnota		0,610
	M	170,08	123,28
	SD	65,85	56,99
Zn	p-hodnota		0,010*
	M	127,87	128,80
	SD	12,24	20,37
Sr/Zn	p-hodnota		0,885
	M	1,34	1,03
	SD	0,53	0,37
Sr/Ca	p-hodnota		0,067
	M	5,34	3,92
	SD	2,02	1,55
Zn/Ca	p-hodnota		0,007*
	M	4,02	4,13
	SD	0,41	0,65
	p-hodnota		0,600

Poznámka: n – počet jedincov; M – priemer; SD – smerodajná odchýlka; * $p < 0,05$; Borovce – do analýzy boli zahrnuté len hroby datované do veľkomoravského a veľkomoravského obdobia; Gáň – pohrebisko datované do 9. – 10. stor. n. l. (Bodoriková et al., 2013); Ca – vápnik; Sr – stroncium; Zn – zinok

jú spráše a riečne naplaveniny. Keďže obe populácie obývali podobné lokality, môžeme predpokladať, že podmienky prostredia v ktorom žili, boli približne rovnaké. Hlavným zdrojom obživy, vzhľadom na environmentálne podmienky na tomto území, bolo poľnohospodárstvo. Archeologické výskumy potvrdili, že bolo veľmi intenzívne už od obdobia sťahovania národov (5. – 6. stor. n. l.). V období raného stredoveku hlavným a najdôležitejším zamestnaním väčšiny obyvateľstva bolo pestovanie obilia a chov domácich úžitkových zvierat, hlavne hovädzieho dobytká a prasiat. Okrem obilia pestovali aj ovocné stromy, zbierali med divokých včiel, neskôr včely aj chovali v úľoch, zbierali liečivé rastliny, lovíli ryby a občas aj divoké zvieratá (Beranová, 2011). Pokiaľ ide o porovnávané populácie, pohrebisko z Boroviec tvorilo 440 hrobov s pozostatkami 466 jedincov a pochovávalo sa tu takmer päť storočí, kým v Gáni bolo celkovo len 38 hrobov. Borovce boli pravdepodobne významným remeselným a obchodným centrom, preto je možné, že aj poľnohospodársku výrobu mali viac rozvinutú ako obyvatelia Gáňa. Je však možné, že potravné zvyklosti populácií z Boroviec a Gáňa boli podobné a zistené rozdiely sú spôsobené len nízkym počtom analyzovaných jedincov, resp. výberom vzorky.

Záver

Výsledky získané analýzou stopových prvkov poukazujú na to, že populácia z Boroviec sa pravdepodobne živila zmiešanou stravou. Medzi mužmi a ženami zrejme neexistovali rozdiely v spôsobe stravovania. Signifikantne vyššie hodnoty Zn a pomeru Zn/Ca u jedincov z vyšších sociálnych vrstiev však naznačujú, že jedinci s vyšším sociálnym postavením mali zvýšený príjem živočišných bielkovín. Porovnanie jedincov z rôznych časových horizontov ukázalo, že spôsob stravovania sa u danej populácie v priebehu niekoľkých storočí výrazne nezmenil. Archeologické výskumy potvrdili, že hlavným zdrojom obživy, vzhľadom na environmentálne podmienky na tomto území, bolo poľnohospodárstvo. V období raného stredoveku hlavným a najdôležitejším zdrojom obživy väčšiny obyvateľstva bolo pestovanie obilia a chov domácich úžitkových zvierat, hlavne hovädzieho dobytká a prasiat. Okrem toho však

pestovali aj ovocné stromy, zbierali liečivé rastliny, lovíli ryby a občas aj divú zver. Výsledky našej štúdie prispeli k rozšíreniu doterajších poznatkov o živote a spôsobe stravovania nielen populácie z Boroviec, ale aj o životných podmienkach stredovekých populácií žijúcich na našom území.

PodĎakovanie

Táto štúdia bola podporená projektom VEGA 1/0442/13. Za poskytnutie kostrových pozostatkov a umožnenie analýz ďakujeme RNDr. Alene Šefčákovej, PhD. zo Slovenského národného múzea v Bratislave. Za poskytnutie informácií k archeologickému kontextu ďakujeme PhDr. Danici Stašíkovej-Štukovskej.

Súhrn

Cieľom štúdie bolo stanoviť potravné zvyklosti historickej populácie na základe analýzy stopových prvkov v zubných tkanivách. Pohrebisko je datované do obdobia od konca 8. storočia n. l. až do polovice 12. storočia n. l. a je zaujímavé výskytom tzv. výklenkových hrobov. Hoci na pohrebisku bolo pochovaných 466 jedincov, vzhľadom na zachovanosť materiálu nebolo možné získať vzorky od všetkých jedincov. Na analýzu stopových prvkov bolo vybraných 35 trvalých zubov od 35 jedincov. Všetky analyzované zuby boli intaktné, s úplne vyvinutými koreňmi, bez zubného kameňa a makro-abrázie. Koncentrácie Sr, Zn, Ca a ich pomery boli použité na stanovenie pomeru rastlinnej a živočišnej zložky v potrave. Vzorky boli analyzované pomocou optickej emisnej spektrometrie s indukčne viazanou plazmou. Priemerné hodnoty Sr (162,60 mg/kg) a Zn (128,47 mg/kg) indikujú, že daná populácia sa živila zmiešanou potravou. Zvýšený príjem živočišných bielkovín bol zistený u jedincov vyššieho sociálneho postavenia. Intersexuálne ani vekové rozdiely neboli zaznamenané. Porovnanie jedincov z rôznych časových horizontov ukázalo, že spôsob stravovania sa u danej populácie v priebehu niekoľkých storočí výrazne nezmenil. V rámci populácie však zrejme existovali jedinci, u ktorých obsah stopových prvkov v zubnom tkanive nemusel odrážať spôsob stravovania, resp. sociálne postavenie, ale súvisel skôr s ich zdravotným stavom.

Kľúčové slová: rekonštrukcia potravných zvyklostí, zubné tkanivá, stroncium, zinok, stredovek

Literatúra

- Beranová, M. (2011). *Jidlo a pití v pravěku a ve středověku*. Praha: Academia.
- Bodoriková, S., Domonkošová Tibenská, K., Katina, S., Uhrová, P., Dörnhöferová, M., Takács, M., & Urmínský, J. (2013). Dietary reconstruction from trace element analysis and dental microwear in an Early Medieval population from Gáň (Galanta district, Slovakia). *Anthropologischer Anzeiger*, 70(2), 229–248.
- Bodoriková S., Thurzo, M., Beňuš, R., & Selecká, P. (2006). Zápalové zmeny alveolov u jedincov z vybraných stredovekých pohrebísk z územia západného Slovenska. *Slovenská Antropológia*, 9(1), 4–11.
- Domonkošová Tibenská, K., Bodoriková, S., Katina, S., Kováčsová, V., & Kubová, J. (2010). Reconstruction of dietary habits on the basis of dental microwear and trace elements analysis of individuals from Gáň cemetery (district Galanta, Slovakia). *Anthropologischer Anzeiger*, 68(1), 67–84.
- Domonkošová Tibenská, K., Thurzo, M., & Šefčáková, A. (2007). Patologické zmeny na kostrových pozostatkoch zo včasnostredovekého pohrebiska v Borovciach (okres Piešťany). *Slovenská Antropológia*, 10(1), 31–37.
- Dörnhöferová, M., & Beňuš, R. (2010). Prevalencia zápalových zmien v prínosových dutinách jedincov včasnostre-

- dovekej populácie v Borovciach (okr. Piešťany). *Slovenská Antropológia*, 13(2), 11–15.
- 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.
- Hollund, H. I., Arts, N., Jans, M. M. E., & Kars H. (2013). Are Teeth Better? Histological characterization of diagenesis in archaeological bone–tooth pairs and a discussion of the consequences for archaeometric sample selection and analyses. *International Journal of Osteoarchaeology*, 25(6), 901–911. doi: 10.1002/oa.2376
- 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.
- Lambert, J. B., Simpson, S. V., Szpunar, C. B., & Buikstra J. E. (1984). Bone Diagenesis and Dietary Analysis. *Journal of Human Evolution*, 14, 477–482.
- Obertová, Z. (2005). Environmental stress in the Early Mediaeval Slavic population at Borovce (Slovakia). *HOMO – Journal of Comparative Human Biology*, 55(3), 283–291.
- Obertová, Z., & Thurzo, M. (2004). Cribra Orbitalia as an Indicator of Stress in the Early Medieval Slavic Population from Borovce (Slovakia). *Anthropologie*, 42(2), 189–194.
- Petrušová Chudá, E. (2007). Spondylolýza u jedincov stredovekej populácie z Boroviec (okr. Piešťany) podľa veku a pohlavia. *Slovenská Antropológia*, 10(2), 69–72.
- R Development Core Team. (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Prístup dňa 14.7.2014 z <http://www.r-project.org>
- 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.
- 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.
- 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., Herrmann, B., Wiedemann, F., Bocherens, H., & Grupe, G. (1999). Diet, status and decomposition at Weingarten: Trace element and isotope analyses on Early Mediaeval skeletal material. *Journal of Archaeological Science*, 26(6), 675–685.
- 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.
- Staššíková-Štukovská, D. (1996). Zu manchen spezifischen Änderungen des Bestattungsritus im Frühmittelalter. In Bialeková, D., & Zábajník, J. (Eds). *Ethnische und kulturelle Verhältnisse an der mittleren Donau vom 6. bis zum 11. Jahrhundert* (pp. 287–304), Bratislava.
- Staššíková-Štukovská, D. (2005). Zur Herkunft der Nischengräber der Elite in der Kultur Großmährens. (Aus der Sicht der bisherigen Archäologischen Grabungsergebnisse in Borovce und Dubovany). In Kouřil P. (Ed). Die frühmittelalterliche Elite bei den Völkern des östlichen Mitteleuropas. *Spisy Archeologického Ústavu AV ČR, Brno*, 25, 291–312.
- Staššíková-Štukovská, D., Thurzo, M., Šefčáková, A., Kuželka, V., & Spišiak, J. (2005). Doklady niektorých zriedkavých ochorení na včasnostredovekom pohrebisku v Borovciach. In Hašek, V., Bialeková, D. & Unger, J. (Eds). *Ve službách archeologie VI, Sborník věnovaný 70. narozeninám PhDr. D. Bialekové, CS., 60. narozeninám Prof. PhDr. Josefa Ungera, CS.* (pp. 445–159). Brno: Muzejní a Vlastivědná Společnost.
- Szostek, K., & Głęb, H. (2001). Trace element concentrations in human teeth from a Neolithic common grave at Nako-nowo (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., 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.
- Šefčáková, A. (2002). *Paleoekológia protohistorických populácií na Slovensku. Analýza stopových prvkov z kostrových pozostatkov z pohrebiska Borovce okr. Piešťany (8. – 1/2 12 st. n. l.)*. Dizertačná práca. Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Katedra antropológie.
- Šefčáková, A. (2003). Rozbor obsahu stopových prvkov v kostiach zo včasnostredovekého pohrebiska Borovce (okr. Piešťany) analýzou hlavných komponentov. *Acta Rerum Naturalium Musei Nationalis Slovaci*, 49, 105–128.
- Šefčáková, A., & Krištín, J. (2001a). Intersexuálne rozdiely v obsahu stopových prvkov kostier zo včasnostredovekého pohrebiska B (okr. Piešťany) – multi-variálna analýza. *Acta Rerum Naturalium Musei Nationalis Slovaci*, 47, 132–143.
- Šefčáková, A., & Krištín, J. (2001b). Životné podmienky včasnostredovekej populácie v Borovciach (okr. Piešťany) vo svetle stopových prvkov – intersexuálne rozdiely (neparаметrické testy). *Bulletin Slovenskej antropologickej Spoločnosti*, 4, 186–192.
- Šefčáková, A., Strouhal, E., Nemečková, A., Thurzo, M., & Staššíková-Štukovská, D. (2001). Case of metastatic carcinoma from end of the 8th – early 9th century Slovakia. *American Journal of Physical Anthropology*, 116(3), 216–229.
- Šefčáková, A., Thurzo, M., Katina, S., & Staššíková-Štukovská, D. (2006). Craniometric Characteristics of some Early Medieval Skeletons from Borovce (Piešťany District, Slovakia) Connected with Allochthonic Spur with a Buckle for Tying: A Multivariate Analysis (Pca). *Anthropologie*, 44(2), 151–165.
- Thurzo, M., Šefčáková, A., & Staššíková-Štukovská, D. (2000). Nezvyčajné tafonomické aspekty slovanského hrobu 401/99 z Boroviec (okr. Piešťany, Slovenská republika). Smolenice 1999. In *Zborník referátov a posterov z Antropologických dní s medzinárodnou účasťou. 25.–26. 10. 1999* (pp. 188–194). Bratislava: Slovenská antropologická spoločnosť pri SAV.
- Wolfspurger, M. (1992). Trace element analysis of Medieval of Early Modern skeletal remains from western Austria for reconstruction of diet. *HOMO – Journal of Comparative Human Biology*, 43(3), 278–294.
- Bodoriková, S., Katina, S., & Bujdoš, M. (2015). Potravné zvyklosti u stredovekej populácie z Boroviec (okres Piešťany, Slovensko) rekonštruované na základe stopových prvkov v zubných tkanivách. *Česká antropologie*, 65(1), 5–10.