

ANTHROPOLOGIAI KÖZLEMÉNYEK

A MAGYAR BIOLÓGIAI TÁRSASÁG
EMBERTANI SZAKOSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

Szerkesztő
ZSÁKAI ANNAMÁRIA

66. kötet





Az Anthropologiai Közlemények e kötetének megjelenését a
Magyar Tudományos Akadémia anyagi támogatása
tette lehetővé

ISSN-0003-5440

BIOLOGICAL ANTHROPOLOGICAL ANALYSIS OF THE AVAR PERIOD SKELETAL FINDS FROM HATVAN-SPORTPÁLYA, HUNGARY

Tamás Szeniczey¹, Zoltán Tóth² and Tamás Hajdu^{1,3}

¹Eötvös Loránd University, Department of Biological Anthropology, Budapest;

²Dobó István Castle Museum, Eger

Szeniczey, T., Tóth, Z., Hajdu, T.: *This study presents the anthropological and palaeopathological analysis of 54 individuals from the Avar Period cemetery at Hatvan-Sportpálya (Heves County, Hungary). The assemblage is dominated by adults (83.3%), while subadults are underrepresented, likely due to taphonomic and recovery biases. Metric and morphological data align with regional Avar populations, showing predominantly Western Eurasian ancestry with occasional East Asian-related traits. The observed pathological alterations are typical of archaeological populations, mainly reflecting mechanical stress and physically demanding lifestyles. Degenerative changes were frequent in load-bearing joints and the spine, consistent with habitual activity. Periosteal reactions were mostly healed, suggesting recovery from localized inflammation or trauma. Traumatic lesions were rare and predominantly represented by vertebral compression fractures likely linked to age-related bone fragility or osteoporosis; only one case of blunt-force trauma was recorded, which does not necessarily indicate interpersonal violence.*

Keywords: Avar Period; Carpathian Basin; Bioanthropology; Paleopathology.

Introduction

In the northern part of Hatvan, at Nagygombos – opposite the former military barracks, on the area of the former football field – the Hungarian Post (“Magyar Posta”) planned to establish a logistics centre in 2022. Under the direction of lead archaeologist Zoltán Tóth, the István Dobó Castle Museum of Eger carried out an archaeological excavation at the site Nagygombos-Sportpálya (identifier 23864). The site is situated on an elevated area that, during historical times, lay along the banks of the Zagyva River. Owing to its excellent environmental conditions and elevated topography, the area was favoured in most archaeological periods.

The first, temporary occupation of the site is indicated by Mesolithic stone tools. Later, an urn cemetery from the Late Bronze Age was uncovered in the eastern part of the site. From the Iron Age, remains of a Celtic settlement were excavated, including semi-subterranean pit-houses, storage pits, and ovens. Within the Roman Imperial Period, most of the archaeological features belong to a Sarmatian village, which, similar to the Iron Age settlement, consisted of pit-houses, storage pits, ditches, and ovens.

From the Migration Period, we documented Avar graves dated to the 7th–9th centuries, totalling 62 burials. Some of these graves had already been looted within decades after burial. A few pits and several metal artefacts (coins, spurs, cannonballs, etc.) recovered through metal detecting can be dated to the Medieval Period.

Due to grave looting, few well-datable artefacts were recovered from the Avar burials. It is likely that the graves were disturbed by family members or close relatives, who deliberately dug into the head, chest, and waist regions – knowing that valuable objects and ornaments had been placed there during burial. The lower body, from the waist down, was typically left untouched, where less valuable items such as ceramic vessels, iron knives, and spindle whorls were located.

Within Heves County, this site yielded the fourth known horse burial (Grave 9; Tóth 2017). The interred individual was probably a respected leader of the community, as his grave remained undisturbed. Unfortunately, some organic material (possibly leather) placed in the grave caused acidic soil reactions, leading to severe damage to both the man's and the horse's skeletons, which became nearly unsuitable for anthropological study. The artefacts were also affected by this process.

A preliminary overview of the grave goods suggests that earliest burials were made in the last third of the 7th century, and the use of the cemetery continued into the first half of the 9th century. Based on the extent of excavation, we can estimate that approximately 80% of the Avar cemetery has been uncovered, meaning that the original number of graves likely did not exceed 100.

The burial customs and material culture show close parallels with the few known cemeteries on the eastern side of the Mátra Mountains – such as those at Gyöngyöspata (Tóth 2013, 2016, 2017), Apc (Tóth 2019), Boldog (Ács 1991) and Petőfibánya (Tóth et al. 2019). No settlement traces associated with the buried Avar community have yet been identified. It appears that the group chose an elevated area as the final resting place for their deceased. Their settlement could have been located within a 1 km radius, and its discovery remains a task for future research in the region.

The aim of the study is to evaluate the anthropological characteristics of the Avar Period community Hatvan-Sportpálya site.

Material and methods

We carried out a detailed anthropological and palaeopathological analysis of the Avar Period anthropological material from Hatvan-Sportpálya archaeological site. The skeletal collection consisted of 54 individuals. The skeletal material is curated in the collection of the Dobó István Castle Museum, Eger, Hungary.

Age estimation for fetuses and newborns was performed following the method of Fazekas and Kósa (1978). The age at death of subadult individuals was estimated using dental development (AlQahtani et al. 2010) together with measurements based on the longitudinal and cross-sectional dimensions of the limb bones (Stloukal and Hanakova 1976, Bernert et al. 2007, 2008). The skeletal age of juveniles was assessed by examining the timing of fusion of primary and secondary ossification centres, as well as age-related changes in bone size and morphology (Schaefer et al. 2008). For adult individuals, age estimation was based on macromorphological analysis of the sternal end of the ribs (Iskan et al. 1984, 1985, DiGangi et al. 2001), the degree of ectocranial suture closure of the skull (Meindl and Lovejoy 1985), and age-related transformations of the symphyseal surface of the pubic bone (Brooks and Suchey 1990).

Sex estimation of adult individuals was conducted through both macromorphological and metric analyses. Sexually dimorphic features of the skull, pelvis, sacrum, and femur were evaluated following the method of Éry and colleagues (1963), while the metric traits of the coxal bones were assessed using the DSP2 method (Bruzek et al. 2017).

Craniometric and osteometric analyses followed the measurement system defined by Martin (Martin and Saller 1957). Stature estimation was performed using Sjøvold's

formulae (1990), and skull indices were classified according to the categories established by Alekseev and Debec (1964). Macromorphological traits of the cranium and dentition were further examined to infer ancestry (Lipták 1967, Hefner 2009, Scott et al. 2024). The outcomes were incorporated into a web application to calculate posterior probabilities (Coelho et al. 2020).

Palaeopathological analysis was conducted through macroscopic observation, following established standards and guidelines in the literature (Buiksta 2019, Waldron 2020).

Results

Demographic analysis

A total of 54 individuals from the Avar Period were analysed (Table A1, Figure 1). Subadults (individuals under 20 years of age) comprised 16.6% (n: 9) of the assemblage (95% CI: 6.7–26.6%). Within this category, no newborns were identified, while younger children (1.0–5.9 years) were more numerous than older children (6.0–13.9 years), representing 7.4% (n: 4) and 1.8% (n: 1) of the total sample, respectively. Juveniles (14.0–19.9 years) accounted for an additional 7.4% (n: 4) of the analysed sample. For a pre-Jennerian population, this ratio appears unexpectedly low, which is likely reflecting an underrepresentation of all subadult categories, especially the newborns.

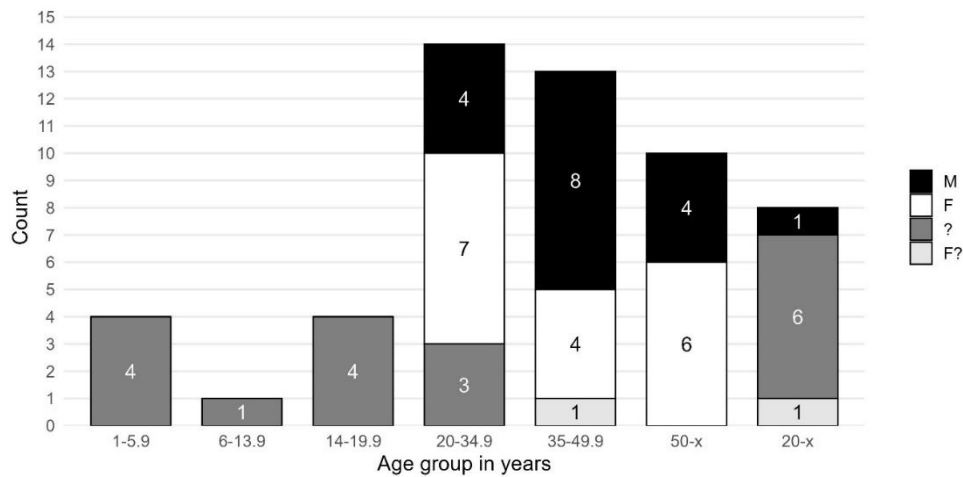


Figure 1: Sex and age distribution of the skeletal remains from Hatvan-Sportpálya (M: males, F: females, ?: unknown sex, F?: probably female).

The assemblage was dominated by adult individuals, who comprised 83.3% (95% CI: 73.4–93.3; n: 45) of the total sample. Among the adults, 17 females (37.7%), 18 males (40.0%), 2 presumably female (4.4%), 1 presumably male (2.2%), and 7 adult individuals (15.5%) of unknown sex were identified. The ratio of identified male and female individuals (M/F) shows a balanced proportion of 1.05. The proportion of young adults (20.0–34.9 years) in the entire sample is 25.9% (n: 14), similarly, the middle adult (35.0–49.9 years) is 24.07% (n: 13), while the old adults (50.0–x years) were also found in a larger portion with 18.5% (n: 10). Due to the preservation of the skeletal material, 14.8% of the individuals (n: 8) were merely categorized as adults (20.0–x years).

Metric analysis

Due to factors such as small sample size and skeletal material preservation status, the metric values obtained from cranial remains have restricted interpretive potential.

Among the major cranial characteristics, the cranial width-length ratio (M8:M1) indicated a mesocranic form in one case, while the height-length ratio (M17:M1) corresponded to chamaecranic and orthocranic types. Regarding facial morphology, the upper facial index (M48:M45) could be determined in one instance, showing a hyperleptene form. The orbital index (M52:M51) values exhibited considerable variation, ranging from hyperchamaeconch to hypsiconch categories. Similarly, the nasal index (M54:M55) values displayed a high degree of variability, encompassing forms from hyperchamaerrhine to hyperleptorrhine, without any apparent pattern in frequency distribution. Individual craniometric measurements are presented in Table A2.

Among the female individuals, the cranial width-length ratio (M8:M1) indicated a hyperdolichocranic form in one case. Examination of cranial height relative to length and width (M17:M1 and M17:M8) revealed chamaecranic and acrocranic features, respectively. In one individual, the facial indices (M47:M45 and M48:M45) indicated mesoprosopic and euryenic forms. The orbital index was most commonly classified as chamaeconchic, although hypsiconch and mesoconch categories also occurred. The nasal index displayed a level of variation similar to that observed among the males, ranging from hyperchamaerrhine to hyperleptorrhine forms.

Stature was estimated from femoral length using a formula designed to account for both sex and broad geographic variation. The mean estimated stature for males was 167.2 cm (SD = 5.9 cm), whereas for females it was 156.5 cm (SD = 3.9 cm). The individual measurements of the long bones used for stature reconstruction are presented in Table A3.

Ancestry analysis

We employed the Arizona State University Dental Anthropology System (ASUDAS; Scott et al. 2024) to estimate ancestry based on the observation of 25 key dental morphological traits. These traits are used to score 32 attributes on the dentition. The recorded attributes were entered into the rASUDAS2 web application, which applies a naïve Bayes classification algorithm to calculate ancestry probabilities. To ensure analytical reliability, only individuals with at least twelve clearly identifiable traits and 20 classified attributes were included in the dataset. This approach enabled the assignment of individuals to one of seven predefined ancestry groups, with East Asian and Western Eurasian categories considered the most relevant a priori, given the historical context of the population examined.

Altogether, the dentition of eight individuals met the criteria for classification. Based on the rASUDAS2 results, Western Eurasian ancestry was identified as the most probable in 87.5% of the cases (n: 7), with posterior probability values ranging from 0.83 to 1.00. In one instance, the posterior probability indicated a predominantly East Asian ancestry, with a value of 0.94.

Non-metric cranial traits to assess ancestry according to Hefner (2009) were involved in the analysis if 10 out of the 11 were suitable for analysis. The method classifies the cases between African, Native-American, Asian and European ancestries. Given the context of the site, African and Native American ancestry was not assumed a priori. As in the applied Bayesian classifier, these probabilities cannot be changed, if the output indicates these ancestry groups, we consider as unidentified.

According to Lipták's method (1967), the trait combinations most typical of populations with European ancestry were the most observed on the cranial remains (Figure 2).



Figure 2: Individuals with dominantly European-ancestry-related cranial traits. A: Grave No. 23; B: Grave No. 24; C: Grave No. 32; D: Grave No. 49; E: Grave No.50.



Figure 3: Individuals with mixed East Asian- and European-ancestry-related cranial traits.
A: Grave No. 3; B: Grave No. 5; C: Grave No. 13.

However, in three individuals, certain features more characteristic of East Asian ancestry were also identified alongside predominantly European traits (Figure 3). Yet, in cases where dental remains were suitable for analysis, the results consistently indicated a Western Eurasian ancestry, supporting the overall European morphological pattern observed in the crania. The results of the ancestry estimations are presented in Table 1.

Joint diseases

The appendicular skeleton. The diagnosis of osteoarthritis (OA) is established by the presence of eburnation or a combination of at least two of the following criteria: marginal osteophytes, new bone growth on the joint surface, pitting on the joint surface, and changes in joint shape (Rogers and Waldron 1995). If at least one of the bony elements forming a joint was preserved, and a minimum of three of the selected criteria could be evaluated, the specimen was included in the scoring process. No substantial differences were observed between the frequencies on the left and right sides. To increase the sample size, the unilateral presence of a lesion was considered sufficient to record osteoarthritis as present.

Degenerative joint changes consistent with osteoarthritis were identified in both male and female individuals, with variation in frequency and anatomical distribution (Table 2). Among males, the highest frequencies were recorded in the hand (50.0%), elbow (42.9%), and hip (30.0%) joints, followed by the knee (27.3%) and shoulder (12.5%). No degenerative changes were observed in the wrist, ankle, feet, temporomandibular, or atlantodental joints. In females, osteoarthritis was most common in the atlantodental (40.0%) and hip (33.3%) joints, while lower frequencies were noted in the elbow (14.3%), hand (14.3%), wrist (11.1%), and knee (8.3%). No lesions were observed in the shoulder, ankle, feet, or temporomandibular joints. Due to the small sample size, frequencies were not analysed separately by age group. However, no signs of osteoarthritis were identified among individuals aged 20–35 years. The proportions of affected individuals in the 35–50 and 50+ age groups were broadly comparable, with a slight increase observed in the oldest age category.

Table 1. Estimated ancestries with different anthropological methods. Probabilities are rounded to 2 digits (AFR: African, AME: Amerindid, ASI: Asian, EUR: European, M: males, F: females, ?: unknown sex, M?: probably male)

Grave No.	Age (ys)	Sex	Scott et al. (2024)		Hefner (2009)				Lipták (1967)*
			E-Asia	W-Eurasia	AFR	AME	ASI	EUR	
2	20–35	M	0.94	0.06	–	–	–	–	–
3	30–35	F	<0.01	>0.99	0.02	0.52	0.37	0.10	EUR+ASI
5	50–x	M	–	–	0.02	0.27	0.67	0.04	EUR+ASI
8	20–30	F	0.01	0.99	–	–	–	–	–
13	20–30	F	0.00	1.00	–	–	–	–	EUR+ASI
23	15–16	?	0.17	0.83	0.00	0.00	0.00	0.99	EUR
24	17–18	M?	<0.01	>0.99	0.05	0.00	0.00	0.95	EUR
26	40–45	M	–	–	0.69	0.08	0.18	0.04	–
32	35–50	M	–	–	–	–	–	–	EUR
43	20–35	M	<0.01	>0.99	–	–	–	–	–
44	20–30	F	<0.01	>0.99	–	–	–	–	–
49	40–45	F	–	–	0.00	0.06	0.01	0.93	EUR
50	60–x	M	–	–	0.00	0.12	0.00	0.88	EUR

Table 2. Proportion of identified OA cases among males and females at the individual level. “A” indicates the absence, while “P” indicates the presence of osteoarthritis (OA).

Articulation	Males			Females		
	A	P	%	A	P	%
Shoulder	7	1	12.5	7	0	0.0
Elbow	4	3	42.9	6	1	14.3
Wrist	6	0	0.0	8	1	11.1
Small joints of hand	2	2	50.0	6	1	14.3
Hip	7	3	30.0	8	4	33.3
Knee	8	3	27.3	11	1	8.3
Ankle	9	0	0.0	10	0	0.0
Small joints of foot	6	0	0.0	8	0	0.0
Temporomandibular	2	0	0.0	7	0	0.0
Atlantodental	4	0	0.0	3	2	40.0

The spine. Spondylosis deformans showed a high prevalence in both sexes, particularly in the thoracal and lumbar regions. The alteration as a degenerative condition strongly correlated with age, especially beyond the 50-year threshold, and shows no major sex-biased difference. Degenerative spondylodiscitis was less frequent and more variable between sexes, with mild cervical predominance and minimal thoracic or lumbar involvement. Degenerative joint disease (spondylarthrosis) was found across all regions, but with differing intensities between males and females. Spondylarthrosis (OA of the zygapophyseal joints) appears to be more frequent in males, with strong thoracal dominance and an age-related increase (Table 3).

Table 3. Proportion of identified pathological spinal alterations among males and females at the individual level. “A” indicates the absence, while “P” indicates the presence of the lesion.

Lesion	Sex/Age (ys)	Cervical			Thoracal			Lumbar		
		A	P	%	A	P	%	A	A	%
Spondylosis deformans	Males	1	3	75.0	0	6	100.0	0	4	100.0
	20–35	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
	35–50	1	1	50.0	0	4	100.0	0	3	100.0
	50–x	0	2	100.0	0	2	100.0	0	1	100.0
	Females	2	5	71.4	2	6	75.0	2	7	77.8
	20–35	1	0	0.0	1	2	66.7	1	3	75.0
	35–50	1	1	50.0	1	1	50.0	1	1	50.0
	50–x	0	4	100.0	0	3	100.0	0	3	100.0
Spondylodiscitis	Males	3	1	25.0	4	1	20.0	4	1	20.0
	20–35	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
	35–50	2	0	0.0	2	1	33.3	3	0	0.0
	50–x	1	1	50.0	2	0	0.0	1	1	50.0
	Females	6	2	25.0	8	0	0.0	9	0	0.0
	20–35	1	0	0.0	3	0	0.0	4	0	0.0
	35–50	3	0	0.0	2	0	0.0	2	0	0.0
	50–x	2	2	50.0	3	0	0.0	3	0	0.0
Spondylarthrosis	Males	1	2	66.7	0	3	100.0	4	1	20.0
	20–35	0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0
	35–50	1	0	0.0	0	2	100.0	3	0	0.0
	50–x	0	2	100.0	0	1	100.0	1	1	50.0
	Females	6	1	14.3	5	1	16.7	6	1	14.3
	20–35	2	0	0.0	2	0	0.0	3	0	0.0
	35–50	2	0	0.0	2	0	0.0	1	1	50.0
	50–x	2	1	33.3	1	1	50.0	2	0	0.0

Periosteal alterations

Table 4 summarizes the individual level of frequency of periosteal reactions observed on long bones in males and females. Only individuals whose corresponding bones were preserved with all three diaphyseal segments (proximal, medial and distal) were included in the analysis. Periosteal reactions were most frequently observed on the tibia, affecting 50.0% of males and 36.4% of females, while other bones showed only isolated cases. Periosteal alterations on the tibia occurred on every segment, mostly on the medial site of the bone, and were predominantly healed lesions. The last row of the table is based on frequencies observed on bony elements rather than individuals. In this analysis, any tibial

specimen with at least one investigable diaphyseal segment (proximal, medial or distal) was included. These data, therefore, reflect the intensity of the periosteal alteration rather than its individual-level occurrence, which outlines a similar value between the sexes.

Table 4. Individual-based frequencies of periosteal alterations. “A” indicates the absence, while “P” indicates the presence of periosteal reactions (*: frequencies belong to element-based calculation).

Bones	Males			Females		
	A	P	%	A	P	%
Humerus	5	0	0.0	6	1	14.3
Radius	6	0	0.0	8	0	0.0
Ulna	5	1	16.6	5	0	0.0
Femur	12	0	0.0	12	0	0.0
Fibula	3	1	25.0	4	0	0.0
Tibia	5	5	50.0	7	4	36.4
Tibia*	41	9	18.0	56	7	11.0

Traumatic alterations

Traumatic alterations were observed in eight of the 54 examined individuals. The majority of these lesions (n: 6) were located on the vertebral column, manifesting as compression fractures and cracked vertebral endplates. Of these six cases, five involved female individuals belonging to the 50+ age category. The lesions predominantly affected the lower thoracic and lumbar regions, most frequently around the L1/L2 and L4/L5 vertebrae. In addition, multiple compression fractures of the mid- to lower thoracic spine were documented in one male individual aged approximately 50 years. Considering the age and sex distribution of the affected individuals, these spinal traumas were likely of degenerative origin, possibly associated with osteoporosis, which may explain the higher prevalence among females. Nevertheless, the small sample size precludes drawing definitive conclusions.

On the frontal bone of a male individual aged over 50 years (Grave 5, Figure 4), a shallow, oval-shaped depression with rounded edges was observed, likely resulting from blunt-force trauma. The lesion is located on the upper portion of the frontal squama, between the frontal tubers and the bregma, slightly deviating to the left of the midsagittal plane. The depression measures approximately 13.5 mm × 4.0 mm and shows clear signs of advanced healing.

General stress markers

Although their precise cause remains debated, porotic lesions of the orbital roof (cribra orbitalia) and parietal bones (cribra cranii) are commonly associated with hematological disorders, parasitic infections, or vitamin deficiencies (Marcsik 1975, Walker et al 2009). These lesions typically develop during childhood and may persist into adulthood. They are generally understood as a biological response to physiological stress and are considered non-specific indicators of systemic disturbance. Linear enamel hypoplasia (LEH), which appears as linear grooves in dental enamel, indicates stress or disturbances during tooth development, providing vital insights into childhood health. At the individual level, only those with at least 50% of the entire dentition and 50% of the incisors and canines preserved were included in the analysis, as these teeth are the most common locations for LEH (Condon and Rose 1992).

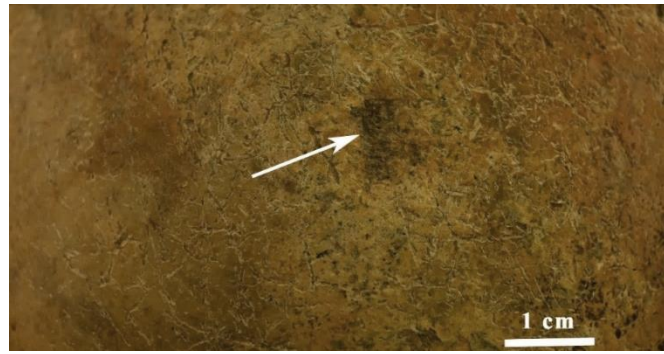


Figure 4: Oval-shaped depression on the frontal bone of a male individual aged 50–x years (Grave 5).

The limited representation and preservation of subadult remains did not permit a detailed analysis. However, cribra orbitalia was observed in one case ($n=3$), while cribra cranii was absent among the investigable specimens ($n=2$). The dentition of two juvenile individuals was suitable for analysis of LEH, but no alteration was observed.

In the adult sample, cribra orbitalia was recorded in 11.1% of males and 27.3% of females, while cribra cranii occurred only in females (16.7%) and was absent in males. Hypoplasia affects 33.3% of males and 57.1% of females. When calculated based on the total number of investigable teeth (LEH*), the frequencies were 3.9% for males and 5.9% for females. The higher frequency of LEH among female teeth is largely due to a 20–30-year-old female (Grave 8), in whom seven teeth exhibited hypoplastic defects (Table 5).

The defects were observed on both maxillary and mandibular teeth, including canines, incisors, and premolars. Estimated ages of formation for the hypoplastic lines ranged approximately from 1.5 to 5.5 years, indicating multiple episodes of physiological stress during early childhood. But most of the lines were formed between 2.5–3.5-year-old.

Table 5. Proportion of identified pathological alterations among males and females at the individual level. “A” indicates the absence, while “P” indicates the presence of the lesion (*: frequencies belong to the tooth-count-based calculation).

Pathological alteration	Males			Females		
	A	P	%	A	P	%
Cribra orbitalia	8	1	11.1	8	3	27.3
Cribra cranii	5	0	0.0	5	1	16.7
LEH	4	2	33.3	4	3	42.9
LEH*	122	5	3.9	158	10	5.9

Discussion

The assemblage is dominated by adults (83.3%), while subadults (16.6%) are markedly underrepresented. This likely reflects taphonomic loss and recovery bias. Similarly, the increased proportion of older adult individuals should be interpreted cautiously, since the cemetery has not been fully excavated. Given these circumstances, the demographic profile of the analysed material likely does not fully reflect the true composition of the original population.

The limited data on the metric characteristics of the analysed community do not differ markedly from what is generally expected based on the literature (individual skeletal data of remains from Hatvan-Sportpálya are presented in the Appendix, in Tables A1–3). However, it should be noted that published anthropological data from the immediate region remain scarce, however in the past decades the anthropological material of several small sites had been published (Hajdu 2004, Szeniczey 2016, 2019, Évinger 2016, 2019, Marcsik and Hegyi 2019). The predominantly Western Eurasian ancestry identified among the individuals also corresponds well with previously reported patterns, while the presence of East Asian-related traits is not unexpected, as similar findings have been documented at other Avar Period sites from the closer vicinity (Szeniczey 2019, Évinger 2019a, b; Marcsik and Hegyi 2019). However, it should be emphasized that further ancient DNA (aDNA) analysis is required to confirm and refine interpretations of population admixture.

Degenerative joint disease was a common pathological feature in the assemblage. Osteoarthritis occurred more frequently in males in the upper limbs (hand and elbow joints), likely reflecting sex-specific activity patterns and labour division, however the sample size and the skewed age distribution (overrepresentation of older adults) do not allow for definitive conclusions. Degenerative vertebral changes were prevalent in both sexes. The high frequency and age correlation of these conditions suggest chronic mechanical stress and repetitive strain associated with daily activities.

Evidence of periosteal new bone formation was found on several long bones, with the tibia being the most frequently affected element in both sexes. Most of the lesions were healed or remodelling, suggesting recovery from previous inflammatory or traumatic event rather than active infection at death.

Traumatic lesions were relatively few, with most involving compression fractures of the vertebral column. These were particularly frequent among older females, suggesting a connection with age-related bone fragility and possible osteoporosis. Such degenerative compression fractures are common in skeletal populations exposed to high physical workload and nutritional deficiencies affecting bone density (Curate 2014). The single case of a healed depression fracture on the frontal bone represents a non-fatal blunt-force injury, consistent with accidental or interpersonal trauma. The well-healed nature of the lesion suggests survival long after the event.

Markers of systemic physiological stress, such as cribra orbitalia, cribra cranii, and linear enamel hypoplasia (LEH), were present but at moderate frequencies. The slightly higher prevalence among females may indicate greater exposure to nutritional or metabolic stress during development, although the small sample size limits definitive interpretation. The estimated timing of LEH formation suggests repeated stress episodes during early childhood, likely linked to nutritional instability – for example, during weaning, or due to parasitic or infectious diseases (El-Najjar et al. 1978).

Given the current state of research and the limited size and preservation of the assemblage, broader epidemiological, demographic, and population-historical conclusions cannot yet be drawn with confidence. Nonetheless, when considered alongside previously published anthropological data from nearby sites, the findings from Hatvan-Sportpálya contribute valuable information to the growing body of evidence on the Avar Period population of the region.

On behalf of all contributors, we respectfully and affectionately dedicate this study to Dr. Antónia Marcsik on the occasion of her 85th birthday.

Acknowledgement: The study was supported by the grant of the Hungarian Research, Development and Innovation Office (PD146612).

References

- Ács, Cs. (1991): Avar sírok Boldogon. *Az egri vár híradója* 23:77–78.
- Alekszejev, V.P., Debec, G.F. (1964): *Kraniometria. Metodika antropologitscheskih isledovanij*. Nauka, Moszkva.
- AlQahtani, S.J., Hector, M.P., Liversidge, H.M. (2010): Brief communication: The London atlas of human tooth development and eruption. *American Journal of Physical Anthropology*, 142(3): 481–490. DOI: <https://doi.org/10.1002/ajpa.21258>
- Bernert, Zs., Évinger, S., Hajdu, T. (2007): New data on the biological age estimation of children using bone measurements based on historical populations from the Carpathian Basin. *Annales historico-naturales Musei nationalis hungarici*, 99: 199–206.
- Bernert, Zs., Évinger, S., Hajdu, T. (2008): Adatok a gyermekek életkorbecsléséhez a Kárpát-medencei történeti népségek gyermekhalottainak csontméretei alapján. *Anthropologiai Közlemények*, 49: 43–50.
- Brooks, S., Suchey, J. M. (1990). Skeletal age determination based on the os pubis: a comparison of the Acsádi-Nemeskéri and Suchey-Brooks methods. *Human Evolution*, 5: 227–238. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02437238>
- Brůžek, J., Santos, F., Dutailly, B., Murail, P., & Cunha, E. (2017). Validation and reliability of the sex estimation of the human os coxae using freely available DSP2 software for bioarchaeology and forensic anthropology. *American Journal of Physical Anthropology*, 164(2): 440–449. DOI: <https://doi.org/10.1002/ajpa.23282>
- Buikstra, J. (2019, Ed.): *Ortner's Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains*. 3. ed. Academic Press, London
- Coelho, J.D.O., Curate, F., Navega, D. (2020): Osteomics: decision support systems for forensic anthropologists. In: Obertova, Z., Stewart, A., Cattaneo, C. (Eds): *Statistics and probability in forensic anthropology*. Academic Press, London.
- Curate, F. (2014): Osteoporosis and paleopathology: A review. *Journal of Anthropological Science*, 92: 119–146. DOI: <https://doi.org/10.4436/JASS.92003>
- DiGangi, E.A., Bethard, J.D., Kimmerle, E.H., Konigsberg, L.W. (2009): A new method for estimating age-at-death from the first rib. *American Journal of Physical Anthropology*, 138(2): 164–176. DOI: <https://doi.org/10.1002/ajpa.20916>
- El-Najjar, M. Y., Desanti, M. V., & Ozebek, L. (1978): Prevalence and possible etiology of dental enamel hypoplasia. *American Journal of Physical Anthropology*, 48(2): 185–192. DOI: <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330480210>
- Éry, K., Kralovánszky, A., Nemeskéri, J. (1963): Történeti népségek rekonstrukciójának reprezentációja. *Anthropologiai Közlemények*, 7: 41–90.
- Évinger, S. (2019a): Petőfibányán feltárt avar kori temetkezések embertani vizsgálata. *Agria*, 52: 257–265.
- Évinger, S. (2019b): Viszneken feltárt avar kori temetkezések embertani vizsgálata. *Agria*, 52: 233–242.
- Fazekas, G., Kósa, F. (1978): *Forensic fetal osteology*. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Hajdu, T. (2009): Anthropological analysis of the Avar Age people from the Jászberény-Disznózug cemetery (Hungary). *Annales historico-naturales Musei nationalis hungarici*, 101: 147–166.
- Hefner, J.T. (2009): Cranial nonmetric variation and estimating ancestry. *Journal of Forensic Sciences*, 54(5): 985–995. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2009.01118.x>
- Iscan, M.Y., Loth, S.R., Wright, R.K. (1984): Age estimation from the rib by phase analysis: white males. *Journal of Forensic Sciences*, 29: 1094–1104. DOI: <https://doi.org/10.1520/JFS11776J>
- Iscan, M.Y., Loth, S.R., Wright, R.K. (1985): Age estimation from the rib by phase analysis: white females. *Journal of Forensic Sciences*, 30: 853–863. DOI: <https://doi.org/10.1520/JFS11018J>

- Lipták, P. (1965): On the taxonomic method in the paleoanthropology (historical anthropology). *Acta Biologica Szegediensis*, 11: 169–183.
- Marcsik, A. (1975): Egy csontelváltozás feltételezett aetiológiája. *Anthropológiai Közlemények*, 19: 47–53.
- Marcsik, A., Hegyi, A. (2019): Nagyréde-Ragyogópart avarkori lelőhely embertani anyagának jellegzetességei. *Agria*, 52: 243–255.
- Martin, R., Saller, K. (1957): *Lehrbuch der Anthropologie*, Vol. 1–2. Fischer Verlag, Stuttgart.
- Meindl, R.S., Lovejoy, C.O. (1985): Ectocranial suture closure: a revised method for the determination of skeletal age at death. *American Journal of Physical Anthropology*, 68: 57–66. DOI: <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330680106>
- Rogers, J., Waldron, T. (1995): *A field guide to joint disease in archaeology*. Wiley: Chichester, UK.
- Schaefer, M.C., Black, S., Scheuer, L. (2008): *Juvenile Osteology: A Laboratory and Field Manual*. Academic Press, Amsterdam.
- Scott, G.R., Navega, D.S., Coelho, J., Vlemincq-Mendieta, T., Kenessey, D., Irish, J.D. (2024): rASUDAS2 A New Iteration of the Application for Assessing the Population Affinity of Individuals by Tooth Crown and Root Morphology. *Forensic Anthropology*, 8(1): 1–9. DOI: <https://doi.org/10.5744/fa.2024.0006>
- Sjøvold, T. (1990). Estimation of stature from long bones utilizing the line of organic correlation. *Journal of Human Evolution*, 5: 431–444. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02435593>
- Stloukal, M., Hanakova, H. (1978): Die Lange der Langknochen altslawischer Bevölkerungen unter besonderer Berücksichtigung von Wachstumsfragen. *Homo*, 29: 53–69.
- Szeniczey, T. (2016): Kál-Csörszkavics-bánya lelőhelyen feltárt avar kori emberi maradványok embertani vizsgálata. *Agria*, 49: 243–252.
- Szeniczey, T. (2019): Apcon feltárt avar kori temetkezések emberi csontanyagának antropológiai vizsgálata. *Agria*, 52: 233–242.
- Tóth, Z. (2013): *A gyöngyöspatai avar temető*. Master thesis. ELTE BTK, Budapest.
- Tóth, Z. (2016): Újabb adatok a késő avar kori sírkerámiákról. A Gyöngyöspata–Előmalý temetőjéből származó edények temetkezési szokásban betöltött szerepe. In: Perémi, S.Á. (Ed.) *Hadak Útján XXIII*. Veszprém. pp. 145–160.
- Tóth, Z. (2017): Avar kori lovastemetkezések a Mátra-vidéken. In: Merva, Sz. (Ed.) *ALTRUM CASTRUM 9*. A visegrádi Mátyás Király Múzeum füzetek. Hadak útján XXII. Visegrád. pp. 265–288.
- Tóth, Z. (2019): Avar kori temető Apcon. *Agria*, 52: 220–232.
- Tóth, Z., Kenéz, Á., Lisztes-Szabó, Zs., Csík, A., Pető, Á. (2019): Régészeti és archaeobotanikai adatok Heves megye (késő) népvándorláskori kutatásához Petőfibánya-Iskola utca 5. lelőhely sírjainak vizsgálata alapján. *Agria*, 52: 291–307.
- Waldron, T. (2020): *Palaeopathology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Walker, P.L., Bathurst, R.R., Richman, R., Gjerdrum, T., Andrushko, V.A. (2009): The causes of porotic hyperostosis and cribra orbitalia: A reappraisal of the iron-deficiency anaemia hypothesis. *American Journal of Physical Anthropology*, 139(2): 109–125. DOI: <https://doi.org/10.1002/ajpa.21031>

Levelezési cím: Tamás Szeniczey
 Mailing address: Embertani Tanszék
 Eötvös Loránd University
 Pázmány P. s. 1/c
 H-1117 Budapest
 Hungary
tamas.szeniczey@ttk.elte.hu

APPENDIX

Table A1. Individual sex and age data of the skeletal remains from Hatvan-Sportpálya archaeological site (M: males, F: females, ?: unknown sex, F?: probably female).

Inventory No.	Object No.	Grave No.	Age (ys)	Sex
2024.3.1	83	1	20–50	?
2024.3.2	84	2	20–35	M
2024.3.3	101	3	30–35	F
2024.3.4	109	17	50–80	M
2024.3.5	113	13	35–40	F
2024.3.6	115	7	35–50	F
2024.3.7	118	4	40–50	F
2024.3.8	119	5	50–80	M
2024.3.9	121	6	20–30	F
2024.3.10	133	13	20–30	F
2024.3.11	143	8	20–30	F
2024.3.12	150	10	50–80	F
2024.3.13	153	11	50–80	F
2024.3.14	156	12	50–80	F
2024.3.15	163	14	14–16	?
2024.3.16	165	15	25–28	F
2024.3.17	166	16	19–20	M
2024.3.18	167	18	20–50	?
2024.3.19	176	26	35–50	F?
2024.3.20	182	22	1,5–2,5	?
2024.3.21	184	23	15–16	?
2024.3.22	192	50	35–50	M
2024.3.23	193	24	17–18	?
2024.3.24	197	25	60–80	F
2024.3.25	198	26	40–45	M
2024.3.26	205	27	25–30	F
2024.3.27	207	28	20–35	?
2024.3.28	208	29	20–50	?
2024.3.29	211	30	40–50	M
2024.3.30	212	31	40–50	M
2024.3.31	214	32	35–50	M
2024.3.32	215	33	50–80	M
2024.3.33	216	35	35–40	M
2024.3.34	224	37	20–80	?
2024.3.35	225	38	60–80	F
2024.3.36	227	39	3–5	?
2024.3.37	?/adult	–	50–80	F
2024.3.38	?/subadult	–	2,5–4	?
2024.3.39	228	41	20–35	M
2024.3.40	232	42	14–15	?
2024.3.41	234	43	20–35	M
2024.3.42	237	45	20–35	?
2024.3.43	260	47	3,5–4,5	?

Table A1 cont'd. (M: males, F: females, ?: unknown sex, F?: probably female).

Inventory No.	Object No.	Grave No.	Age (ys)	Sex
2024.3.44	264	48	35–50	M
2024.3.45	267	49	40–45	F
2024.3.46	236	44	20–30	F
2024.3.47	292	50	60–80	M
2024.3.48	296	51	35–50	M
2024.3.49	147	9	20–50	M
2024.3.50	168	19	20–35	?
2024.3.51	180	63	7–14	?
2024.3.52	187		20–80	?
2024.3.53		34	20–35	M
2024.3.54	303	57	20–40	F?

Table A2. Individual craniometric data based on the measurements according to Martin and Saller (1957; M: males, F: females).

Grave No.	2	5	17	26	30	50	3	4	8	13	15	42	44
Sex	M	M	M	M	M	M	F	F	F	F	F	F	F
M1	–	–	–	175	–	186	–	–	–	–	–	180	–
M5	–	–	–	95	–	106	98	–	–	–	–	97	–
M8	–	–	–	–	–	143	–	–	–	–	–	131	–
M9	–	–	–	90	–	103	90	88	–	95	–	98	93
M10	–	–	–	118	–	124	105	105	–	113	–	116	–
M11	–	–	–	–	–	129	117	–	–	113	–	115	–
M12	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	108	–
M17	–	–	–	125	–	140	126	–	–	–	–	126	–
M40	–	–	–	99	–	101	100	–	–	96	–	96	–
M43	–	101	–	100	103	108	101	98	–	101	–	105	98
M45	–	–	–	–	–	136	126	–	–	–	–	–	–
M46	–	–	–	–	–	94	91	–	–	90	–	96	–
M47	–	–	–	–	–	–	108	–	–	103	–	–	114
M48	63	–	69	62	62	80	63	–	61	63	62	73	71
M51	–	41	42	41	41	42	37	–	40	41	39	41	40
M52	–	32	33	29	34	35	29	–	32	32	32	36	34
M54	25	21	23	27	25	23	24	–	25	27	25	22	23
M55	49	51	54	47	47	54	46	–	49	46	45	54	51
M62	–	–	–	–	–	52	42	–	–	46	–	44	–
M63	–	–	–	–	–	40	37	–	–	38	–	–	–
M65	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
M66	–	–	–	–	–	–	92	–	–	–	–	–	–
M69	31	–	–	–	–	41	30	–	28	–	–	–	–
M70	–	–	–	–	–	60	50	–	–	–	–	–	–
M71	33	–	–	–	–	30	37	–	–	–	–	–	–

Table A3. Individual postcranial measurements based on Martin and Saller (1957). Only the maximum lengths (M1) are reported (L: left, R: right, M: males, F: females).

Grave No.	Sex	Clavicle		Humerus		Ulna		Radius		Femur		Tibia		Fibula	
		L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R
5	M	—	—	—	—	—	—	—	—	—	475	392	—	—	—
9	M	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	395	—	—	—
16	M	—	—	—	—	—	—	—	—	444	434	354	350	345	345
26	M	—	—	—	309	—	250	229	—	425	425	341	339	—	—
31	M	—	—	—	—	—	—	—	—	—	440	347	343	—	—
32	M	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	344	—	—	—
33	M	—	—	—	—	—	—	—	—	—	422	—	—	—	—
35	M	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	350	—	—	—
48	M	150	153	315	320	267	267	244	245	—	—	—	—	—	—
50	M	—	—	337	348	281	284	265	264	470	471	390	382	—	—
51	M	—	—	—	—	—	—	—	—	—	464	386	381	—	—
3	F	139	136	282	283	231	233	207	211	380	380	310	309	302	304
4	F	—	—	—	—	—	—	—	—	—	424	—	360	—	—
6	F	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	328	—	—	—
8	F	—	—	—	—	—	—	—	—	411	408	—	328	—	—
10	F	—	—	—	—	—	—	—	—	—	399	—	—	—	—
11	F	—	130	—	307	—	—	—	—	—	419	—	—	—	—
12	F	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	369	—	—	—
15	F	—	—	—	—	—	—	—	—	398	403	339	339	—	—
23	F	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	321	321	—	—
25	F	—	—	—	—	—	—	—	—	414	—	330	—	—	—
27	F	—	—	—	—	—	—	—	—	395	400	322	326	—	—
38	F	—	—	—	—	—	—	—	237	—	428	350	346	—	—
49	F	124	127	291	—	—	245	219	222	413	410	329	—	—	—
?_adult	F	—	—	—	—	—	—	229	—	—	—	—	—	—	—

AZ ÁLLKAPOCSCSONT FEJLŐDÉSI RENDELLENESÉGEINEK ELŐFORDULÁSA A MOHÁCSI III. TÖMEGSÍR CSONTANYAGÁBAN

Vágvölgyi Lili¹, Kocsmár Réka¹, Vig Viktor¹, Gellai Fanni¹, Molnár Erika¹, Bereczki Zsolt¹, Marcos De Andrés^{1,2}, Pálfi György¹ és Hegyi Andrea^{1,3}

¹Embertani Tanszék, Szegedi Tudományegyetem, Szeged; ²Janus Pannonius Múzeum, Pécs;

³Biológia Szakmódszertani Csoport, Szegedi Tudományegyetem, Szeged

Vágvölgyi L., Kocsmár R., Vig V., Gellai F., Molnár E., Bereczki Zs., De Andrés, M., Pálfi Gy., Hegyi A.: The occurrence of mandibular developmental anomalies in mass grave III at Mohács. The development of the mandible is a complex process influenced by different environmental and genetic factors. These factors can cause changes in the morphology of the mandible, manifesting in anatomical variations and developmental anomalies. These alterations can be diagnosed during the examination of osteological materials. Our research focused on these characteristics in the human bone material of the mass grave III of the Mohács National Memorial Park. The aim of this study was to start standardizing the terminology and to contribute to future studies by expanding the database on mandibular developmental anomalies and anatomical variations. We used macromorphological methods during our investigation. Because of the preservation status of the material, we could examine 267 mandibles. Several minor lesions were observed, for example, a bifid foramen mentale and hyperplasia of the coronoid process. We also observed rarer variations, like trifid foramen mentale and the absence of the same foramen.

Keywords: Developmental anomalies; Anatomical variations; Mandible; 1526; Mohács.

Bevezetés

A Mohácsi csata 500. évfordulójához közeledve a Janus Pannonius Múzeum régésze, Bertók Gábor vezetésével 2020 őszén kezdődött el az a komplex régészeti és antropológiai projekt, amelynek során – szemben az 1976-os felszíni elemzéssel – a Mohácsi Nemzeti Emlékhely III. tömegsírja (továbbiakban: mohácsi III. tömegsír) teljeskörű feltárára került. A terepantropológiai munkákat és a későbbi laboratóriumi embertani vizsgálatokat a Szegedi Tudományegyetem (SZTE) Embertani Tanszékének munkatársai végezték Pálfi György tanszékvezető irányításával (Pálfi 2021, Bertók és mtsai 2022). A feltárási munkálatok 2022 őszén fejeződtek be. A tömegsír részlegesen kevert jellegéből fakadóan az embertani anyag rendezése és a csontvázak újraegyesítése jelentette az antropológiai munka első fázisát. Ezt követően kerülhetett sor a paleodemográfiai vizsgálatokra, köztük az egyének elhalálási életkorának, nemének becslésére (De Andrés és mtsai 2023). Ezek mellett vizsgálták a csontokon fellelhető esetleges patológiás elváltozásokat és traumákat is (Szabó és Mai 2023, Vig és mtsai 2023).

A patológiai elváltozások egyik csoportját képezik a vázrendszert érintő fejlődési rendellenességek, amelyek a csont- és porcsejtek képződésében, valamint bontásában jelentkező zavarokból adódnak (Barnes 2012). Ezek olyan enyhe, közepes vagy súlyos elváltozások, amelyek legtöbbször az intrauterin élet során alakulnak ki és az egyén életét

valamilyen módon (esztétikai vagy funkcionális stb. hatásokon keresztül) befolyásolják (Dobszay 1969). A csontokat érintő fejlődési rendellenességek megjelenhetnek a koponyán és a vázon egyaránt. A koponyán megjelenő rendellenességek közül tanulmányunkban az alsó állcsont (mandibula) fejlődési rendellenességeit elemezzük a mohácsi III. tömegsír embertani anyagában.

A kutatási téma megválasztását elsősorban az indokolta, hogy a mohácsi III. tömegsír embertani vizsgálatában a koponya és az axiális váz kapcsolódási helyének környéke kiemelt jelentőségű. Vizsgálataink célja az alsó állcsontokon megfigyelhető fejlődési rendellenességek és anatómiai variációk regisztrálása, vizsgálata és tipizálása, valamint az így nyert adatokból egy, a későbbi kutatásokat támogató, mandibula fejlődési rendellenességeket összegyűjtő adatbázis kialakítása volt.

Anyag és módszer

A vizsgált minta

A vizsgálatok anyagát a mohácsi III. tömegsír embertani leletei képezték. A III. tömegsír csontmaradványai az 1960-ban felfedezett I. és II. tömegsírok részleges feltárását, majd újbóli lefedését (Papp 1960, 1961) követően véletlenül akkor kerültek a felszínre, amikor a csata 450. évfordulójának tiszteletére létrehozott Mohácsi Történelmi Emlékhely (mai nevén: Mohácsi Nemzeti Emlékhely) kialakítását megkezdték 1975 őszén. 1976 tavaszán, mintegy két hónap alatt végezték el a Janus Pannonius Múzeum (JPM) munkatársai, külső szakértő bevonásával, a III., ill. a később talált két további tömegsír részleges feltárását – felszíni régészeti, valamint antropológiai vizsgálatait. A régészeti feltárást Maráz Borbála vezette, az antropológiai elemzést pedig K. Zoffmann Zsuzsanna végezte. 1976-ban a III. tömegsír mellett a IV. és V. tömegsírok is részlegesen feltárássra kerültek (Maráz 1976, K. Zoffmann 1982). A közelmúltban – 2020 és 2022 között – Bertók Gábor régész (JPM) vezetésével sor került a III. tömegsír teljeskörű feltárássára. 2024 nyarán a IV. tömegsír esetében is megvalósulhatott a tényleges, teljes feltárássá Neményi Réka régész (JPM) vezetésével, a helyszíni antropológiai vizsgálatokat Pálfi György vezette (Kocsmár és mtsai 2024, Neményi és mtsai 2024).

Az egyes csontvázrészletek felszedését követően a régészek modern leletdokumentáló technikákat, többek között a felszínre került rétegek fotózását alkalmazták. Ezeket a fotókat egy programmal, a Quantum GIS térinformatikai programmal digitálisan összeillesztették, és az azonosított, egybetartozó csontvázakat színkódokkal jelölték, így azok külön-külön is elemezhetővé váltak (Pálfi 2021, Bertók és mtsai 2022). Ezzel a módszerrel a későbbi vizsgálatok során is lehetővé válik a vázelemek sírban való elhelyezkedésének megjelenítése, illetve a későbbi korrigálás lehetősége. A csontanyag a feltárást követően a JPM–SZTE közös szegedi kutatóbázisára került, ahol az embertani vizsgálatok azóta is folyamatban vannak.

A vizsgálat módszerei

A bioarcheológiai-paleopatológiai kutatások során a fejlődési rendellenességek vizsgálata elsősorban makroszkópos morfológiai módszerekkel történik. Az állcsontok vizsgálatához specifikus vizsgálati lapot készítettünk (1. táblázat), erre előzetesen feljegyeztük a lelőhely adatait, valamint az előzetesen megállapított elhalálozási életkort és nemet, amelyet az antropológiai vizsgálatok során általánosan használt módszerek segítségével határoztunk meg (Todd 1920, Éry és mtsai 1963, Szilvássy 1980, Brooks és Suchey 1990, Albert és Maples 1995, Murail és mtsai 2005, Buckberry és Chamberlain 2002, Belcastro és mtsai 2008). Ezt követően a mandibula megtartási állapotát vizsgáltuk

meg, majd rajzos formában rögzítettük a meglevő csontrészek helyét. A vizsgálati lap összeállításánál és a megfigyeléseinknél a következő szakirodalmakat vettük alapul: Finnegan és Marcsik (1980), Hegyi és munkatársai (2003), Barnes (1994, 2012), illetve Mann és munkatársainak (2016) képes atlasza és leírt meghatározásai. Kiegészítő képalapok alkalmazására a vizsgálataink során nem volt szükség.

A jelen tanulmányhoz létrehozott vizsgálati lapon (1. táblázat) a jellegek 7 csoportját, illetve azokon belüli alcsoportokat határoztunk meg előre (pl. processus coronoideus „plasiás” jellegein belül létrehoztunk aplasia, hyperplasia és hypoplasia alcsoportokat), így összesen 19 jelleget tudunk vizsgálni. Ezek közül néhányat a tanulmány következő részében fogunk részletesebben is ismertetni. A páros jellegeknél külön vizsgáltuk a jobb és bal oldalon való előfordulást. A vizsgálati lapon rajzos formában rögzítettük a foramen mentale pontos megjelenési helyét.

Az adatok feldolgozására leíró statisztikai elemzést alkalmaztunk, ahol az adott fejlődési rendellenességre nézve vizsgálható csontrészt N betűvel, a megfigyelt fejlődési rendellenességet NT-vel jelöltük. A rendellenességek kiértékelésénél figyelembe vettük az oldaliságot. A nemek közötti eltérések kiértékelésére jelen vizsgálatban nem került sor, mivel a tömegsír legalább 90%-ban férfi egyénekből áll.

A vizsgált fejlődési rendellenességek és anatómiai variációk bemutatása

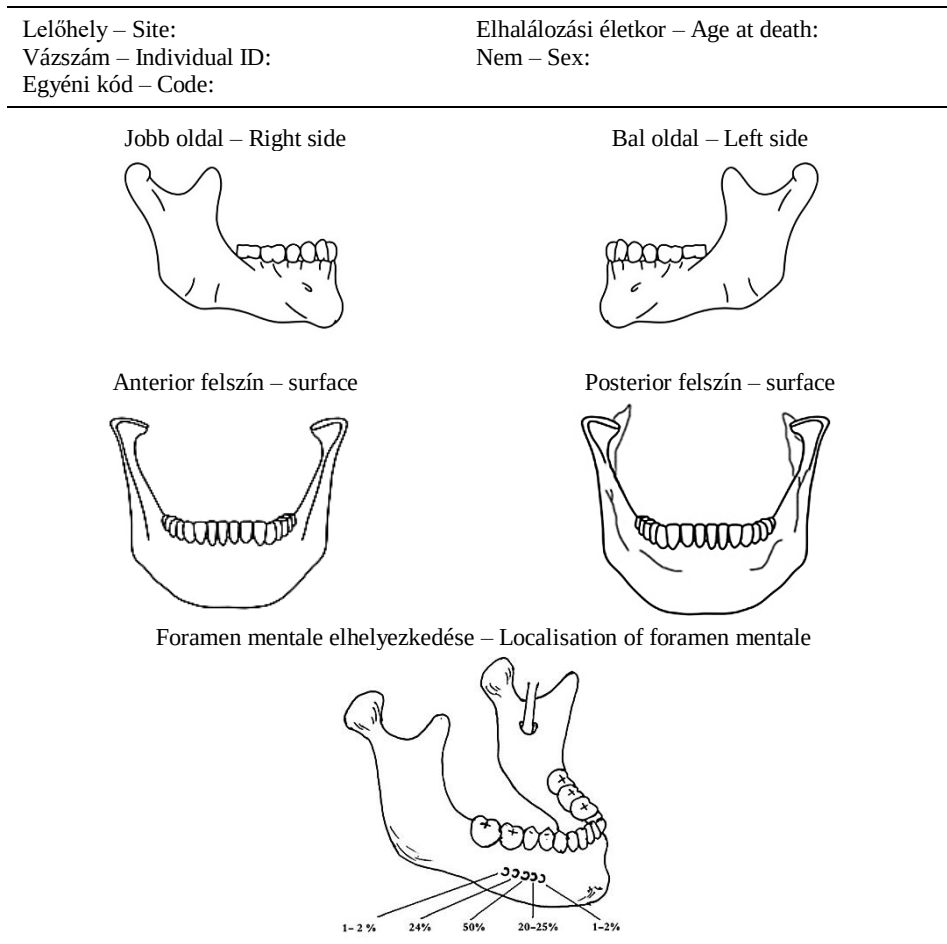
Torus mandibularis. A torus mandibularis exostosis vagy hyperostosis a mandibula lingualis részén (Seah 1995, Garcia-Garcia és mtsai 2010, Barnes 2012, 1. ábra). Leggyakrabban a szemfog és a premolárisok környékén fordul elő, de mindig a mylohyoid vonal felett (Axelsson és Hedegård, 1981). Alakja és nagysága változatos, az egész kisméretű formától egy borsószemnél nagyobb méretűvé is fejlődhet, ill. láncolatot is képezhet, ahol több kisebb egység fúzionál egymással (Axelsson és Hedegård 1981, Barnes 2012).

1. táblázat. A vizsgálatban használt vizsgálati lap.

Table 1. Examination paper in the study.

Bal oldal – Left side		Jobb oldal – Right side	
Torus mandibularis: ☐		Torus mandibularis: ☐	
Processus coronoideus	aplasia: ☐ hypoplasia: ☐ hyperplasia: ☐	Processus coronoideus	aplasia: ☐ hypoplasia: ☐ hyperplasia: ☐
Anterior buccalis mandibularis depresszió – depression (ABMD): ☐		Anterior buccalis mandibularis depresszió – depression (ABMD): ☐	
Anterior lingualis mandibularis depresszió – depression (ALMD): ☐		Anterior lingualis mandibularis depresszió – depression (ALMD): ☐	
Posterior buccalis mandibularis depresszió – depression (PBMD): ☐		Posterior buccalis mandibularis depresszió – depression (PBMD): ☐	
Posterior lingualis mandibularis depresszió – depression (PLMD): ☐		Posterior lingualis mandibularis depresszió – depression (PLMD): ☐	
Foramen retromolare: ☐		Foramen retromolare: ☐	
Foramen mentale	kettős – double: ☐ bifid: ☐ trifid: ☐ aplasia: ☐	Foramen mentale	kettős – double: ☐ bifid: ☐ trifid: ☐ aplasia: ☐
Ponticulus mylohyoideus	egyszeres – single: ☐ bifid: ☐ többszörös – multiple: ☐	Ponticulus mylohyoideus	egyszeres – single: ☐ bifid: ☐ többszörös – multiple: ☐
Spina mentalis		egyszeres – single, kicsi/nagy – small/big: ☐ kétszeres – double, kicsi/nagy – small/big: ☐ többszörös – multiple, kicsi/nagy – small/big: ☐	
Egyéb – Other: ☐		Egyéb – Other: ☐	

1. táblázat folytatása.
Table 1 cont'd.



Coronoid nyúlvány hypo-, hyper- és aplasiája. A processus coronoideus a mandibula ízületének, az articulatio temporomandibularisnak kialakításában nem vesz részt, viszont fontos izomtapadási helyként funkcionál, ugyanis ide tapad a musculus temporalis és a musculus masseter (Goh és mtsai 2020, 2. ábra). Különböző alakokban jelenhet meg: lehet kerekített, kampósabb vagy akár háromszögletű is (Goh és mtsai 2020). Ennek a képletnek a hyperplasiája ritka jelenség, amely a száj nyithatóságának fokozatos csökkenésével jár, de általában fájdalom- és tünetmentes, férfiaknál gyakoribb előfordulású (Mulder és mtsai 2012, Goh és mtsai 2020). Létezik uni- és bilaterális formája is, előbbi esetében arcbeli aszimmetria figyelhető meg. A bilaterális formája a gyakoribb (Mulder és mtsai 2012).

Depressziók. A mandibula anterior és posterior részén is fellelhetők csontdepressziók, amelyek általában idiopathiás eredetűek. A mandibula lingualis és buccalis oldalán is megfigyelhetők mind előtt, mind hátul, valamint a mandibula szárán is előfordulhatnak (Hegyi és mtsai 2003). Az anterior buccalis mandibuláris depresszió (továbbiakban: ABMD) szimmetrikusan helyezkedik el, és a foramen mentale-hoz képest mindig anterior

helyzetben figyelhető meg (Kaffe és mtsai 1990, Littner és mtsai 1994, 1995). Gyerekekben mindig megfigyelhető, felnőttekben tekinthető inkább anatómiai variációnak, mint fejlődési rendellenességnek (Littner és mtsai 1994).

Az anterior depressziók másik fajtája, az anterior lingualis mandibuláris depresszió (továbbiakban: ALMD) tünetmentes, szimmetrikusan elhelyezkedő, bilaterális bemélyedés (3. ábra). Ritkán fordul elő emberi maradványokon (Altwaim és Al-Sadhan 2019). Kialakulását a sublingualis nyálmirigy nem megfelelő működésének tulajdonítják (Philipsen és mtsai 2002, Solomon és mtsai 2006). Inkább anatómiai variációnak tekintik, mint fejlődési rendellenességnek (Altwaim és Al-Sadhan 2019).

A posterior buccalis mandibuláris depresszió (továbbiakban: PBMD) a felsorolt depressziók közül a legritkább. A szakirodalomban nagyon kevés esetleírást találtunk, amelyek közül Kocsis és munkatársai (1992), illetve Shields (2000) is a ramus buccalis felszínén találtak egy-egy depressziót. Kocsisék 4 esetben figyelték meg ezt az elváltozást.

A posterior lingualis mandibuláris depressziót (továbbiakban: PLMD) másik néven Stafne defektusként is emlegetik. A jelenség a mandibula lingualis cortexének invaginációját jelenti a külső felszín felé (Niknami és mtsai 2022). Leggyakrabban férfiakban, unilaterálisan jelentkezik (Finnegan és Marcsik 1980, Liang és mtsai 2019), de nők esetében is megfigyelték (Liang és mtsai 2019). Feltételezik, hogy a nyálmirigyek rendellenes működése áll a háttérben a jelenségnek: a csontra gyakorolt krónikus nyomás felszívódásra kényszeríti azt (Liang és mtsai 2019, Niknami és mtsai 2022).

Foramen retromolare. A foramen retromolare a nevéből adódóan a harmadik moláris mögött helyezkedik el a fossa retromolarisban (Hauser és De Stefano 1989, Shah és Mehta 2020, 4. ábra). Fogászati implikációja miatt jól vizsgált anatómiai variáció (Kumar Potu és mtsai 2013, Shah és Mehta 2020). Kialakulásának oka, hogy a canalis mandibulae kettéágazik és a szokásos lefutása mellett egy plusz csatornán keresztül a molárisok mögött lép ki a mandibulából (Motamedi és mtsai 2016).

Foramen mentale. A foramen mentale a mandibula anterior buccalis felszínén található, szimmetrikusan elhelyezkedő bemeneti nyíláspár, amely a mandibula fő érrellátását és beidegzését vezető csatornába nyílik. Elhelyezkedése egyéni különbözhet, ezért anatómiai variációnak tekintjük: leggyakrabban a második premoláris alatt található nemtől, kortól és rassztól függetlenül (Shah és mtsai 2010).

A foramen nem csak elhelyezkedésében mutat egyéni különbségeket, hanem a számában is. Lehet bifid (Balcioğlu és Kocaelli 2009, Karabiyik és Kiranatl 2021), trifid (Ramadhan és mtsai 2010, Vyas és Gohel 2023) vagy akár többszörös is, de olyan esetről is van leírás, ahol hiányzik (Islam 2013, Lauhr és mtsai 2014). Minden esetben lehet unilaterális (Ramadhan és mtsai 2010, Vyas és Gohel 2023) vagy bilaterális (Lauhr és mtsai 2014, Karabiyik és Kiranatl 2021) is. Az osztottságának háttérben a nervus trigeminus mandibula ágának osztottsága áll.

Fontosnak tartjuk felhívni a figyelmet a szakirodalmak megnevezésbeli pontatlanságára és különbözőségére. Legtöbb esetben ugyanúgy bifid foramenként említik meg azt, ha osztott foramenről írnak, és azt is, ha két egymás mellett (akár távolabb) elhelyezkedő, foramenről beszélnek. Vizsgálatainkban ezért a „bifid” és a „kettős” megnevezéseket elkülönítettük: kettős foramennek neveztük a két, egymástól távolabb megjelenő formát (5. ábra), bifid foramennek pedig azt az esetet, amikor egy foramen volt osztott.

A foramen mentale elhelyezkedését a fogakhoz viszonyítottuk és jegyeztük fel. 6 kategóriát hoztunk létre, amelyek a következők voltak: csak az első kisőrlő alatt (PM1), a két kisőrlő között (PM1–2), csak a második kisőrlő alatt (PM2), a második kisőrlő és első

nagyörölő között (PM2–M1) és csak az első nagyörölő alatt (M1) helyezkedik el. Ezeket a kategóriákat Shah és munkatársai (2010) munkája alapján alakítottuk ki.

Fontos megjegyezni, hogy a véglegesített esetszám néhol több lehet, mint a tényleges vizsgált mandibulaszám, ugyanis a kettős foramen mentalek esetén mind a kettőt külön feljegyeztük, így bizonyos mandibulák vizsgálata során nem 2, hanem 3 vagy 4 adatot kaptunk.

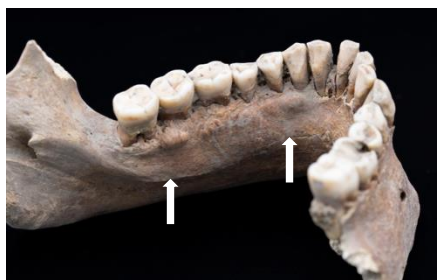
Ponticulus mylohyoideus. A mylohyoid vonal a mandibula síkjától mélyebben elhelyezkedő vonal, amely lehet széles, keskeny, mély vagy sekély is, és bizonyos esetekben egy csonttű is található fölötte, amelyet ponticulus mylohyoideusnak nevezünk. Ez a fajta variáció a hyperostosisok közé sorolható (Nikolova és mtsai 2017). Uni- és bilaterálisan is előfordulhat, a vonalon belül proximális (felsőbb) és disztális (alsóbb) helyzetben is létrejöhet. Megfigyelhetünk egyszeres, kétszeres vagy akár többszörös formát is, ezek között teljes, illetve részleges alakot is (Hauser és De Stefano 1989, Nikolova és mtsai 2017).

Spina mentalis. A spina mentalis a mandibula linguális oldalán található meg. Előfordulhat, hogy nincs, lehet egyszeres, kétszeres vagy többszörös változata, de maximum egyszerre négy kis tüske figyelhető meg (Hauser és De Stefano 1989). Ezek izompadási helyként funkcionálnak. Jelentősége ezen izmok lazaságának köszönhető alvási apnoe kezelése során jelentkezik (Karadede Unal és mtsai 2021).

Vizsgálati eredmények és értékelésük

A fejlődési rendellenességek vizsgálatának eredményei

A vizsgálat során kapott eredményeket az 2. táblázatban foglaltuk össze. Az eredményeink azt mutatják, hogy a torus mandibularis (1. ábra, 6. ábra) mind a jobb, mind a bal oldalon 5–5 esetben volt megfigyelhető. Összesen 225 mandibula esetén volt vizsgálható, ami azt jelenti, hogy a két oldalon együttesen az esetek 4,4%-ban fordult elő. Több különböző populációt vizsgálva megállapítható, hogy a jelenség gyakorisága 0,5–64,4% közé esik (Seah 1995, Garcia-Garcia és mtsai 2010). A korábbi eredmények alapján kirajzolódó tartományba a mi 4,4%-os eredményünk beleillik. Vizsgálatunk során a 10 talált esetből 8 mandibula bilaterális volt. A két unilaterális eset közül az egyik a jobb, a másik a bal oldalon fordult elő. Axelsson és Hedegård (1981) izlandi populációkat vizsgálva azt találta, hogy a jobb és bal oldal között szignifikáns különbség figyelhető meg, ezt mi nem tapasztaltuk a vizsgált kis mintaszámú mintában. Axelsson és Hedegård (1981) szerint a bilaterális formája sokkal gyakrabban fordul elő, amit a mi vizsgálataink is megerősítenek.



1. ábra: Torus mandibularis (fehér nyilak; vázszám: 246.; fotó: Vágvölgyi Lili).

Figure 1: Torus mandibularis (white arrows; individual 246; photo: Lili Vágvölgyi).

Az összes vizsgált jelleg közül a harmadik leggyakrabban jelentkező a processus coronoideus hyperplasiája volt. Ezt a 97 vizsgálható esetből a bal oldalon 13, a jobb oldalon 12 egyénnél figyeltük meg, amelyek együttesen a vizsgált anyag 25,8%-át jelentette, amely érték jóval meghaladja a más vizsgálatokban leírt 0,3–0,5%-os gyakoriságot (Costa és mtsai 2012, Erdem és Erdem 2022). Bilaterális formája a szakirodalom szerint körülbelül négyszer gyakoribb, mint az unilaterális forma (Mulder és mtsai 2012). A mi esetünkben 8 egyénnél volt bilaterálisan megfigyelhető, míg unilaterálisan a bal oldalon 5 esetben, a jobb oldalon pedig 4 esetben, így a Mulder és munkatársai által leírt arány a vizsgált mintában nem volt jellemző. A koronanyúlvány hypoplasiája (2. ábra) összesen 13 esetben volt jelen. A bal oldalon hatszor, a jobb oldalon pedig hétszer volt megfigyelhető, így ezek összesen 13,4%-os gyakoriságot mutatnak. A nyúlvány aplasiája nem fordult elő a leletanyagban.



2. ábra: Coronoid hypoplasia (vázszám: 84.; fotó: Vágvölgyi Lili).
Figure 2: Coronoid hypoplasia (individual 84; photo: Lili Vágvölgyi).

A mandibula különböző depressziói közül az ABMD volt a leggyakoribb. Ezt 8 esetben figyeltük meg a 231 vizsgálható esetből, így ez 3,5%-ban volt jelen a leletek között. A szakirodalmat összegezve a gyakorisága 19,8–41,1% közé tehető (Kaffe és mtsai 1990, Littner és mtsai 1994), amelyhez képest az általunk talált 3,5%-os előfordulás egyértelműen nagyon alacsony. Az ALMD (3. ábra) 3%-ban volt jelen. A szakirodalom szerint ennek előfordulása 0,1–6,1% közé esik (Philipsen és mtsai 2002, Watanabe és mtsai 2021), amelybe a mi eredményünk beleillik. A posterior depressziók közül csak a PLMD vagy Stafne defektus volt megfigyelhető a vizsgált mintában, ez is csak 2 esetben a 236 közül, így ennek gyakorisága mindössze 0,8%-ot mutat. A szakirodalomban a gyakoriságát 0,1–3,7% közé teszik (Finnegan és Marcsik 1980, Liang és mtsai 2019), amit a mi eredményünk is igazol.

A foramen retromolare (4. ábra) a bal oldalon 7, a jobb oldalon pedig 12 egyénnél volt jelen. A 195 vizsgálható esetből így összesen 19-nél volt megfigyelhető a két oldalon együtt, ami 9,7%-ot jelent. A különböző populációkat vizsgálva a gyakoriságát 3,2–75,0% közé becslik (Motamedi és mtsai 2016, Shah és Mehta 2020). Ebbe a tartományba beleillik az eredményünk. A szakirodalmak szerint az unilaterális variáció gyakoribb, mint a bilaterális (Ossenberg 1987, Kumar Potu és mtsai 2013) és a vizsgálatunk esetében is az unilaterális variáció a gyakoribb, a vizsgálati anyagban csupán 1 bilaterális eset volt.

A foramen mentale rendellenességei vagy variációi mutatták a legnagyobb esetszámot, azokból is a nyílás bifid verziója. Ezt a jobb oldalon 20, a bal oldalon 14 esetben figyeltük meg, tehát összesen 34 megfigyelhető esetben volt jelen. Ezen 34 esetből 5 egyénnél volt

jelen bilateralis formában, 24 egyénnél pedig unilateralisan (15 a bal oldalon, 9 pedig a jobb oldalon). A 217 vizsgálható területen ez 15,7%-os gyakorisággal jelent meg. Erre a jelenségre nem találtunk példát a szakirodalomban, így gyakorisága esetében nem tudunk összehasonlítást végezni. Ugyanakkor a megkettőződött foramen mentale másik formájára vonatkozóan igen, amikor nem egy foramen osztott, hanem kettő külön foramen figyelhető meg arra (5. ábra). Ennek gyakorisága a leletanyagban 4,6%, ugyanis 10 egyénnél figyeltük meg. A kettős foramen mentale előfordulását a szakirodalomban 1,4–10,0% közé becslik (Balcioglu és Kocaelli 2009, Paraskevas és mtsai 2015), amelybe beleillik a mi eredményünk. Trifid változata és a foramen teljes hiánya 1–1 esetben volt megfigyelt, így ezek külön-külön 0,5%-ban fordultak elő. A trifid verzió előfordulási aránya korábbi vizsgálatok eredményei alapján 0,6–1,2% közé tehető (Ramadhan és mtsai 2010, Paraskevas és mtsai 2015), a foramen hiányáé pedig körülbelül 0,2% (Ramadhan és mtsai 2010). Mind a két gyakorisággal egybeesnek a mi eredményeink is.



3. ábra: Anterior lingualis mandibularis depressió ALMD (vázszer: 85.; fotó: Vágvölgyi Lili).
Figure 3: Anterior lingual mandibular depression (ALMD; individual 85; photo: Lili Vágvölgyi).



4. ábra: Foramen retromolare (vázszer: 76.; fotó: Vágvölgyi Lili).
Figure 4: Foramen retromolare (individual 76; photo: Lili Vágvölgyi).



5. ábra: Kettős foramen mentale (vázszer: 138.; fotó: Vágvölgyi Lili).
Figure 5: Double foramen mentale (individual 138; photo: Lili Vágvölgyi).

2. táblázat. A tömegsír egyénein megfigyelt fejlődési rendellenességek oldaliság szerinti megoszlása. (N: vizsgálható csontrészek száma, NT: megfigyelt rendellenességek száma).

Table 2. Lateral distribution of mandibular developmental anomalies in the mass grave (N: number of examined bone parts, NT: number of abnormalities).

Fejlődési rendellenességek – Developmental anomalies	Oldal – Side		Együtt – Total		
	Bal – Left	Jobb – Right	N	NT	%
Torus mandibularis	5	5	225	10	4,4
Coronoid aplasia	0	0	97	0	0,0
hypoplasia	6	7	97	13	13,4
hyperplasia	13	12	97	25	25,8
Anterior buccalis mandibularis depresszió – depression		8	231	8	3,5
Anterior lingualis mandibularis depresszió – depression		7	231	7	3,0
Posterior buccalis mandibularis depresszió – depression		0	236	0	0,0
Posterior lingualis mandibularis depresszió – depression		2	236	2	0,8
Foramen retromolare	7	12	195	19	9,7
Foramen mentale: bifid	20	14	217	34	15,7
trifid	0	1	217	1	0,5
aplasia	1	0	217	1	0,5
Ponticulus mylohyoideus: egyszeres – single	19	13	180	32	17,8
bifid	1	4	180	5	2,8
többszörös – multiple	0	0	180	0	0,0
Spina mentalis: egyszeres – single		72	229	72	31,4
kétszeres – double		71	229	71	31,0
többszörös – multiple		12	229	12	5,2

A ponticulus mylohyoideust 180 esetben tudtuk vizsgálni. A ponticulus mylohyoideus egyszeres változata volt az anyagban fellelhető második leggyakoribb jelleg, ugyanis ez a bal oldalon 19, a jobb oldalon 13, tehát összesen 32 esetben volt megfigyelhető, így ez az egyének 17,8%-a esetében fordult elő. A szakirodalom szerint előfordulásának esélye 0,4–43% (Hanihara és Ishida 2001, Turan-Ozdemir és Sendemir 2006), amelyet a mi eredményünk is alátámaszt. Kétszeres verziója (6. ábra) 2,8%-ban, azaz 5 egyénnél volt jelen. Külön erre a jelenségre nem találtunk szakirodalmi adatot, így a fentebbi intervallumhoz viszonyítva, ez is erősíti azt. Többszörös variációjára nem találtunk példát.

A spina mentalist az egyéni varianciát mutató jellege miatt 3 kategóriába soroltuk: egyszeres, kétszeres és többszörös. A vizsgálható 229 esetből 72-nél volt egyszeres ez a jelleg, ami 31,4%-ot jelent. Hasonló esetszámmal bír a kétszeres kategória is, ugyanis ebben 71 egyén tartozik, ez 31%-a az összes vizsgálható esetnek. A legkisebb számmal a többszörös kategória rendelkezik, ebbe mindössze 12 egyént tudtunk besorolni, amely így 5,2%-os gyakoriságot mutat. Egyik fentebbi kategóriába sem volt sorolható 74 egyén, mert nekik nem volt spina mentalisuk, ők a mintánk 32,3%-át alkotják (2. táblázat). Ilyen jellegű vizsgálatokat nem találtunk a szakirodalomban.

A foramen mentale elhelyezkedésének vizsgálhatósága a jobb és bal oldalak között eltérő volt: a bal oldalon 217, jobb oldalon 202 egyénnél tudtunk vizsgálni, a százalékok jobb és bal oldalon ezek mentén alakultak (3. táblázat). Az első premoláris alatt a bal oldalon 2 (0,9%), a jobb oldalon viszont 8 (4,0%) esetben helyezkedett el a foramen mentale, amelyek előfordulása közelít a Shah és munkatársai (2010) által megállapított 1–2%-hoz. A két premoláris között bal oldalon 68, jobb oldalon pedig 75 mintánál, ezek

31,3% és 37,1% gyakoriságúak voltak. Ezek az értékek kicsit magasabbak a Shah és munkatársai által közölt 24%-os adatnál. A legtöbbször a második kisőrlő alatt helyezkedett el mind a két oldal esetében: bal oldalon 121 (55,8%), jobb oldalon 107 (53%) esetben fordult elő, amelyek jól beleillenek Shah és munkatársai által közölt 50%-os eredménybe. A második kisőrlő és első nagyőrlő között 25, illetve 12 egyénél volt megfigyelhető, ezek a bal oldalon 11,5%-os, jobb oldalon pedig 5,9%-os előfordulást jelent. Ezek az értékek jóval a 20–25%-os gyakoriság alatt vannak. Az első moláris alatt 1 esetben (0,5%) jelent meg a bal oldalon, amely egészen beleillik a korábbi eredmények 1–2%-os értékébe. Mind a két oldalon előfordult olyan, hogy nem tudtuk meghatározni az elhelyezkedést az alveolusok felszívódása vagy postmortem törése miatt. Ezek száma a bal oldalon 51, a jobb oldalon 64 volt.



6. ábra: Torus mandibularis (fekete nyíl), bifid ponticulus mylohyoideus (fehér nyíl; vázszám: 256.; fotó: Vágvölgyi Lili).

Figure 6: Torus mandibularis (black arrow), bifid ponticulus mylohyoideus (white arrow; individual 256; photo: Lili Vágvölgyi).

3. táblázat. A foramen mentale elhelyezkedése a fogakhoz viszonyítva

(PM: kisőrlő, M: nagyőrlő, N: elhelyezkedés nem meghatározható).

Table 3. Localisation of the foramen mentale in relation to the teeth

(PM: premolar, M: molar, N: localisation cannot be determined).

Oldal – Side	Foramen mentale elhelyezkedése – Position of the foramen mentale					Együtt – Total	N
	PM1	PM1–2	PM2	PM2–M1	M1		
Bal – Left	2 (0,9%)	68 (31,3%)	121 (55,8%)	25 (11,5%)	1 (0,5%)	217 (100%)	51
Jobb – Right	8 (4%)	75 (37,1%)	107 (53%)	12 (5,9%)	0 (0%)	202 (100%)	64

Következtetések

A mohácsi III. számú tömegsír atlanto-occipitális régióra és alsó állcsontra vonatkozó vizsgálatai széleskörűek. A mandibulák fejlődési rendellenességeinek leírása és elemzése ennek a munkának képezi a kiegészítő részét, és segíthet az etnikai hovatartozás, valamint a potenciális rokonsági kapcsolatok feltárásában. Az etnikai hovatartozás felderítésében segíthetnek olyan jelek, mint például a torus mandibularis gyakorisága, a foramen mentale pontos elhelyezkedése, a foramen retromolare gyakorisága vagy az anterior buccalis mandibularis depresszió arányszámai. A torus mandibularis megléte például az

eszkimóknál, japánoknál, norvégoknál és az Egyesült Államokban élőkénél sokkal gyakoribb (Seah 1995, Garcia-Garcia és mtsai 2010, Chaubal 2017). A foramen mentale helyzete eltérő populációkban: pl. török vizsgálatok szerint a második premoláris tengelyében a leggyakoribb, de más etnikumoknál eltérhet (Yesilyurt és mtsai 2008). A retromoláris foramen előfordulása szintén etnikai különbségeket mutat, és antropológiai markernek tekinthető. Egy 2012-es tanulmány kimutatta, hogy bizonyos populációkban jóval gyakoribb, míg másokban ritka, így segíthet az etnikai hovatartozás eldöntésében (Rossi és mtsai 2012). A tanulmány szerint az ázsiai populációkban (pl. japán, indiai mintákban) gyakrabban jelenik meg, az előfordulási arány elérheti a 20–25%-ot, míg az európai populációkban 5% alatti az előfordulása. Adataink más magyarországi és külföldi adatokkal való összehasonlítása így irányt mutathat az etnikumra vonatkozólag.

Az osszarium csontanyagában súlyos fejlődési anomália nem fordult elő, ugyanakkor a vizsgált minor rendellenességek vagy anatómiai variációk majdnem minden típusára találtunk példát. Leggyakrabban a bifid foramen mentale, az egyszeres pontculus mylohyoideus és a coronoid hyperplasia jelent meg. A gyakorisági adatok néhány kivételtől eltekintve (torus mandibularis, processus coronoideus és az ABMD) követték a szakirodalomban leírt tendenciákat. Életkori és nemek közötti összehasonlítást nem lehetett végezni.

Az adatok feldolgozása a vizsgálatban résztvevő kutatókkal jelenleg is folyamatos, és várhatóan további morfológiai, statisztikai és összehasonlító elemzésekkel egészül ki, amelyek hozzájárulhatnak a mohácsi csatában résztvevők biológiai profiljának és lehetséges rokonsági kapcsolatainak pontosabb rekonstruálásához. Jelen dolgozatunk további célkitűzéseként adatbázist szolgáltatunk a mohácsi III. tömegsír embertani anyagában fellelhető, alsó állcsontokon megfigyelhető anatómiai variációkra és minor fejlődési rendellenességekre vonatkozóan.

Irodalom

- Albert, A.M., Maples, W.R. (1995): Stages of epiphyseal union for thoracic and lumbar vertebral centra as a method of age determination for teenage and young adult skeletons. *Journal of Forensic Sciences*, 40: 623–633. DOI: <https://doi.org/10.1520/JFS13838J>
- Altswain, M., Al-Sadha, R. (2019): Bilateral Anterior Lingual Depression in the Mandible: Cone Beam Computed Tomography Case Report and Review of the Literature. *Journal of Taibah University Medical Sciences*, 17(2): 283–288. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.6348>
- Axelsson, G., Hedegård, B. (1981): Torus Mandibularis Among Icelanders. *American Journal of Physical Anthropology*, 54: 383–389. DOI: <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330540312>
- Balcioglu, H.A., Kocaelli, H. (2009): Accessory mental foramen. *North American Journal of Medical Sciences*, 1: 314–315.
- Barnes, E. (1994): *Developmental Defects of the Axial Skeleton in Paleopathology*. University Press of Colorado, Colorado.
- Barnes, E. (2012): *Atlas of Developmental Field Anomalies of the Human Skeleton – A Paleopathology Perspective*. John Wiley & Sons, Inc, Hoboken.
- Belcastro, M.G., Rastelli, E., Mariotti, V. (2008): Variation of the degree of sacral vertebral body fusion in adulthood in two European modern skeletal collections. *American Journal of Physical Anthropology*, 135: 149–160. DOI: <https://doi.org/10.1002/ajpa.20716>
- Bertók, G., Neményi, R., Pálfi, Gy., Simon, B. (2022): A mohácsi III. számú tömegsír új kutatása. *Magyar Régészet*, 11(1): 44–53. DOI: <https://doi.org/10.36245/mr.2022.1.2>
- Brooks, S., Suchey, J.M. (1990) Skeletal age determination based on the os pubis: a comparison of the Acsadi-Nemeskeri and Suchey-Brooks methods. *Human Evolution*, 5: 227–238. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02437238>

- Buckberry, J.L., Chamberlain, A.T. (2002) Age estimation from the auricular surface of the ilium: a revised method. *American Journal of Physical Anthropology*, 119: 231–239. DOI: <https://doi.org/10.1002/ajpa.10130>
- Chaubal, T.V., Bapat, R., Poonja, K. (2017): Torus Mandibularis. *The American Journal of Medicine*, 130(10): 451. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2017.04.026>
- Costa, Y.M., Porporatti, A.L., Stuginski-Barbosa, J., Cassano, D.S., Bonjardim, L.R., Conti, P.C. (2012): Coronoid process hyperplasia: an unusual cause of mandibular hypomobility. *Brazilian Dental Journal*, 23(3): 252–255. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-64402012000300012>
- De Andrés, M., Kocsmár, R., Molnár, E., Vig, V., Bereczki, Zs., Pálfi, Gy. (2023): A Mohácsi Nemzeti Emlékhely III. számú tömegsírja feltárásának befejezése és a csontvázmaradványok feldolgozásának első lépései. In: Varga, Sz. (Szerk.) *Elsüllyedt Mohács. Újabb tanulmányok a mohácsi csatával kapcsolatos kutatások eredményeiből*. Martin Opitz Kiadó, Budapest. pp. 53–68.
- Dobszay, L. (1969): Fejlődési rendellenességek. In: Hollán, Zs (Szerk.) *Orvosi lexikon* (2. kiadás). Akadémiai Kiadó, Budapest. 292.
- Erdem, S., Erdem, S. (2022): Investigation of coronoid process hyperplasia using Levandoski analysis on panoramic radiographs. *World Journal of Radiology*, 14(5): 107–113. DOI: <https://doi.org/10.4329/wjr.v14.i5.107>
- Éry K., Kralovánszky A., Nemeskéri J. (1963): Történeti népszerűségek rekonstrukciójának reprezentációja. *Anthropologiai Közlemények*, 7: 41–90.
- Finnegan, M., Marcsik, A. (1980): Anomaly or Pathology: the Stafne Defect as Seen in Archaeological Material and Modern Clinical Practice. *Journal of Human Evolution*, 9: 19–31. DOI: [https://doi.org/10.1016/0047-2484\(80\)90038-X](https://doi.org/10.1016/0047-2484(80)90038-X)
- Garcia-Garcia, A.S., Martinez-Gonzalez, J.M., Gomez-Font, R., Soto-Rivadeneira, A., Oviedo-Roldan, L. (2010): Current status of the torus palatinus and torus mandibularis. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 15(2): 353–360. DOI: <https://doi.org/10.4317/medoral.15.e353>
- Goh, Y.C., Tan, C.C., Lim, D. (2020): Coronoid hyperplasia: A review. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*, 121(4): 397–403. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jormas.2019.12.019>
- Hanihara, T., Ishida, H. (2001): Frequency variations of discrete cranial traits in major human populations. III. Hyperostotic variations. *Journal of Anatomy*, 199(3): 251–272. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1469-7580.2001.19930251.x>
- Hauser, G., De Stefano, G.F. (1989): Accessory apertures in the ramus mandibulae – Aperturae accessoriae rami mandibulae. In: Hauser, G., De Stefano, G.F. (Eds) *Epigenetic Variants of the Human Skull*. Lubrecht & Cramer Ltd. Stuttgart. pp. 240–243.
- Hegyi, A., Kocsis, S.G., Marcsik, A. (2003): Idiopathic bone cavities on the mandible. *Journal of Paleopathology*, 15(3): 167–175.
- Islam, M.S. (2013): A case report of developmentally missing mental foramen. *Northwest Dentistry*, 92(6): 15–16.
- K. Zoffmann, Zs. (1982): *Az 1526-os mohácsi csata 1976-ban feltárt tömegsírjainak embertani vizsgálata*. Akadémiai Kiadó. Budapest. 82.
- Kaffe, I., Littner, M.M., Arensburg, B. (1990): The anterior buccal mandibular depression: Physical and radiologic features. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 69: 647–654. DOI: [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(90\)90251-m](https://doi.org/10.1016/0030-4220(90)90251-m)
- Karabiyik, Z., Kiranatl, M. (2021): A Rare Anatomical Finding: Bilateral Accessory Mental Foramen. *Case Reports in Dentistry*, 2021: 6020515. DOI: <https://doi.org/10.1155/2021/6020515>
- Karadede Unal, B., Hanci, I.H., Aytugur, E., Elmali, F., Karadede, B., Buyuk, O., Unal, N., Karadede, M.I. (2021): Comparison of Genial Tubercle Anatomy Based on Age and Gender. *Turkish Journal of Orthodontics*, 34(1): 46–53. DOI: <https://doi.org/10.5152/TurkJOrthod.2021.20125>

- Kocsis, G.S., Marcsik, A., Mann, R.W. (1992): Idiopathic bone cavity on the posterior buccal surface of the mandible. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 73: 127–130. DOI: [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(92\)90169-q](https://doi.org/10.1016/0030-4220(92)90169-q)
- Kocsmár, R., Vágvölgyi, L., Neményi, R., Györfy-Villám, Zs., Talabér, I., Szabó, Á., Mai, T., De Andrés, M., Vig, V., Bereczki, Zs., Tihanyi, B., Molnár, E., Pálfi, Gy. (2024): A mohácsi nemzeti emlékhely IV. tömegsírja feltárásának biológiai antropológiai megfigyelései. *Anthropologiai Közlemények*, 65: 63–74. DOI: <https://doi.org/10.20330/AnthropKozl.2024.65.63>
- Kumar Potu, B., Jagadeesan, S., Bhat, K.M., Rao Sirasanagandla, S. (2013): Retromolar foramen and canal: A comprehensive review on its anatomy and clinical applications. *Morphologie*, 97(317): 31–37. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.morpho.2013.04.004>
- Lauhr, G., Coutant, J.C., Normand, E., Laurenjoye, M., Ella, B. (2014): Bilateral absence of mental foramen in a living human subject. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 37(4): 403–405. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00276-014-1347-x>
- Liang, J., Deng, Z., Gao, H. (2019): Stafne's bone defect: a case report and review of literatures. *Annals of Translational Medicine*, 7(16): 399. DOI: <https://doi.org/10.21037/atm.2019.07.73>
- Littner, M.M., Kaffe, I., Arensburg, B., Calderon, S., Levine, T. (1995): Radiographic features of anterior buccal mandibular depression in modern human cadavers. *Dentomaxillofacial Radiology*, 24: 46–49. DOI: <https://doi.org/10.1259/dmfr.24.1.8593907>
- Littner, M.M., Kaffe, I., Levine, T., Arensburg, B. (1994): Anterior buccal mandibular depression (ABMD): Anatomic and histologic features. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 16: 179–182. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01627592>
- Mann, R.W., Hunt, D.R., Lozanoff, S. (2016): *Photographic Regional Atlas of Bone Disease: A Guide to Pathologic and Normal Variations in the Human Skeleton*. Charles C. Thomas Publisher Ltd. Springfield, Illinois.
- Maráz, B. (1976): A mohácsi csatátér régészeti leletei. In: *A Mohácsi Történelmi Emlékhely*. Rotafüzet. Pécs.
- Motamedi, M.H.K., Gharedaghi, J., Mehralizadeh, S., Navi, F., Badkoobeh, A., Valaei, N., Azizi, T. (2015): Anthropomorphic assessment of the retromolar foramen and retromolar nerve: anomaly or variation of normal anatomy? *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 45(2): 241–244. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2015.10.017>
- Mulder, C.H., Kalaykova, S.I., Gortzak, R.A.Th. (2012): Coronoid process hyperplasia: a systematic review of the literature from 1995. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 41(12): 1483–1489. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2012.03.029>
- Murail, P., Bruzek, J., Houët, F., Cunha, E. (2005): DSP: a tool for probabilistic sex diagnosis using worldwide variability in hip-bone measurements. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, 17: 167–76. DOI: <https://doi.org/10.4000/bmsap.1157>
- Neményi, R., Györfy-Villám, Zs., Talabér, I., Simon, B., Simon, Zs., Szabó, Á., Mai, T., Kocsmár, R., Vágvölgyi, L., Vig, V., De Andrés, M., Tihanyi, B., Bereczki, Zs., Molnár, E., Pálfi, Gy. (2024): A IV. tömegsír feltárásának előzetes régészeti és antropológiai eredményei. In: Varga, Sz. (Szerk.) *Temetetlen Mohács. Az 1526. és 1687. évi csata kutatási eredményei*. Martin Opitz Kiadó, Budapest. pp. 39–55.
- Niknami, M., Parsa, A., Khodadadi, Z. (2022): Effect of Stafne bone defect on the adjacent tooth: A review of the literature. *Imaging Science in Dentistry*, 52: 165–170. DOI: <https://doi.org/10.5624/isd.20210275>
- Nikolova, S.Y., Toneva, D.H., Yordanov, Y.A., Lazarov, N.E. (2017): Morphometric study of the mylohyoid bridging in dry mandibles. *Anthropologischer Anzeiger*, 74(2): 113–122. DOI: <https://doi.org/10.1127/anthranz/2017/0606>
- Ossenberg, N.S. (1987): Retromolar Foramen of the Human Mandible. *American Journal of Physical Anthropology*, 73: 119–128. DOI: <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330730112>
- Pálfi, Gy. (2021): Komoly kihívás a szegedi antropológia számára: A mohácsi terepantropológiai projekt. *Anthropologiai Közlemények*, 62: 103–117. DOI: <https://doi.org/10.20330/AnthropKozl.2021.62.103>

- Papp, L. (1960): A mohácsi csatahely kutatása. *Janus Pannonius Múzeum Évkönyve*, 5: 197–251, 251–252.
- Papp, L. (1961): *Ásatási napló*. MNN Adattár IV. 101.
- Paraskevas, G., Mavrodi, A., Natsis, K. (2015): Accessory mental foramen: an anatomical study on dry mandibles and review of the literature. *Oral and Maxillofacial Surgery*, 19: 177–181. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10006-014-0474-1>
- Philipsen, H.P., Takata, T., Reichart, P.A., Sato, S., Suei, Y. (2002): Lingual and buccal mandibular bone depressions: a review based on 583 cases from a world-wide literature survey, including 69 new cases from Japan. *Dentomaxillofacial Radiology*, 31: 281–290. DOI: <https://doi.org/10.1038/sj.dmfr.4600718>
- Ramadhan, A., Messo, E., Hirsch, J.M. (2010): Anatomical Variation of Mental Foramen. A case report. *Stomatologija, Baltic Dental and Maxillofacial Journal*, 12: 93–96.
- Rossi, A.C., Freire, A.R., Prado, B.G., Prado, F.B., Botacin, P.R., Caria, P.H.F. (2012): Incidence of Reromolar Foramen in Human Mandibles: Ethnic and Clinical Aspects. *International Journal of Morphology*, 30(3): 1074–1078. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0717-95022012000300051>
- Seah, Y.H. (1995): Torus palatinus and torus mandibularis: A review of the literature. *Australian Dental Journal*, 40(5): 318–321. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.1995.tb04820.x>
- Shah, S., Vaze, S., Kinhal, K. (2010): A Variation in the Position of the Mental Foramen: A Case Report. *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery*, 9(3): 307–309. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12663-010-0079-7>
- Shah, S.P., Mehta, D. (2020): Mandibular Retromolar Foramen and Canal - A Systematic Review and Meta-Analysis. *Annals of Maxillofacial Surgery*, 10: 444–449. DOI: <https://doi.org/10.4103/ams.ams.19.20>
- Shields, E.D. (2000): Technical note: Stafne static mandibular bone defect – Further expression on the buccal aspect of the ramus. *American Journal of Physical Anthropology*, 111(3): 425–427. DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-8644\(200003\)111:3<425:AID-AJPA8>3.0.CO;2-8](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-8644(200003)111:3<425:AID-AJPA8>3.0.CO;2-8)
- Solomon, L.W., Pantera, E.A., Monaco, E., White, S.C., Suresh, L. (2006): A diagnostic challenge: anterior variant of mandibular lingual bone depression. *General Dentistry*, 54(5): 336–340.
- Szabó, Á., Mai, T. (2023): Módszertani javaslat a III. Számú tömegsírban nyugvók sérüléseinek vizsgálatához. In: Varga, Sz. (Szerk.) *Elsüllyedt Mohács. Újabb tanulmányok a mohácsi csatával kapcsolatos kutatások eredményeiből*. Martin Opitz Kiadó, Budapest. 81–106.
- Szilvássy, J. (1980): Age determination on the sternal articular faces of the clavícula. *Journal of Human Evolution*, 9(8): 609–610. DOI: [https://doi.org/10.1016/0047-2484\(80\)90090-1](https://doi.org/10.1016/0047-2484(80)90090-1)
- Todd, T.W. (1920): Age Changes in the Pubic Bones – I: The White Male Pubis. *American Journal of Physical Anthropology*, 3: 285–334. DOI: <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330030301>
- Turan-Ozdemir, S., Sendemir, E. (2006): Incidence of mylohyoid bridging in 13th century Byzantine mandibles. *Anatomical Science International*, 81: 126–129. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1447-073X.2006.00140.x>
- Vig, V., Pálfi, Gy., Szabó, Á., Bereczki, Zs. (2023): A mohácsi III. számú tömegsír csontvázain megfigyelt perimortem sérülések előzetes oszteoarcheológiai vizsgálatának eredményei. In: Varga, Sz. (Szerk.) *Elsüllyedt Mohács. Újabb tanulmányok a mohácsi csatával kapcsolatos kutatások eredményeiből*. Martin Opitz Kiadó, Budapest. pp. 69–80.
- Vyas, R., Gohel, A. (2023): Trifurcated Mental Foramina: A Cone-Beam Computed Tomography Incidental Finding During the Implant Treatment Planning. *Cureus*, 15(1): e33828. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.33828>
- Yesilyurt, H., Aydinlioglu, A., Kavakli, A., Ekinci, N., Eroglu, C., Hacialiogullari, M., Diyarbakirli, S. (2008): Local differences in the position of the mental foramen. *Folia Morphologica*, 67(1): 32–35.
- Watanabe, A., Yoshida, S., Kato, H., Matsuzaka, K., Takano, M. (2021): A rare case of static bone cavity in the anterior mandibular region of a 10-year-old boy. *International Journal of Surgery Case Reports*, 83: 106019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijscr.2021.106019>

Levelezési cím: Vágvolgyi Lili
Mailing address: Embertani Tanszék
Szegedi Tudományegyetem
Közép fasor 52.
H-6726 Szeged
Hungary
lili.vagvolgyi@gmail.com

AZ UGOR PARADIGMA

Németh Endre¹ és Fehér Tibor²

¹Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest; ²Eötvös Loránd Tudományegyetem, Genetikai Tanszék, Budapest

Németh E., Fehér T.: *The Ugor paradigm*. *The subject of the present study is the subclades of N-B539 Y-DNA haplogroup. The N-B539 haplogroup is closely connected to the history of Ugric-speaking peoples. So far, three major subclades within N-B539 have been identified, but in recent years, two additional subclades have been discovered. These two subclades enrich our knowledge with important details. Based on the new genetic results, three novel conclusions can be drawn: (1) the Ugric homeland is likely located around Omsk; (2) Ugric-era and early Hungarian communities were characterized by unparalleled cohesion; (3) the paternal line considered the ancestor of the Ob-Ugrians separated around 1400 BCE and migrated north, while three pre-Hungarian branches remained together and likely in place.*

Keywords: Subclades of N-B539 Y-chr haplogroup; Ugric homeland; Sargatka; Tobol river; Uyelgi; Árpád dynasty; Jenő, Gyarmat and Keszi tribes.

Bevezetés

Az elmúlt években a korai magyar történelemre vonatkozó tudásunk intenzív fejlődésen ment keresztül. A fejlődés motorja a régészet és a történeti genetika volt, de a nyelvészetben és különösen a történelemtudományban szintén komoly szemléletváltás zajlott le. Vessünk egy pillantást a legfontosabb eredményekre.

Sokáig csak Bíborbanszületett Konstantin (905–959), bizánci császár tudósításából sejtettük, hogy Etelköz valahol a Fekete-tenger északi partvidékén lehetett (Zimonyi 2014, 106–107). Azonban a kelet-európai régészeti anyag robbanásszerű bővülésével hirtelen Etelköz is felkerült a térképre (Komar 2018). A régészek gyakorlatilag pont ott találták meg Etelközt, ahová a császár is helyezte: a Dnyeszter és Dnyeper között, Középső-Dnyeper vidéki súlyponttal.

Egy fontos szellemtörténeti szál is Etelközből indul. Klima László vette észre, hogy a szubotci 2. sír csatján ábrázolt lótuszülésben ülő idős férfi alakja manicheista stílusjegyeket hordoz magán (Klima 2019). Ujelgi ötvösművészetét újra vizsgálva az derült ki, hogy a leletek nagy számban hordoznak manicheista és nesztoriánus keresztény stílusjegyeket (Botalov 2024).

Mai napig nyitott kérdés, hogy miért hagyták el a magyarok az Urál-vidéket. Bíborbanszületett Konstantin tudósítása szerint egy besenyő támadás miatt, de ezt az állítást a történész szakma távolról sem kezeli tényként. Az Urál-vidéki besenyő–magyar konfliktus időbeli és térbeli kereteinek meghatározása ugyanis egyelőre meglehetősen ingatag lábakon áll (Kovács és Zimonyi 2015). Érdekes egybeesés azonban Bíborbanszületett Konstantin tudósításával, hogy az Uzak-Tuzak – a Balabasnyak család utolsó tagja című eposzban szintén megjelenik az Urál-vidéki magyar–besenyő konfliktus (Abszalamova és mtsai 2024).

Az Urál-vidékkel kapcsolatban három fontos fejleményt kell kiemelnünk. Először is a magyar vándorlás igen gyors volt, csak a 9. század középső harmadában hagyták el a magyarok az Urál-vidéket (Türk 2025). Másodsor, kiderült, hogy több magyar maradhatott keleten, mint korábban gondoltuk (Post és mtsai 2019, B. Szabó és Sudár 2024). Ehhez a kérdéskörhöz tartozik még, hogy a magyar identitás a 16. század közepéig fent maradt a régióban (Németh 2025). A régészeti kutatások a keleti magyarok hagyatékát a csijaleki kultúrában jelölték ki (Szeifert és mtsai 2022). Harmadrészt, eldőlt, hogy a honfoglaló magyarok elődei a karajakupovói kultúrából vándoroltak ki az Urál-vidékről. Továbbá, az archeogenetikások szoros kapcsolatot találtak a szargatkai kultúra kései Tobol-menti változata és a karajakupovói kultúra népessége között (Gyuris és mtsai 2025).

A magyar nyelv a finnugor nyelvcsaládon belül az ugor ágba tartozik. Ezért fontos, hogy létezik egy olyan Y-kromoszóma alcsoport, az N-B539 haplocsoport, amely összeköti a magyarokat az obi-ugorokkal, de elválasztja más finnugor népektől. Az N-B539 alcsoport Euráziában rendkívül ritka, csak olyan területeken fordul elő magasabb arányban, ahol ugorok éltek vagy élnek (Post és mtsai 2019).

Az N-haplocsoport fontosságát az archeogenetikai eredmények is megerősítik. A magyar őstörténetben kiemelkedő szerepet játszó Ujelgiben a Kr. u. 8. századig csak N-haplocsoportoz tartozó apai vonalakat találtak (Csáky és mtsai 2019, 4. ábra). Ez természetesen nem jelenti azt, hogy minden férfi Ujelgiben a Kr. u. 8. század előtt az N-haplocsoportoz tartozott volna, de azt valószínűsíti, hogy az N-haplocsoport dominálta a korai magyar apai vonalakat.

Sőt, az is valószínűsíthető, hogy az N-haplocsoporton belül, az N-B539 alcsoport dominálta, mert amelyik mintában elegendő DNS állt rendelkezésre, ott kimérték az N-B539 markert. Ujelgiben az N-B539 két alcsoportját is azonosították, az N-B545-öt és az N-B540-et. Ezek az alcsoportok nagyjából 4000 éve váltak el egymástól. Ezért nagy valószínűséggel kizárható, hogy egy hagyományos nemzetségi temetőt találtak volna a régészek Ujelgiben. Elmondható, hogy két teljesen különböző megközelítés ugyanarra az eredményre vezetett (1. táblázat).

1. táblázat. Ujelgi minták Y-DNS csoportja a legmélyebben meghatározható szintig (Family Tree DNA Discover Tree).

Table 1. Deepest resolution of Uyelgi samples based on Family Tree DNA Discover Tree.

Minta – Sample	FTDNA besorolás – classification	B539 státusz – status	Kor (i.sz.) – Era (A.D.)
Uyelgi 8	N-L729>?	lehetséges – possible	900–1100
Uyelgi 16	N-L729>?	lehetséges – possible	800–1000
Uyelgi 6	N-L729>TAT>?	lehetséges – possible	900–1100
Uyelgi 20	N-L729>TAT>?	lehetséges – possible	800–900
Uyelgi 18	N-TAT>L708>?	lehetséges – possible	800–900
Uyelgi 10	N-L708>CTS9239	lehetséges – possible	879–1150
Uyelgi 19	N-L708>CTS9239	lehetséges – possible	800–900
Uyelgi 19116	N-B539>B545>Y24378	biztos – certain	772–1152
Uyelgi 19117	N-B539>B545>Y24378	biztos – certain	771–937
Uyelgi 19121	N-B545>Y24378>FTJ196	biztos – certain	879–1150
Uyelgi 19120	N-B545>Y24378>FTJ196	biztos – certain	772–1152
Uyelgi 2	N-B539>B540>PH573	biztos – certain	900–1100
Uyelgi 19119	N-B540>Y24222>BY36563	biztos – certain	772–1152
Uyelgi 21	N-B540>Y24222>BY36563	biztos – certain	720–941
Uyelgi 4	G2a-L1266>FT34>?	kizárt – impossible	900–1100
Uyelgi 19118	G2a-L1266>FT34>L1264	kizárt – impossible	772–1152

Éles kontraszt mutatkozik Ujelti apai vonalainak viszonylagos homogenitása és a honfoglaló apai vonalak heterogenitása között (Fóthi és mtsai 2020). Ez a heterogenitás jellemzőnek tűnik a már megvizsgált, nagyobb honfoglaló temetőkre is. Ami nem annyira meglepő, ha elfogadjuk, hogy például a Felső-Tisza vidékén feltárt temetőkben a korabeli katonai kíséret tagjai nyugszanak, akiknek a közösségét mesterségesen szervezhatték meg (Révész 2014, 50). Természetesen a törzsi arisztokrácia rövid ideig használt kisebb temetői nagyobb homogenitást mutatnak, lásd Szakony. Úgy tűnik, az Urál környéke nem egyszerűen egy földrajzi választóvonalat jelentett a magyar törzsszövetség életében, de a társadalomszerveződési elvek is megváltozhattak.

Anyag és módszer

Newton az analízis és szintézis módszerének nevezte módszertanát miszerint egyszerű esetek alapos vizsgálatával lehet eljutni a nagy kérdések megválaszolásához (Wilczek 2024). Mi is az analízis és szintézis elvét követjük, amikor az apai vonalakat nagyfelbontású Y-kromoszóma méréseken keresztül vizsgáljuk. A rendelkezésre álló minták száma nem túl nagy, de azok igen pontos képet adnak az apai vonalak belső szerkezetéről. Az N-B539 alcsoporton belül 25 új mérést végeztünk az amerikai Family Tree DNA laboratóriumában (2. táblázat).

2. táblázat. A nagy felbontású Y-kromoszóma-vizsgálat alá vetett minták listája.

Table 2. List of the high-resolution Big-Y tested samples.

Szám – No.	Földrajzi régió – Geographic origin	Végző – Final SNP	Csoport – Group
IN92660	Erdély/székely – Transylvania, RO	N-FTB76284	N-L1442
118747	Erdély/székely – Transylvania, RO	N-FTB76284	N-L1442
IN77339	Bihar (Sárrét) – Bihar county, HU	N-FTB76284	N-L1442
185516	Bihar (Sárrét) – Bihar county, HU	N-FTB76077	N-L1442
B290155	Zemplén – Zemplén county, HU	N-FT178612	N-L1442
386032	Tatár föld – Tatarstan, RU	N-Y136653	N-L1442
220737	Baskíria – Bashkortostan, RU	N-Y136653	N-L1442
IN139490	Cegléd (Pest) – Pest county, HU	N-BY36563	N-L1442
249571	Baskíria – Bashkortostan, RU	N-BY36563	N-L1442
235476	Baskíria – Bashkortostan, RU	N-Y23733	N-L1442
K1886	Baskíria – Bashkortostan, RU	N-Y77298	N-L1442
310325	Baskíria – Bashkortostan, RU	N-Y77298	N-L1442
189310	Burgenland – Burgenland, AT	N-FTH86763	N-L1442
N31879	Erdély/székely – Transylvania, RO	N-PRX37	N-B545
MI25824	Baskíria – Bashkortostan, RU	N-FTC5500	N-B545
MI25828	Baskíria – Bashkortostan, RU	N-FTC5500	N-B545
K1913	Baskíria – Bashkortostan, RU	N-Y53745	N-B545
SI13090	Baskíria – Bashkortostan, RU	N-Y53745	N-B545
IN119319	Vas (Őrvidék) – Vas county, HU	N-FTD37776	N-B545
MI63370	Ipoly-Hont – Ipoly river, HU	N-FTH83707	N-Y597072
MI63372	Ipoly-Hont – Ipoly river, HU	N-Y597076	N-Y597072
1031452	Abaúj-Torna – North-East Hungary	N-PH1896	N-PH1612
BP82747	Dagesztán, avar – Dagestan, RU	N-PH1896	N-PH1612
IN44567	Nyírség – Szabolcs county, HU	N-Y55488	N-PH1612
SI16282	ÉNy-Törökország – NW Turkey	N-F19724	N-PH1612

Az FTDNA elsősorban egyéni családfakutató megrendeléseket szolgál ki a világ minden részéről, de számos kutatócsoport is végeztet itt méréseket. Az FTDNA elsődleges

célja a leszármazási ágak szerkezetének, a fontosabb csomópontoknak a meghatározása, és a csomópontokból kiinduló ágak pontos feltérképezése. Eredményei tehát statisztikai szempontból korlátozott információt hordoznak. Számos egyedi minta nem is értelmezhető történelmi összefüggésben. Mi az ábráinkon mégis feltüntetjük ezeket a találatokat, elkerülendő azt a feltételezést, hogy válogatunk az adatok között.

A méréseken túl két fontos szolgáltatást is nyújt az FTDNA. Egyrészt a korszámítást, amely SNP és STR vegyes alapú, valamint az egyes alágakon megfigyelt egyéni SNP-k számán alapszik. Az FTDNA másik nagy előnye, hogy gyakran feltöltük az adatbázisába a tudományos projekteken kinyert DNS-adatokat. Így egy helyen, összefüggésben láthatók az eredmények, például a magyar őstörténet szempontjából kulcsfontosságú Ujeltől származó minták is.

Az apai vonalak vizsgálatára koncentrálunk, mert a genetikai és a társadalomtudományi eredmények egyaránt azt jelzik, hogy a korai társadalmak igen gyakran apai vonalak mentén szerveződtek. Nem véletlen, hogy az Árpád-ház eredetét Y-kromoszóma vizsgálattal állapították meg (Nagy és mtsai 2020).

Továbbá, véleményünk szerint a történelmi genetikában is van létjogosultsága a valószínűségi megközelítésnek. Ha például egy dobozban 100 golyó van, amelyek fehérek vagy feketék lehetnek, és 10 véletlenszerűen kihúzott golyó mind fehér, akkor azt valószínűsítjük, hogy a dobozban a golyók nagy többsége fehér. Ugyanígy nehéz véletlen egybeesésnek tekinteni, hogy a helyi hagyomány a Közép-Dnyeper mentén őrizte meg Álmos nagyfejedelem nyári szállásterületét, éppen ott, ahol a régészeti leletek alapján Etelköz központja lehetett.

Azaz megkülönböztetjük az érveket a bizonyítéktól, és figyelembe vesszük az érvek erősségi fokozatai közötti különbségeket is. A valószínűségi megközelítés következménye, hogy a bináris, eldöntendő kérdések helyett a korreláció és tendencia fogalmát részesítjük előnyben. Az természetesen eldönthetetlen, hogy egy 1000 évvel ezelőtti sírban eltemetett személy milyen anyanyelvű volt, de az a kérdés már vizsgálható, hogy egy haplocsoport előfordulási gyakorisága hogyan korrelál a nyelvészeti adatokkal (Németh és Szeverényi 2024).

Elsősorban a vizsgált időszak határozza meg, hogy a történelmi genetika mellett melyik társadalomtudomány játssza a fő szerepet a transzdiszciplináris kutatásokban. A történelmi források által jól megvilágított korszakokban a történelem, távolabbi időszakokban a régészet, a még távolabbi időszakokban a történelmi-összehasonlító nyelvészet eredményeivel próbáljuk inkább összevetni az azonosított demográfiai folyamatokat.

A történelmi-összehasonlító nyelvészet az egyetlen olyan tudományág, amely a történelmi genetikával összemérhető időmértékben képes megbízhatóan követni a változásokat. Másodsorban azért is fontos számunkra a nyelv, mert azt valljuk, hogy a nyelv toronymagasan kiemelkedik a kulturális jelenségek sorából, az emberi létezés lényegéhez tartozik, „*soha nem jutunk el a nyelvtől elválasztott emberig*” (Benveniste 2006).

Eredmények

Nemzettség, ágazat, törzs

A genetikai adatok alapján az apai vonalú leszármazási vonalaknak kiemelt jelentőségük van az uráli nyelvű népek történetében (Tambets és mtsai 2018). A biológiai észrevétel mögött minden bizonnyal egy, a korai társadalmakra jellemző társadalomszerveződési elv áll. Ez az elv pedig a nemzetiség intézménye. A nemzeti szervezettek a korai társadalmak legszilárdabb társadalmi egységei, amelyek az ágazatok

és a törzsek között helyezkednek el (Bodrogi 1997). A frátria és a horda kívül esik jelenlegi vizsgálatunk tárgyán.

Apai vonalú leszármazás esetén az ágazat egy férfi őstől származó, néhány nemzedékig terjedő, pontosan nyilvántartott rokonsági kört jelent (Bodrogi 1997). Az ágazat tiszta formájában exogámiával párosul, ahol a házasság tabu az ágazaton belüli nővel. Az ágazati exogámia biológiai funkciója nyilvánvalóan a „vérfrissítés”, a rokonházasságokból eredő egészségügyi kockázatok csökkentése. A törzs olyan embercsoport, amelyik egy helyen él, egy nyelven beszél és kultúráját valamilyen egyneműség jellemzi (Bodrogi 1997). A törzs méretétől függően a törzsre jellemző házassági szokások az endogámia vagy az exogámia felé hajlanak.

A nemzetségek véleményünk szerint sok esetben az ágazatokból nőttek ki. Az exogámia és a közös ős ugyanis szintén jellemző a nemzetségekre, de a közös ős már olyan távoli, hogy az sokszor a mitikus ködbe vész. A közös ős hagyományosan egy alapító atya vagy egy totemállat. A tudományos életben a nemzetségek közös ősére fiktív ősként tekintünk. A mi kiegészítésünk ezen a téren annyi, hogy a biológiai adatok alapján egy nemzetségen belül gyakran létezik egy domináns apai vonal, egy főág, amelyhez láthatóan a többi kisebb ág csatlakozott. A csatlakozás valószínűleg legalább részben úgynevezett nem apai események révén (örökbefogadás, erőszak, megcsalás stb.) történhetett. A nemzetség intézménye mindenesetre időben változó, dinamikus rendszer. Ágazatból alnemzetség, alnemzetségből nemzetség nemzetségből törzs válhat az idő múlásával.

A nemzetségeket az exogámián kívül néhány más szokás is összeköti. Ezek a szokások azonban kultúránként eltérőek lehetnek. Az obi-ugoroknál ilyenek például a közös ős, a nemzetség neve, a nemzetségi temető, a nemzetségen belül használt személynevek és a vérbosszú (Csernyecov 1949). Külön figyelmet érdemelnek a nemzetségi tamgák, amelyek esetünkben a nemzetségi totem-őst ábrázolják és nemritkán magukra is tetoválták az obi-ugorok. Az első néprajzi vizsgálatok is megerősítik a nemzetségi szervezet fontosságát az obi-ugor társadalmakban. Castrén, az uralisztika atyja, így tudósít az 1840-es évekből: „*Az osztályok a szamojédekhez hasonlóan egy sereg kis nemzetségből állnak ... vannak olyan nemzetségek, amelyek száz vagy ezer személyből állnak, olyanokból, akik már nem tudják az egymás közti rokonságot meghatározni, de mégis rokonnak tartják magukat...*” (idézi Csernyecov 1949).

Minden jel arra mutat, hogy az obi-ugorokkal való nyelvrokonság hátterében is egy, a távoli múltba mutató valós rokoni kapcsolat áll, amely az N-B539 alcsoportban ölt testet. Egy i. e. 2050 körül született ősapa valóban összeköti a mai magyar és obi-ugor apai vonalakat. Ezt a kitüntetett ősapát „Ugor Ábrahámnak” neveztük el.

A honfoglalás és az ugor apai vonalak

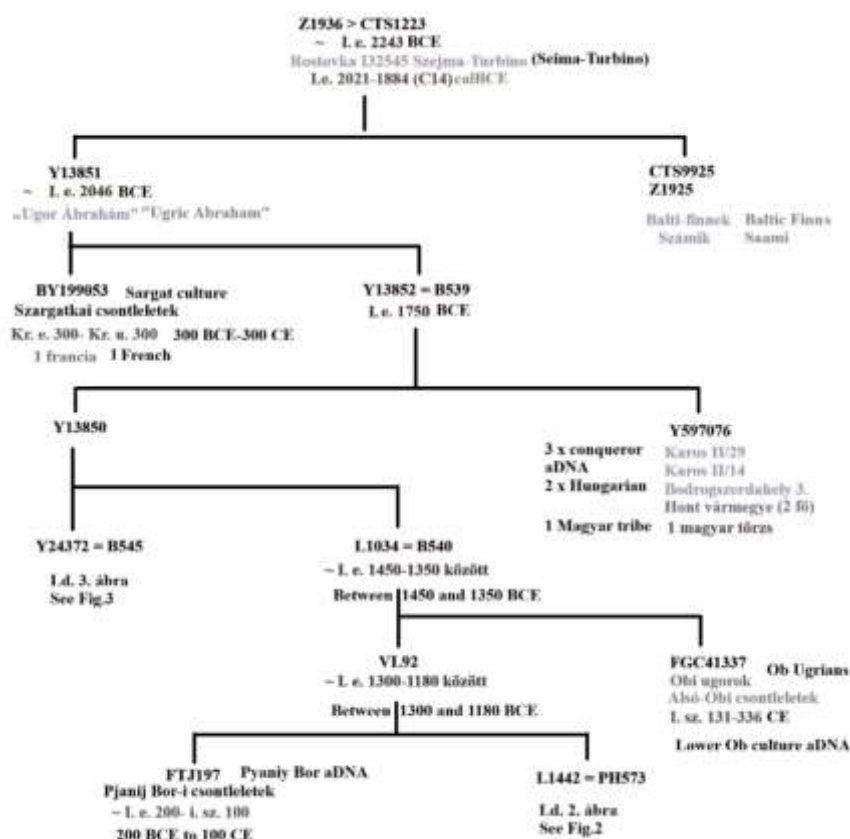
Az Ugor Ábrahámától induló apai vonalak vizsgálata nemcsak azért fontos, mert demográfiai értelemben ezekre a vonalakra épült rá a magyar népesség a korai magyar történelemben. A honfoglaló elit jelenleg elérhető adatai alapján úgy tűnik, hogy Ugor Ábrahám leszármazottai kivételével csak az N-PH1612, a G2a és az I2a haplocsoportokban figyelhető meg valamilyen rendszer vagy értelmezhető mintázat. A genetikai tanulmányokban egyes köznépként jelzett temetők germános hatást mutatnak (pl. Ibrány-Esbó-Halom, Püspökladány-Eperjesvölgy).

Értelmezhető mintázat alatt azt értjük, hogy (a) a haplocsoport bizonyos alcsoportjai ismétlődnek a honfoglaló mintákban, (b) ezek az alcsoportok történelmileg értelmezhető időn belül váltak el egymástól, (c) és a mai magyarok között is megtalálhatók. Például a Magyarhomoróg-könyadombi temető, 23-as sírjában nyugvó, D-haplocsoportoz tartozó, belső-ázsiai származású férfi (Maróti és mtsai 2022) egy szál magában áll, bárminemű

rokonság nélkül a honfoglalók és a mai magyarok között. De ugyanígy nem látjuk a mai magyarok között a C-haplocsoportoz tartozó „Bene vezér” nyomát sem (Fóthi és mtsai 2020).

Az Ugor Ábrahámtól induló apai vonalak öt nagyobb ágra bomlanak. Egy majdnem kihalt ág (BY199053) a szargatkai kultúrában élt, egy az obi-ugorokra jellemző (N-FGC41337), három pedig a mai magyarokra. A három magyar alcsoport azért nővum, mert idáig csak két csoportról tudtunk, az N-B540-ról és az N-B545-ről (Post és mtsai 2019).

Ez a harmadik ág, az N-Y597076 igen ritka, és így reményeink szerint igen informatív lesz a jövőbeli kutatások számára. Ezen az ágon az új teszteknek köszönhetően megtaláltuk a Karos II/29-es elit honfoglaló személy ma élő közvetlen apai leszármazottját az Ipoly menti Letkés településen. Az 1. ábrán látható fastruktúra alapján kimondhatjuk, hogy az obi-ugorok és magyarok nem szétváltak, hanem valamikor i. e. 1450 és 1350 között a későbbi obi-ugorok ősapja kivált az ugor közösségből, míg a másik három ág (a későbbi magyar törzsek ősei) együtt maradt.



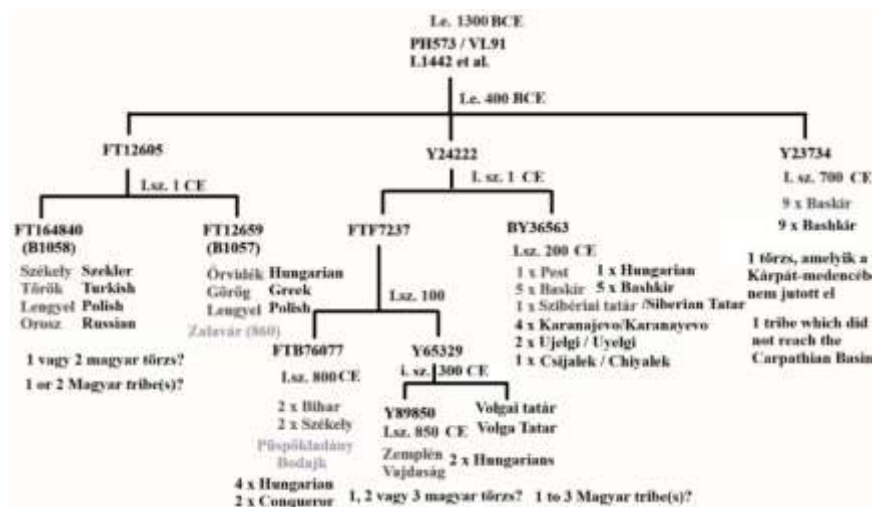
1. ábra: Az ugor apai leszármazás korai szintjei.
Figure 1: Early branches of Ugric paternal descent.

Mivel a mostani kutatási projektünkben azonosított N-Y597072 markert nem ismerték, nem is mérték idáig, potenciálisan azok a minták kerülhetnek ebbe a kategóriába, amelyek

az N-B539 markerre pozitívak, az N-B540 és N-B545-re pedig negatívak voltak. Érdekes a földrajzi előfordulása ennek az csoportnak. A honfoglaló minták egy mikrorégióban található Északkelet-Magyarországon. Három minta tartozik az új csoportba: Bodrogszerdahely 3. sír, Karos-Eperjesszőg II/14, Karos-Eperjesszőg II/29.

Ugor Ábrahám leszármazottai közül a legnagyobb arányban a mai magyarokban az L1034>Y24222 alcsoport található meg. A honfoglalók között a püspökladányi 95. sírban (Maróti és mtsai 2022), és Székesfehérvár körzetében a bodajki 96. sírban (2. ábra). Több mélyebben mért karajakupovói kultúrájú és ujelgi minta is ebbe az alcsoportba tartozik (Gerber és mtsai 2024, Gyuris és mtsai 2025).

Talán a csoport nagyobb lélekszáma miatt ez a csoport mintha kijelölné a magyar vándorlás útvonalát. Ma is élnek e csoport tagjai a szibériai tatárok között, és Szamarában, ahol feltehetően a magyarok átkeltek a Volgán (Türk 2025). Tatársztánban pedig Kulle-Kimiből és Kugarcsinóból ismerünk recens mintát. Kugarcsino település azért is érdekes számunkra, mert a Káma partján fekszik, a magyar őstörténetből jól ismert Csisztopollal szemben. 1983-ban a Káma-torkolat környékén, egy csisztopoli temetőben magyar vonatkozású sírkövet találtak a kutatók.



2. ábra: Az N-L1442 alcsoport struktúrája.

Figure 2: Structure of the N-L1442 subgroup.

Ennek a csoportnak az is érdekessége, hogy egy L1034>Y24222 alcsoportba tartozó, 780 körül született férfinak 4 leszármazottja él a mai magyar népességben: kettő Biharban (Magyarhomoróg és Szentpéterszeg), kettő pedig Székelyföldön. Mintha ennek az egyetlen férfinak a leszármazottai is szépen illusztrálnák, hogy a székelyek egy része Biharból telepedett át a mai Székelyföldre (2. ábra).

A genetikai adatok azonban azt is mutatják, hogy a székelyek több különböző területről származnak. (A székely nyelvjárások arra utalnak, hogy az ország különböző területeiről érkeztek magyar nyelvű csoportok a mai Székelyföldre). A legizgalmasabb kétségtelenül az L1034>FT12605 alcsoport, amelybe egy 860 körül, a Kárpát-medencében elhunyt zalavári mint tartozik (Gerber és mtsai 2024). Ez az alcsoport ugyanis ma a székelyek között, és egy Ausztriában, Burgenlandban (Örvidék) élő magyarban található meg.

Az alacsony mintaszám ellenére is megfogalmazhatunk egy egyelőre gyenge lábakon álló, mégis reális hipotézist. Ez az alcsoport is valahogy a székelyekhez kapcsolódik, hiszen a középkori Magyarországon a székelyek a keleti és nyugati határvidéken is védelmi feladatokat láttak el. Ez az egyelőre igen halvány nyom új megvilágításba helyezheti a kettős honfoglalásként elhíresült elméletet. A genetikai adatok ugyan nem támasztják alá, hogy az avarok magyar nyelvűek lettek volna, de azt igen, hogy a honfoglalás előtt, Etelközből kisebb magyar csoportok már beszivároghattak a Kárpát-medencébe.

Egy másik nagyon érdekes alcsoport az N-B545 alcsoport. Az N-B545 ritkasága miatt is kifejezetten informatív alcsoport, hiszen az obi-ugorok génállományából nem ismert, és csak a baskírok, és a volgai tatárok génállományából ismertük a közelmúltig. Tehát az N-B545 már magyar gyanús migrációs marker (3. ábra).



3. ábra: N-B545 alcsoportba tartozó minták.

Figure 3: Samples in subhaplogroup N-B545.

Nem meglepő tehát, hogy 2024-ben nagyobb arányban mutatták ki az N-B545 alcsoportot a mai szibériai tatár népességből az Irtis mentén, Tobolszktól kissé keletre (Ponomarjov és mtsai 2024), és idén pedig egy középkori szibériai tatár mintában a Tobol folyó mentén (Gyuris és mtsai 2025). Valószínűségi megközelítésünk alapján figyelemre méltó, hogy a magyar őstörténettel foglalkozó kutatók egyetlen középkori mintát (15. század) gyűjtöttek a Tobol mellékéről, és az pont ebbe a ritka, magyarokra jellemző alcsoportba esett.

A legújabb kutatások, teljesen más módszerrel (IBD) is pont ebben a régióban, a szargatkai kultúra késői, Tobol menti változatában találták meg a magyarok elődeit (Gyuris és mtsai 2025). Láthatóan egy régióból, a Tobol és a Közép-Irtis vidékéről gyűlnek a korai magyarokra utaló genetikai adatok. Az archeogenetikai adatok tehát térben és időben kijelölik az Urál-vidék előtti magyar szállásterületet, amelyet a középkori és mai adatok annyival egészítenek ki, hogy a magyar népesség egy része helyben maradt. Úgy néz ki, az archeogenetikai összefüggések megerősítik Olekszij Komar korábbi felvetését, amely szerint a Kézai Simon által az őshaza egyik nagy folyójaként leírt Togora a Tobol lehetett (Komar 2018, 26).

Visszatérve a honfoglalás korába, az N-B545 Baskíriában a Jurmat (N-FT179291), az Elan (N-FT5500) és a Min (N-Y49419) törzsek meghatározó alcsoportja, és valószínűleg Ujélgi régiójában pedig a Bikatin törzs tartozik még ide (Abszaljamova és mtsai 2024). A három baskír csoportot az i. sz. 3. századra datálható N-BY51877 mutáció köti össze, illetve választja el a két magyar N-Y24378 mintától. A Jurmatokat tartalmazó baskír ágban a baskírok és a mai magyarok időbeli elválása az i. sz. 1–2. századra datálható. Bár a 9. századi honfoglaláshoz képest ez jelentős időbeli távolság, a törzsi-nemzetségi identitás hét-nyolc évszázados fennmaradására Kazahsztánban van példa, a kicsi zsűsz Alau Emírtől származik (Zhabagin és mtsai 2021, 3. táblázat).

A B545 alcsoport másik ága (N-PRX35) megtalálható a Kaukázusban, azon belül is Csecsenföldön, valamint a Székesfehérvár környéki honfoglaló temetőkből, Sárbogárdon, a 137. sírban, (Gerber és mtsai 2024), és Biharban, Sárretudvari 5. sírjában (Maróti és mtsai 2022). Nehéz másra gondolni, mint arra, hogy a szavárd magyarok nyomát találtuk meg, bár elvileg nem lehet kizárni későbbi mozgásokat sem a Kaukázus és Baskíria között. Mindenesetre az egyik N-PRX35 csecsen és néhány magyar a DNS-óra alapján egyaránt egy 715 körül született személy leszármazottja. Tehát azt kell feltételeznünk, hogy a szavárd magyarok valamikor 715 után váltak ki a nyugatra tartó magyarok köréből és azt is, hogy számszakilag jóval kevesebben lehettek, mint akár az Urál-vidéken maradt vagy az etelközi magyarok.

Elgondolkodtató, hogy ezen eset kivételével az apai vonalak tekintetében időben rendre jóval korábbi elválást találunk a mai baskírok/tatárok/csuvasok és magyarok között, mint a régészeti eredmények alapján reális lenne. Elvileg kétféleképpen is feloldható ez a paradoxon. Vagy nincsenek azokból a régiókból mélyen mért baskír mintáink, ahonnan a magyarok elindultak nyugatra az Urál-vidékről. De azt sem lehet kizárni, hogy az apai vonalak mentén szerveződő társadalmakban a politikai tagoltság kialakulása jóval megelőzte a „hétmagyar” elvándorlását.

3. táblázat. A mai magyar minták legközelebbi Volga-Káma-vidéki genetikai kapcsolatai.
Table 3. Time of separation of contemporary Hungarian samples from the closest relatives in the Volga-Kama region.

Mutációs lánc (alcsoport) – Mutation chain (subgroup)	Genetikai párok elválása – Separation of genetic pairs
N-B539>B540>L1442>Y24222>BY36563	~ i. sz. 100–200 – 100–200 A.D.
N-B539>B540>L1442>Y24222>Y65329	~ i. sz. 1–100 – 1–100 A.D.
N-B539>B545>Y24378>Y24374	~ i. sz. 100 – 100 A.D.
N-PH1612>A9416>Y55488	~ i. sz. 50 – 50 A.D.
R1a-SUR51 (Árpádok vs. baskír Tamjan törzs – Árpád dynasty vs. Bashkir Tamjan tribe)	~i. sz. 200 – 200 A.D.

Egy szóval, biztosan jelez valamit az a visszatérő mintázat, ami szerint a Baskíriában maradt ősmagyar csoportok és a honfoglaló elődei Kr. u. 1–2. században különültek el, de nem világos, hogy ez mit takar. Elképzelhető például, hogy a baskíriai magyarok zöme korábban lépte át az Urált, és a honfoglalók elődei Etelközbe közvetlenül az Urálon túlról, a mai Cseljabinszk környékéről vándoroltak be a 8. vagy a 9. században egy viszonylag rövid északnyugat-baskíriai tartózkodás után. Nincs okunk azonban azt feltételezni, hogy Kelet-Tatársztán és Északnyugat-Baskíria kimaradt volna a vándorlási útvonalból. A Jenő és a Jurmat törzsek szétválása minden bizonnyal ezen a területen következett be. A Jurmatok is ebből a régióból vándoroltak le délre a 15. században (Róna-Tas 1996, 332 oldal).

Tovább árnyalja a képet, hogy a genetikai alapú IBD sharing vizsgálatok időben jóval közelebbi kapcsolatokat mutatnak az Ujalgiből származó és egyes honfoglaló minták között. A 10. század eleji szakonyi honfoglalók és a nagyjából egy időben élt ujalgiek közötti értékeket, a közös IBD szegmens teljes hosszát nem lehet automatikusan évszámokra váltani, de az reális feltételezés, hogy hatod fokú (kb. 150–200 év) rokonság állhat fenn egyes szakonyi honfoglalók és az Ujalgiben eltemetettek között (Gyuris és mtsai 2025).

A honfoglalás és a nem ugor eredetű apai vonalak

Térjünk most át a másik három rendszert alkotó haplocsoport elemzésére. Mielőtt ezt megteesszük, vessünk egy pillantást a mai baskír génállományra. A három leggyakoribb haplocsoport a baskírok között, növekvő sorrendben az R1b-M269, az N-B539, és végül a legnépesebb az R1a-Z93 (Ponomarev és mtsai 2024).

A baskír R1a-Z93 nagy többsége azonban az R-Y5977 alcsoportba tartozik (FamilyTreeDNA Discover - Y-DNA Haplogroup R-Y5977), amelyik hiányzik a honfoglalókból és a mai magyarokból. Ami nem meglepő, ha figyelembe vesszük, hogy ennek a baskír alcsoportnak az alapító ősapja a DNS-óra szerint Kr. u. 862-ben születhetett. Tehát egy olyan időpontban, amikor a honfoglaló magyarok elődei már eljöttek az Urál-vidékről.

Ugyanígy a harmadik leggyakoribb baskír alcsoport, az eredendően proto-indo-európai (afanaszjevói) migrációkból Szibériában maradt R1b-KMS60 alcsoport ősapjának a születési idejét Kr. u. 950 körülre becsülhetjük (FamilyTreeDNA Discover - Y-DNA Haplogroup R-KMS60). A baskírok között előforduló másik R1b alcsoport, a kazah kipc sakok között jellemző R1b-M73>L1433, ami Kárpát-medencei csontleletekből egyelőre nem került elő, és a mai magyarok között elvétve felbukkanó alcsoport inkább kun eredetű lehet.

Összességében elmondható, hogy a Baskíria területén közvetlenül a magyarok elvándorlása után fontos demográfiai folyamatok kezdődtek. Néhány R1a-Z93 és Urál-vidékről származó R1b minta megjelenik ugyan a honfoglaló elitben, de sem számosságban, sem struktúrájában nem utalnak, nagy összefüggő tömbökre.

A legfontosabb nem ugor eredetű csoport a honfoglaló génállományban az N-PH1612. Ez az alcsoport szinte biztosan az Urál-vidéken csatlakozott a magyar törzsszövetséghez, mert ez a baskír Jenei törzs vagy nemzetség domináns alcsoportja, de más baskír törzsekből, és általában véve Európából is gyakorlatilag hiányzik, a mai magyar génállományban is csak szórványos a jelenléte. Az N-PH1612 alcsoport végső soron a Bajkál-tó vidékéről származik, és a közép-szibériai jakutok távoli apai unokatestvére. A Tobol és Irtyis menti szórványos N3a2 előfordulások más alcsoportba tartoznak.

A friss kutatások szerint az Aba nemzetség is ebbe az alcsoportba tartozik (Varga és mtsai 2024). Ennek alapján reális feltételezés, hogy az Aba nemzetség eredendően a Jenő törzshöz tartozott. A genetikai eredményekkel összhangban a krónikás hagyomány megőrizte az Aba nemzetség csatlakozott státuszának emlékét. Érdekes módon mindkét ismert mai magyar minta Északkelet-Magyarországról került elő (Tornaszentjakab, illetve Nyírkáta), ahogy egy karosi (I/1.) és tuzséri (6. sír) honfoglaló lelet is. Ugyanakkor az N-PH1612 csontleletek inkább a Dél-Alföldön sűrűsödnek (Örménykút 52/50; Algyő 92, Kiskundorozsma 500, Szeged I19073), de recens mintát ezen régiókból nem ismerünk.

A fent leírt N-PH1612 haplocsoport kivételével jelenleg úgy tűnik, hogy csak szórványosan csatlakoztak más apai vonalak az Urál-vidéken a honfoglaló magyarok elődeihez. Egyedül a G2a-L1264 alcsoport esetében merül föl, hogy az már az Urál-vidéken, esetleg már Cseljabinszk környékén belépett a magyar génáramba, mert a Kr. u. 10. századból ismerünk egy G2a-L1264 mintát Ujelgiből. (A nyers adat alapján FTDNA-mérés a publikáltnál két szinttel mélyebbre, L1266 alatt L1264-ra is pozitívnak mérte az ujelgi mintát). A G2a-L1264 alcsoport végső soron kaukázusi eredetű. Tehát a sokat kutatott kaukázusi kulturális hatás elvileg érthette a honfoglaló magyarok elődeit már az Urál-vidéken is.

Az alapvetően északnyugat-kaukázusi nyelveket beszélő népekre (abház, adige, cserkesz) jellemző G2a-L1264 csoport két ízben fordul elő Ujelgiben (I19118, Ujelgi 4), valamint több honfoglalóban is (Homokmégy 50 és 231, Balatonújlak I19076).

Ugyanakkor óvatossá kell lennünk e tágabb csoport tekintetében a belső struktúra mélyebb ismerete nélkül, mivel hun (Fonyód 4), szarmata (Rákoscaba 211) és dél-oroszországi szkíta csontleletekben is előfordul. Egyelőre nyitott kérdés, hogy az Urálon túl csatlakozott-e nagyobb népesség a honfoglaló magyarok elődeihez.

A karosi elit honfoglaló testvérek (II/16, II/52, III/12) az YFull mutációs besorolása alapján az I2-Y195015/FT254808 (I-Y195015 YTree) alcsoportba tartoznak. Ma élő ilyen minták Kijev környékén, valamint a Kazár Birodalom magterületének számító dél-oroszországi Sztavropol megye területén fordulnak elő, így feltételezhetjük, hogy a karosi elitet a magyarokhoz Etelközben csatlakozott keleti szlávok, esetleg kabarok alkották. Törzsi-nemzeti struktúráját azonban nem tudunk jelenleg felrajzolni, ez további kutatást igényelne.

Törzsek és alcsoportok

A honfoglaló törzsek genetikai azonosítása rendkívül nehéz, szinte reménytelen feladat. Ennek elsődleges oka az egyes honfoglaló temetők génállományának meglepő heterogenitása. Éles kontrasztot jelent azonban, hogy a legtöbb baskír törzsben mai napig kimutatható, egy – nem tudományos szóhasználatul élve – apai vonalú főág, illetve az is, hogy az egyes baskír törzsek szállásterülete ma is nagy vonalakban körberajzolható. Ha figyelembe vesszük, hogy a magyar vándorlás igen gyors volt, hamar elérték a Kárpát-medencébe az Urál vidékéről a magyarok, akkor ez a kontraszt még élesebbé válik.

Mindenesetre, a baskír párhuzamok alapján a Jenő törzs főágát az N-PH1612 alcsoportban, a Jurmat főágát pedig az N-B545 alcsoportban keressük. Ha feltételezésünk igaz, akkor a Jenő talán egy csatlakozott onogur csoport, a Gyarmat törzs viszont magyar eredetű lehetett. Más kérdés természetesen, hogy a törzsnevek milyen eredetűek. A baskír Jenej törzsnév lehet magyar vagy volgai bulgár eredetű is (Róna-Tas 1996, 332). A baskír Jurmat viszont már csak a volgai bulgárból való átvétel esetén köthető össze a magyar Gyarmat törzsnévvel (Róna-Tas 1996, 332).

Az N-Y597076 alcsoportból két személyt ismerünk a Kárpát-medencében. Mind a ketten egy településen, Letkésen, az Ipoly mentén laktak. A mérések alapján azonban távoli rokonok, közös ősiük nagyjából i. sz. 700-ban élt. Nagyon valószínűtlen, hogy 1300 év alatt nagyon eltávolodott a két ág egymástól, és utána éppen ugyanabba a faluba érkeztek meg. Sokkal valószínűbb, hogy egy darabig együtt mozogtak, majd egy mikrorégióban maradtak. Letkés 1599-ben, a török időkben „elnéptelenedett”. Ezért érdekes, hogy Ipolykeszi Letkés közvetlen szomszédságában fekszik, és az Ipoly mentén összesen négy Keszi nevű település is található: Ipolykeszi, Ipolykiskeszi, Keszihóc vagy Dacsókeszi és Kőkeszi. Berta Árpád turkológus megfigyelése szerint a Keszi töredéket jelent (Berta 1989). Ez az értelmezés összeegyeztethető az N-Y597076 alcsoport töredékes előfordulásával az N-B539 alcsoporton belül. Mindez természetesen nem bizonyítja, hogy a Keszi törzs főága az új, N-Y597076 alcsoportba tartozna, de mint lehetőséget meg kell említenünk.

Annyit mondhatunk, hogy a legnépesebb ugor alcsoportból, az N-L1442-ből szintén kikerülhetett egy vagy több törzs főága. Tehát a törzsnevek eredetétől függetlenül legalább még egy magyar eredetű törzsszel kell számolnunk. Azaz legalább három magyar eredetű törzset feltételezhetünk a honfoglaló törzsszövetségben. Valószínűbb azonban, hogy több magyar törzs is lehetett, hiszen az N-L1442 és az N-B545 alcsoport is igen korán különböző ágakra bomlott. Esetleg érdemes lenne megvizsgálni, hogy a tíz Szent István-kori püspökség és a tíz honfoglaló törzs (7 magyar + 3 csatlakozott) szállásterülete között lehet-e összefüggés, mert a nyugat-európai egyházszervezési szokások alapján ez nem lenne példa nélküli.

Közelítések az Árpádok eredetével kapcsolatban

Az Árpádok eredetével kapcsolatban két kiemelkedő tanulmány született az elmúlt években. Egyfelől B. Szabó János és Sudár Balázs arra a kérdésre keresték a választ, hogy Ügyek, Álmos apja lehetett-e valós történelmi személy (B. Szabó és Sudár 2017). Amennyiben igen, akkor valószínűleg komoly szervezési és államigazgatási tapasztalatokkal rendelkezhetett, mert az Árpádok politikai teljesítménye kiemelkedő volt a kor viszonyai között. A kutatók szerint ennek a speciális államszervezési tudásnak a forrása lehetett az Ujgur Kaganátus. Az Ujgur Kaganátus Kr. u 840-ben bekövetkezett bukását követő ujgur és oguz szétvándorlás legalábbis lehetővé teszi térben és időben ezt a kapcsolatot. Az utolsó ujgur fejedelmet, Ügét 846-ban ölték meg az Altaj hegységben.

Az Árpád-ház genetikai vizsgálata során pedig az derült ki, hogy az Árpádok legközelebbi kapcsolatai apai vonalon Baskíriába (Nagy és mtsai 2022), azon belül pedig döntően Aszkorovo környékére, a baskír Tamjan törzs vagy nemzetség szállásterületére vezetnek (Abszalamova és mtsai 2024). A baskírok között megtalálható Tamjan nemzetség főága egyetlen ősapától származik, aki Kr. u. 950 (Yfull becslés) élt. Az FTDNA-becslése alapján azonban Kr. u. 1200 körül élt.

A történészek ötlete és a genetikai eredmények látszólag merőlegesen egymásra, de néhány észrevétel miatt mégis érdemes együtt vizsgálni őket. Egy baskír monda szerint Aszkorovo környékén valaha magyarok és ujugrok éltek (Abszalamova és mtsai 2024). Egy meglehetősen kétes forrás még meglepőbb párhuzamot kínál, miszerint a Tamjan nemzetség ősapja Tat-Ugek volt (Abszalamova és mtsai 2024). Azaz egy olyan névvel rendelkezett, amely meglepően hasonlít a magyar hagyományból ismert Ügyek névre. További puha párhuzam, hogy az eredetmondák szerint a Tamjan törzs az Altajból érkezett, és sokáig elkülönült a baskíroktól (Kuzeev 2010). További vizsgálatra érdemes, hogy a magyar Tarján és a baskír Tamjan törzsnevek között lehetséges-e bármilyen kapcsolat, Berta Árpád szerint ugyanis az Árpádok törzse a Tarján lehetett (Berta 1989). Végül pedig az, hogy a magyarok ismerték a manicheizmust, érthetővé tenné, hogy egy ujgur manicheista csoport a magyaroknál keresett, és talált menedéket.

Témánkhoz tartozik még, hogy Menzelinszktől délre, ahol tételeken említik a magyarokat a baskír hagyományok (Abszalamova és mtsai 2024), Északkelet-Tatársztánban, a Muszljumovói járásban van egy Tamjan nevű település. Illetve a Belaja folyókban, Meleuz járásban is található egy Tamjan nevű település. Tehát a helynév adatok legalábbis lehetővé teszik, hogy a „hétmagyar” és valamelyik Tamjan csoport vándorlási útvonala keresztezte egymást.

A szikár történelmi tényekhez visszatérve azonban csak annyit mondhatunk, hogy a 10. században a kimek törzsszövetségben, a Kazak-steppe északnyugati részén élt egy jugur (<ujgur) eredetű csoport (Vásáry 2008, 84). A kutató azt is valószínűsíti, hogy a kimek törzsszövetségben feltűnő oguz törzsnevek a 840 utáni ujgur szétvándorlás során kerülhettek Belső-Ázsia nyugati felébe. Magyarán az Árpádok eredetmondájának, pontosabban a Turul-monda oguz párhuzamai (Sudár 2017) nem állnak ellentétben az Árpádok esetleges Ujgur Kaganátusból való származásával.

A belső-ázsiai csoportok honfoglaló magyarokhoz történő csatlakozását megerősíti, hogy Fóthi Erzsébet a honfoglaló elit apai vonalait három régióba vezette vissza, amelyből az egyik Belső-Ázsia, a Bajkál-tó vidéke. Karos-Eperjesszőg II/60-as sírjában fekvő egyén is ez utóbbi körbe tartozik. Az ebben a sírban nyugvó személy azért érdekes, mert a kutatók szerint az általa képviselt apai vonal igen gyorsan érhetett el az Altaj-vidékről a Kárpát-medencébe (Fóthi és mtsai 2020). Szintén belső-ázsiai apai vonalat képvisel a korábban említett D-haplocsoportba tartozó honfoglaló és a ladánybencei „Bene vitéz” (Maróti és mtsai 2022) is.

Következtetések

A magyar etnogenezis egyik fő kérdésköre, hogy mikor és hol éltek őseink, milyen szállásterületeken keresztül érkeztek a magyarok a Kárpát-medencébe. Hol volt az Urál-vidéken a magyar szállásterület, hol volt az ugor és az uráli őshaza? Ezekre a kérdésekre egyre megbízhatóbb választ kaptunk az elmúlt években.

A legújabb kutatások alapján az Urál-vidéki őshazát a karajakupovói kultúra testesíti meg. A kutatók azt is megállapították, hogy a karajakupovói kultúra lakossága döntően a szargatkai kultúrából származik, amely ugor vagy magyar komponensét számos kutató már korábban is feltételezte (Koryakova és Epimahov 2007). A szargatkai kultúra jelentőségét nehéz túlbecsülni a magyar őstörténetben, mert fennállása hosszabb volt, mint az eddigi kárpát-medencei magyar jelenlét. A hun hagyományt is más megvilágításba helyezheti a szargatkai kultúra, mert a régészeti leletek alapján a Kr. e 3. században a Tobol és Irtis között élő szargatkaiak békés viszonyban éltek az ázsiai hunokkal (Koryakova és Epimahov 2007, 311).

Az omszki régiót pedig szabályosan körülbástyázzák az ugor és a magyar őshazára utaló jelek. Omszk környékén találták meg az archeogenetikuskok Ugor Ábrahám legközelebbi ismert őst és egyik közeli leszármazottját. Omszk közvetlen közelében, Bityában, a szargatkai kultúra területén találták meg az első N-B539 alcsoportozhoz tartozó mintát (Gnecchi-Ruscone és mtsai 2021), Rosztovkában pedig az N-B539 alcsoport legközelebbi ismert ősapját (Zheng és mtsai 2025, 4. táblázat). A rosztovkai minta a szejma-turbinói kultúrkörbe tartozik, azonban egyedi abban az értelemben, hogy a többi minta ugyaninnen más haplocsoportba tartozik. Azt kell feltételeznünk a mintáról, hogy eredendően valamelyik Rosztovkához közeli kultúrából származhat. A korai bronzkorban a krotovói, taskovo-loginovói, szuzguni és jelunyinói kultúrák uralták Omszk tágabb térségét. Tehát valamelyik felsorolt kultúrában érdemes keresnünk az ugor ősnépességet és az ugor őshazát. A szamuzsi genetikai adatok a permi finnugorok (komik, udmurtok) felé mutatnak, ami lehetővé teszi a permiek és az ugorok, illetve a korai magyarok közötti nyelvi érintkezéseket (3. táblázat, Csúcs 2021).

A másik nagy kérdéskör a magyar etnogenezisben, hogyan tudtak a korai magyarok integrálódni Európához, és hogyan tudták integrálni a már itt élő, többségben lévő népeket. Az első kérdés szempontjából a manicheista és a nesztoriánus keresztény stílusjegyeket hordozó tárgyak kiemelten fontosnak tűnnek. Európa keresztény áramlataira könnyebben csatlakozott rá egy olyan nép, amely legalább hírből ismerte Jézust. A manicheizmus jelentősége tovább növekedhet, ha a későbbi kutatások megerősítik, hogy a magyar államot megszervező Árpád-ház is egy manicheista csoportból származik.

A Kárpát-medence helyi lakosságával való együttélésre a magyarok egy teljesen más stratégiát alakítottak ki, mint az avarok. Az avarok évszázadokon keresztül elkülönültek az itt élőkől, a magyarok pedig az elejétől fogva keveredtek velük (Gnecchi-Ruscone és mtsai 2024). Az avarokról annyit érdemes még elmondani, hogy az avar elit feltételezhetően zsuán-zsuán eredetű rétege nem érte meg a honfoglalást, és mára látszólag teljesen kihalt a Kárpát-medencében (Fehér 2025).

Összességében a genetikai adatok azt mutatják, hogy a korai magyar társadalomban – ahogy népmeséinkben is – a ranglétrán való gyors felemelkedés lehetséges volt. Minden jel szerint az első magyar királyok, az Árpád-ház tagjai és Aba Sámuel csatlakozott népekből származtak. Ugyanígy a három karosi vezér is valószínűleg Etelközben csatlakozott a magyar törzsszövetséghez. A modern szociológiai kutatások szerint a társadalmi integráció egyik motorja, a teljesítményt felemelkedéssel jutalmazó társadalmi légkör.

Végezetül egy fontos kérdést nem kerülhetünk meg. Mivel magyarázható, hogy 3000 éven keresztül, az ugor kortól a honfoglalásig együtt maradt „Ugor Ábrahám” három leszármazottja. Ez az összetartozás akkor is megdöbbentő, ha magyarok maradtak a Tobol-Irtis folyók mentén és az Urál vidékén. Ekkora időintervallum még a kínai civilizáció történelmében is hosszúnak számít. A válasz bizonyosan több tényező és a jelenség hátterében kulturális és gyakorlati okok is állhatnak.

4. táblázat. A magyarok nyelvhordozó ősapáinak vándorlása (az időszakok szándékosan fednek át, mert a C¹⁴-es mérésekben és a mutációalapú kormeghatározásban is van látencia).

Table 4. Migration path and chronology of patriarchs carrying the ancestors of the Hungarian language.

Nyelvi/régészeti szakasz – Linguistic/archaeological period	Területi elhelyezkedés – Geographical location	Becsült időszak – Estimated chronology
Ugor őshaza – Ugric homeland	Omszki terület – Omsk region	i.e. 2050–1350 (B.C.)
Előmagyar őshaza – Pre-Hungarian homeland	Omszki terület (Szargatka) – Omsk region (Sargatka)	i.e. 1350 (B.C.) – i.sz. 300 (A.D.)
„Julianus magyarjai” – ”Julian’s Hungarians”	Baskíria (Karajakupovo, Csijalek) – Bashkiria (Karajakupovo, Csijalek)	i.sz. 100–1400 (A.D.)
Ősmagyarok (Karajakupovo) – Pre-Hungarians (Karajakupovo)	Cseljabinszk/Tobol/Ujelgi	i.sz. 300–850 (A.D.)
Honfoglaló magyarok – Hungarian conquerors	Etelköz (Szubbotyici-horizont – Subbotitsi-horizon)	i.sz. 850–895 (A.D.)

Egyfelől, valószínűleg egy olyan hiedelemvilágban éltek, amelynek kulturális középpontja erőteljes gravitációs vonzerővel rendelkezett. Másrészt, a gyakorlatban huzamos ideig egy jól körülhatárolt területen kellett élniük, mert a rendszeres vándorlás forgatagában biztosan szétváltak volna a mégoly összetartó nemzetségek is, és csatlakoztak volna mások is hozzájuk. Életmódjuk tehát nem lehetett nagyon mobil. Valamint ez a jól körbe határolható terület stabilan biztosította a szükséges erőforrásokat, elsősorban az élelmet. Társadalmukra olyan katonai-politikai berendezkedés lehetett jellemző, amely a kor viszonyai közt megvédte a társadalom integritását a külső támadásoktól.

Ha krónikáinkat nem szó szerint, nem kottaként, hanem dallamként értelmezzük, akkor az előbbieket kihallhatók Anonymus krónikájából: „soha semmiféle uralkodó hatalmának az igáját nem viselték”, „sok állatnak és elegendő ennivalónak a birtokosai”.

Köszönetnyilvánítás: A kutatást és a tanulmány megjelenését az Alapítvány a Kelet- és Közép-európai Kutatásért és Képzésért támogatta, enélkül a költséges nagy felbontású tesztek nem valósulhattak volna meg. Köszönjük Klima Lászlónak, Fóthi Erzsébetnek, Dimitrij Adamovnak, Ruttkay-Miklós Eszternek és Gugán Katalinnak a szakmai támogatást.

Irodalom

- Abszaljamova, J., Veress, A., Habibullin, E., Aszilguzsin, R., Sziráki, Zs., Fehér, T., Jávorszky, B., Németh, E. (2024): A keleti magyarok nyomai a baskír hagyományban. In: *Magna Hungaria nyomában – Baskírok és magyarok. Baskíria és a baskír nép szerepe a magyarok korai történetében*. Martin Opitz Kiadó, Budapest. pp. 181–199.
- Benveniste, E. (1966): De la subjectivité dans le langage. In: *Problemes de linguistique générale*. 1. Gallimard, Paris. pp. 258–266.
- Berta, Á. (1989): Új vélemény török eredetű törzsneveinkről. *Keletkutatás*, 1989 tavasz. 3–17.
- Bodrogi, T. (1997): *Mesterségek, társadalmak születése*. Fekete Sas Kiadó, Budapest. p. 446.

- Botalov, S.G. (2024). Kochevniki Yuzhnogo Urala i novye religioznye doktriny srednevekovykh imperiy Tsentral'noj Azii (Nomads of the Southern Urals and new religious doctrines of medieval empires of Central Asia). *Arkheologiya Evraziyskikh Stepey*, (6): 271–289. DOI: <https://doi.org/10.24852/2587-6112.2024.6.271.289>
- B. Szabó, J., Sudár, B. (2017): „Vgec-ügyek – Egy elfeledett ősapá”. In: Türk, A. (Szerk.) *Hadak útján XXIV. A népvándorlások fiatal kutatóinak XXIV. konferenciája Esztergom, 2014. november 4–6.* 2. kötet. PPKE – ELTE, Budapest – Esztergom. pp. 223–231.
- B. Szabó, Sudár, B. (2024): *Muszlim források a korai magyarokról*. Rubicon Online. <https://rubicon.hu/hu/cikkek/muszlim-forrasok-a-korai-magyarokrol>
- Csáky, V., Gerber, D., Szeifert, B., Egyed, B., Stégmár, B., Gennadevich Botalov, S., Valerevich Grudochko, I., Petrovna Matveeva, N., Sergejevich Zelenkov, A., Viktorovna Sleptsova, A., Dmitrievna Goldina, R., Vasilevich Danich, A., Mende, B. G., Türk, A., Szécsényi-Nagy, A. (2020): Early medieval genetic data from Ural region evaluated in the light of archaeological evidence of ancient Hungarians. *Scientific Reports*, 10: 19137. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75910-z>
- Csernecov, V.N. (1949): Adalékok az obi ugorok nemzetségi szervezetének történetéhez. Kelet-Európai Tudományos Intézet, Budapest.
- Csúcs, S. (2021): A másodlagos permi–magyar nyelvi érintkezések kérdése. In: Klima, L., Türk, A. (Szerk.) *Párhuzamos történetek. Interdiszciplináris őstörténeti konferencia*. M. Opitz Kiadó, Bp.
- Fehér, T. (2025): Nép és törzsek a Kárpát-medencében Y-kromoszóma eredmények a vaskortól a honfoglalásig. *Debreceni Szemle*, 33(3): 289–296. DOI: <https://doi.org/10.59424/debreceniszemle/2025/33/3/289-296>
- Fóthi, E., Gonzalez, A., Fehér, T., Gugora, A., Fóthi, Á., Biró, O., Keyser, C. (2020): Genetic analysis of male Hungarian Conquerors: European and Asian paternal lineages of the conquering Hungarian tribes. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 12, 31. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00996-0>
- Gerber, D., Csáky, V., Szeifert, B., Borbély, N., Jakab, K., Mező, G., Petkes, Z., Szűcsi, F., Évinger, S., Lóbor, C., Rácz, P. (2024): Ancient genomes reveal Avar-Hungarian transformations in the 9–10th centuries CE Carpathian Basin. *Science Advances*, 10(51): p.eadq5864. DOI: <https://doi.org/10.1126/sciadv.adq5864>
- Gnecchi-Ruscone, G.A., Khussainova, E., Kahbatkyzy, N., Musralina, L., Spyrou, M.A., Bianco, R. A., Radzeviciute, R., Martins, N.F.G., Freund, C., Iksan, O., Garshin, A., Zhaniyazov, Z., Bekmanov, B., Kitov, E., Samashev, Z., Beisenov, A., Berezina, N., Berezin, Y., Biró, A. Zs., Évinger, S., Bissembaev, A., Akhatov, G., Mamedov, A., Onggaruly, A., Voyakin, D., Chotbayev, A., Kariyev, Y., Buzhilova, A., Djansugurova, L., Jeong, C., Krause, J. (2021): Ancient genomic time transect from the Central Asian Steppe unravels the history of the Scythians. *Science Advances*, 7(13): eabe4414. DOI: <https://doi.org/10.1126/sciadv.abe4414>
- Gnecchi-Ruscone, G.A., Rácz, Z., Samu, L., Szeniczey, T., Faragó, N., Knipper, C., Friedrich, R., Zlámálová, D., Traverso, L., Liccardo, S., Wabnitz, S., Popli, D., Wang, K., Radzeviciute, R., Gulyás, B., Koncz, I., Balogh, Cs., Lezsák, G.M., Mácsai, V., Bunbury, M.M.E., Spekker, O., le Roux, P., Szécsényi-Nagy, A., Mende, B.G., Colleran, H., Hajdu, T., Geary, P., Pohl, W., Vida, T., Krause, J., Hofmanová, Z. (2024): Network of large pedigrees reveals social practices of Avar communities. *Nature*, 629: 376–383. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07312-4>
- Gyuris, B., Vyazov, L., Türk, A., Flegontov, P., Szeifert, B., Langó, P., Mende, B.G., Csáky, V., Chizhevskiy, A.A., Gazimzyanov, I.R., Khokhlov, A.A., Kolonskikh, A.G., Matveeva, N.P., Ruslanova, R.R., Rykun, M.P., Sitdikov, A., Volkova, E.V., Botalov, S.G., Bugrov, D.G., Grudochko, I.V., Komar, O., Krasnoperov, A.A., Poshekhonova, O.E., Chikunova, I., Sungatov, F., Stashenkov, D.A., Zubov, S., Zelenkov, A.S., Ringbauer, H., Cheronet, O., Pinhasi, R., Akbari, A., Rohland, N., Mallick, S., Reich, D., Szécsényi-Nagy, A. (2025): Long shared haplotypes identify the Southern Urals as a primary source for the 10th-century Hungarians. *Cell*, 188(21): p6064-6078.e11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2025.09.002>

- Klima, L. (2019): Keleti vallási motívumok a korai magyarsággal kapcsolatba hozható régészeti kultúrákban. *Archaeologiai Értesítő*, 144: 121–135. DOI: <https://doi.org/10.1556/0208.2019.144.5>
- Komar, O. (2018): *A korai magyarság vándorlásának történeti és régészeti emlékei*. Martin Opitz Kiadó, Budapest.
- Koryakova, L., Epimakhov, A.V. (2007): *The Urals and Western Siberia in the Bronze and Iron Ages*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Kovács, Sz., Zimonyi, I. (2015): Besenyők, úzok és kunok a Kárpát-medencében. In: Hatházi, G., Pálóczi Horváth, A., Lyublyanovics, K., Marcsik, A. (Szerk.) *Török nyelvű népek a középkori Magyar Királyságban*. Altajisztikai Tankönyvtár 6. Archaeolingua Alapítvány, Budapest. pp. 73–92.
- Kuzeev, R.G. (2010): Proiskhozhdenie bashkirskogo naroda. Zhdanko, T. A. (Ed.) *Etnicheskiy sostav, istoriya rasseleniya*. Dizayn Poligraf Servis, Ufa. pp. 161–162.
- Maróti, Z., Neparáczi, E., Schütz, O., Maár, K., Varga, G.I., Kovács, B., Kalmár, T., Nyerki, E., Nagy, I., Latinovics, D., Tihanyi, B. (2022): The genetic origin of Huns, Avars, and conquering Hungarians. *Current Biology*, 32(13): 2858–2870. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2022.04.093>
- Nagy, P.L., Olasz, J., Neparáczi, E., Rouse, N., Kapuria, K., Cano, S., Chen, H., Di Cristofaro, J., Runfeldt, G., Ekomasova, N., Maróti, Z., Jeney, J., Litvinov, S., Dzhaubermezov, M., Gabidullina, L., Szentirmai, Z., Szabados, Gy., Zgonjanin, D., Chiaroni, J., Behar, D.M., Khusnutdinova, E., Underhill, P.A., Kásler, M. (2021): Determination of the phylogenetic origins of the Árpád Dynasty based on Y chromosome sequencing of Béla the Third. *European Journal of Human Genetics*, 29: 164–172. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41431-020-0683-z>
- Németh, E. (2025): Meddig maradt meg a magyar identitás Magna Hungáriában? *Debreceni Szemle*, 33(3): 280–288. DOI: <https://doi.org/10.59424/debreceniszemle/2025/33/3/280-288>
- Németh, E., Szeverényi, S. (2024): The origin of Uralic speaking groups from a historical genetic point of view. *Journal of Uralic Linguistics*, 3(1): 30–54. DOI: <https://doi.org/10.1075/jul.00025.nem>
- Ponomarev, G.J., Agdzojan, A.T., Potanina, A.J., Adamov, D.S., Balanovskaja, E.V. (2024): Geneticheskie portrety hantov i mansi po gaplogruppam Y-hromosomy v kontekste genofondov Rossii. *Vestnik RGMU*, (2024/5): 32–41. DOI: <https://doi.org/10.24075/vrgmu.2024.044>
- Post, H., Németh, E., Klima, L., Flores, R., Fehér, T., Türk, A., Székely, G., Sahakyan, H., Mondal, M., Montinaro, F., Karmin, M., Saag, L., Yunusbayev, B., Khusnutdinova, E.K., Metspalu, E., Villem, R., Tambets, K., Rootsi, S. (2019): Y-chromosomal connection between Hungarians and geographically distant populations of the Ural Mountain region and West Siberia. *Scientific Reports*, 9: 7786. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44272-6>
- Révész, L. (2014): *A magyar honfoglalás kora*. Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest.
- Róna-Tas, A. (1996): *A honfoglaló magyar nép élete*. Balassi Kiadó, Budapest.
- Sudár, B. (2017): Turul szavunk művelődéstörténeti hátteréhez. *Történelmi Szemle*, 59(4): 605–619.
- Szeifert, B., Türk, A., Gerber, D., Csáky, V., Langó, P., Sztaszenkov, D.A., Botalov, Sz.G., Sztizyikov, A.G., Zelenkov, A.Sz., Mende, B., Szécsényi-Nagy, A. (2022): A korai magyar történelem régészeti és archeogenetikai kutatásának legfrissebb eredményei Nyugat-Szibériától a Középső-Volga vidékig. *Archaeologiai Értesítő*, 147: 33–74. DOI: <https://doi.org/10.1556/0208.2022.00031>
- Tambets, K., Yunusbayev, B., Hudjashov, G., Ilumäe, A.M., Rootsi, S., Honkola, T., Vesakoski, O., Atkinson, Q., Skoglund, P., Kushniarevich, A., Litvinov, S., Reidla, M., Metspalu, E., Saag, L., Rantanen, T., Karmin, M., Parik, J., Zhadanov, S.I., Gubina, M., Damba, L.D., Bermisheva, M., Reisberg, T., Dibirova, K., Evseeva, I., Nelis, M., Klovins, J., Metspalu, A., Esko, T., Balanovsky, O., Balanovska, E., Khusnutdinova, E.K., Osipova, L.P., Voevoda, M., Villem, R., Kivisild, T., Metspalu, M. (2018): Genes reveal traces of common recent demographic history for most of the Uralic-speaking populations. *Genome Biology*, 19(1): 139. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13059-018-1522-1>

- Türk, A. (2025): *Modern magyar őstörténet (Kr. u. 4–10. sz.). A Kárpát-medence honfoglalás kori régészeti hagyatékának eurázsiai kapcsolatrendszere interdiszciplináris kitekintésben.* Tézisfüzetek.
- Varga, G.I.B., Maróti, Z., Schütz, O., Maár, K., Nyerki, E., Tihanyi, B., Váradi, O.A., Ginguta, A., Kovács, B., Kiss, P., Dosztig, M., Gallina, Z., Török, T., Szabó, J.B., Makoldi, M., Neparáczki, E. (2024): Archaeogenetic analysis revealed East Eurasian paternal origin to the Ábrahámi family of Hungary. *iScience*, 27(10): 110892. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.110892>
- Vásáry, I. (2008): A Jugria kérdés: „Ceterum censeo Iugrum esse delendam”. In: Vásáry, I. (Szerk.) *Magyar őshazák és magyar őstörténészek.* Magyar Őstörténeti Könyvtár 24. pp. 73–87.
- Wilczek, F. (2024): *Alapelvek. A fizika 10 kulcsa a valósághoz.* Typotex kiadó, Budapest.
- Zhabagin, M., Sabitov, Z., Tazhigulova, I., Alborova, I., Agdzhoyan, A., Wei, L.-H., Urasin, V., Zoshel, S., Mustafin, K., Akilzhanova, A., Li, H., Balanovsky, O., Balanovska, E. (2021): Medieval Super-Grandfather founder of Western Kazakh Clans from Haplogroup C2a1a2-M48. *Journal of Human Genetics*, 66: 707–716. DOI: <https://doi.org/10.1038/s10038-021-00901-5>
- Zheng, T.C., Vyazov, L.A., Kim, A., Flegontov, P., Sirak, K., Maier, R., Lazaridis, I., Akbari, A., Frachetti, M., Tishkin, A.A., Ryabogina, N.E., Agapov, S.A., Agapov, D.S., Alekseev, A.N., Boeskorov, G.G., Derevianko, A.P., Dyakonov, V.M., Enshin, D.N., Fribus, A.V., Frolov, Y.V., Grushin, S.P., Khokhlov, A.A., Yu, K., Kiryushin, Y.F., Kitov, E.P., Kosintsev, P., Kovtun, I.V., Makarov, N.P., Morozov, V.V., Nikolaev, E.N., Rykun, M.P., Savenkova, T.M., Shchelchkova, M.V., Shirokov, V., Skochina, S.N., Sherstobitova, O.S., Slepchenko, S.M., Solodovnikov, K.N., Solovyova, E.N., Stepanov, A.D., Timoshchenko, A.A., Vdovin, A.S., Vybornov, A.V., Balanovska, E.V., Dryomov, S., Hellenthal, G., Kidd, K., Krause, J., Starikovskaya, E., Sukernik, R., Tatarinova, T., Thomas, M.G., Zhabagin, M., Callan, K., Cheronet, O., Fernandes, D., Keating, D., Candilio, F., Iliev, L., Kearns, A., Toykan Özdoğan, T., Mah, M., Micco, A., Michel, M., Olalde, I., Zalzala, F., Mallick, S., Rohland, N., Pinhasi, R., Narasimhan, V.M., Reich, D. (2025): Ancient DNA reveals the prehistory of the Uralic and Yeniseian peoples. *Nature*, 644: 122–132. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-025-09189-3>
- Zimonyi, I. (2014): *A magyarság korai történetének sarokpontjai. Elméletek az újabb irodalom tükrében.* Balassi Kiadó, Budapest.

Levelezési cím: Németh Endre
 Mailing address: Magyar Természettudományi Múzeum
 Ludovika tér 2.
 H-1083 Budapest
 Hungary
endre.nemeth@gmail.com

VÁLOGATOTT KÉZILABDÁZÓ JÁTKOSOK ENDOKRIN STÁTUSZÁNAK VIZSGÁLATA

Rácz-Sulyok Fanny Zselyke^{1,2,3}, Jang-Kapuy Csilla^{1,2,3}, Bakonyi Péter¹, Béres Bettina¹, Dobronyi Tamás¹, Simon Gergő¹, Zsákai Annamária^{1,2} és Szabó Tamás¹

¹Magyar Kézilabda Szövetség, Sporttudományi és Diagnosztikai Igazgatóság, Budapest; ²Eötvös Loránd Tudományegyetem, Embertani Tanszék, Budapest; ³Eötvös Loránd Tudományegyetem, Biológia Doktori Iskola, Budapest

Rácz-Sulyok F. Zs., Jang-Kapuy Cs., Bakonyi P., Béres B., Dobronyi T., Simon G., Zsákai A., Szabó T.: *The analysis of the endocrine state of national-level handball players.* The changes of endocrine state of elite athletes have been mostly researched in regards of effects of strenuous training, the stress of competition, the risk of overtraining and the difference between sports. However, the baseline hormonal profile of athletes was not followed along from a young age to their adult careers. Since the selection into professional athletic institutions starts years before reaching adulthood, training influences both somatic and psychological developmental processes. A relatively novel non-invasive tool to easily follow young elite athletes' progression on an endocrine level is the analysis of salivary biomarkers.

We set our research goal to mapping out the endocrine profile of elite athletes and compare their results to the available recommended salivary ELISA non-athlete references. In the Sport Sciences and Diagnostic Research Centre of the Hungarian Handball Federation (between 2023–2025), we analysed 507 elite handball player's (aged 13–35 ys) salivary cortisol, testosterone, and in case of female players, 17- β -oestradiol levels.

The results of salivary resting hormone concentrations showed that adult male handball players had a high relative frequency of high testosterone levels, while female players had high prevalence of low oestradiol levels compared to non-athlete references. The cortisol concentrations showed different patterns in subadult and adult athletes, an increased level of cortisol in adult handball players was found. The detected salivary concentration in athletes and the analysis of age dependent patterns necessitates the creation of athlete-specific references and the extension of the non-athlete references into the younger, subadult age ranges.

Keywords: Salivary biomarkers; Resting hormone levels; Testosterone; Oestradiol; Cortisol; Elite athletes; Handball players.

Bevezetés

Az optimális növekedési és érési folyamatokhoz az életkori sajátosságoknak megfelelő mennyiségű és minőségű terhelésre van szükség gyermek- és fiatalkorban – például olyan rendszeres fizikai terhelésre (futásra, ugrásra, mászásra, labdajátékokra), amely fejleszti az izomzatot, a csontozatot, az idegrendszert. A fejlődő szervezetet érő terhelés túlzott mértéke, a túlterhelés veszélye fokozott bizonyos kockázati csoportokban, például átlagostól nagyobb fizikai terhelésnek kitett, fiatal élsportolók körében (Allen 1999, Nazem és Ackerman 2012, Cheng és mtsai 2020). Élsportolóknál, elsősorban fiatal nők körében figyeltek fel arra, hogy a megerőltető edzések sorozata és a nem elegendő hosszúságú pihenőidő következtében több szervrendszerre is kiterjedő betegségek,

működési zavarok jelentek meg (többek között a menstruációs ciklus zavarai alakultak ki, csontsűrűségük elmaradt a korcsoportjukra jellemző normál értéktől, illetve megnőtt a fertőzőes betegségek száma; Walsh 2018, Skarakis és mtsai 2021). A kialakult reprodukciós, mozgásszervrendszeri és immunrendszeri problémák nem csak a sportteljesítményük stagnálásához vagy visszaeséséhez vezetett, de hosszabb távú egészséget és életminőséget befolyásoló betegségek kockázatát is növelte.

Mindezt magyarázhatja többek között a neuroendokrin rendszer hálózatos működése, miszerint a rendszer részei jelentősen befolyásolhatják egymás működését. Különösen igaz ez tartós stresszes állapot esetében – például a hipotalamusz-hipofízis-mellékvese és a hipotalamusz-hipofízis-gonád tengelyek kölcsönösen hatnak egymásra. Ennek következtében mind a fejlődő, mind pedig a kifejlett szervezetet érő, hosszan tartó, fizikai és mentális terhelés, stressz hatással van a szervezet felépítő-átépítő-lebontó folyamataira, az öfenntartó és reprodukciós rendszerek működésére is (Allen 1999, Misra 2014).

A túlterhelt sportolók tünetegyüttesének (tüledzetségi szindróma – overtraining syndrome: tartós fáradtság, hangulatingadozások, fizikai teljesítmény csökkenése) egyik fő kiváltó okaként a relatív energiadeficitet (relative energy deficiency in sport, RED-S) határozták meg, amely a sportolással járó többletenergia-igény elégtelen pótlásából és/vagy a túlzott mennyiségű edzésből adódik (Dipla és mtsai 2021). A nem megfelelő mértékű energiabevitel az egész szervezet működését akadályozza azzal, hogy a neuroendokrin rendszeren keresztül a túlterheltség mértékének fokozódásával egyre több szervrendszer érintettségét okozza.

A relatív energiadeficitet kísérő tünetek megjelenése már a rendellenes folyamatok krónikus fennállását feltételezi, így érdemes már a tüneteket megelőzve szűrővizsgálaton feltárni az energiadeficit kialakulásának kockázatát. A szűrésre alkalmas biomarkerek közé sorolható a reprodukciós szervrendszerek működését meghatározó (tesztoszteron, ösztradiol), illetve anabolikus folyamatokat serkentő (tesztoszteron), valamint sérüléseket megelőző csontozati és izomrendszeri tulajdonságokat biztosító (ösztradiol) hormonok szintjének vizsgálata (Zsákai és mtsai 2015, Chidi-Ogbolu és Baar 2019, Alexander és mtsai 2022, Rátz-Sulyok és mtsai 2024). A stresszes állapotot jellemző, egyben az immun- és katabolikus folyamatok hatásosságát befolyásoló kortizol koncentrációjának megállapítása is prediktív szerepet tölthet be a relatív energiadeficit szűrővizsgálatokor (Todd és mtsai 2022).

A sportolók szűrővizsgálatain leggyakrabban a hormonok vérszérumbeli szintjeit állapítják meg, amely vizsgálatok költségesek, stressznek teszik ki a sportolókat, illetve egészségügyi szakképzettségű személyzetet igényelnek. A vérszérumból mérhető endokrin biomarkerek koncentrációja vizsgálatának helyettesítésére szolgálhat a kevésbé invazív, alacsonyabb biológiai veszéllyel járó, ellenben költséghatékonyabb és könnyen ismételtető nyálminta-analízis a hormonok szintjének vizsgálatára. A korábbi vizsgálatok eredményei alapján elmondható, hogy a vérszérumban mért tesztoszteron, 17- β -ösztradiol, valamint kortizol hormonok koncentrációi szoros korrelációt mutatnak a nyálmintában mérhető értékeikkel (Crewther és mtsai 2010, Cook és mtsai 2018, Collomp és mtsai 2025).

Jelen vizsgálatunkkal célunk volt élsportoló fiatalok endokrin profilját nem-sportolói referenciák tükrében értékelni nyálbéli hormonszintek vizsgálatának segítségével.

Vizsgált személyek és alkalmazott módszerek

Összesen 507 válogatott kézilabdázót (13–35 évesek) vizsgáltunk meg 2023 februárja és 2025 márciusa között a Magyar Kézilabda Szövetség Sporttudományi és Diagnosztikai

Igazgatóságának Humánbiológiai Laboratóriumában. A kézilabdázók endokrin státuszát a vizsgált hormonok nyálbéli szintjének meghatározásával jellemeztük: a résztvevőktől nyugalmi állapotban standard módon gyűjtöttünk nyálmintákat, amelyekből minden esetben kortizol-, illetve tesztoszteron-koncentrációt, a női játékosok esetében pedig 17- β -ösztadiol-koncentrációt is mértünk (1. táblázat).

1. táblázat. A vizsgálatban résztvevő válogatott kézilabdázók megoszlása nem, életkor és elvégzett nyálbéli hormonszint-becslés (kortizol, tesztoszteron és 17- β -ösztadiol) szerint.
Table 1. The distribution of elite handball players by sex, age and completed salivary hormonal level estimations (cortisol, testosterone, 17- β -oestradiol).

	Tesztoszteron- és kortizol-vizsgálatok – Testosterone and cortisol analyses			17- β -ösztadiol-vizsgálat – 17- β -oestradiol analysis
Életkor (év) – Age (years)	Fiúk/férfiak – Boys/men	Leányok/nők – Girls/women	Összesen – Total	Leányok/nők – Girls/women
13	–	6	6	6
14	25	61	86	61
15	72	49	121	49
16	19	39	58	32
17	17	33	50	23
18	24	19	43	19
19	17	29	46	29
20	16	17	33	17
21	14	–	14	–
22+	25	25	50	25
Összesen – Total	229	278	501	255

A játékosoktól gyűjtött nyálmintákban a hormonok koncentrációit enzimhez kötött immunszorbens vizsgálattal (ELISA, gyártó: Tecan Group Ltd., Männedorf, Svájc) állapítottuk meg. Az ELISA kitek az egészséges, nem sportoló népesség kortizol- és tesztoszteron-szintjének normál tartományait a kitek kidolgozásához referenciaként szolgáló csoportok 5–95. centilise közötti, ösztadiol-szintjének normál tartományát pedig a 10–90. centilis közötti tartományban határozták meg. A vizsgált élsportolókat ezen referenciák alapján soroltuk alacsony, normál és magas hormonszintekkel rendelkezők kategóriába – minden esetben csak azokra a korcsoportokra vonatkozóan, amelyek esetében a gyártók által javasolt referencia-tartományok értelmezhetők voltak.

A tesztoszteron koncentrációjának értékeléséhez a kit 20 éves kor felett, nemek és reprodukciós életszakaszok szerint ajánl referencia-tartományokat. A 17- β -ösztadiol-koncentrációjának referencia-értékei 17 éves kortól, nők esetén reprodukciós életszakasz és menstruációs ciklus fázisainak figyelembevételével használhatóak. A kortizol-koncentráció referencia-értékeit nemtől és életkortól függetlenül (6 éves kor felett), ébredéstől eltelt idő alapján határozta meg a gyártó. A vizsgált kézilabdázó játékosok kortizolszintjét a 18 éves kort el nem értek és 18 évüket betöltötték két alcsoportjára bontva

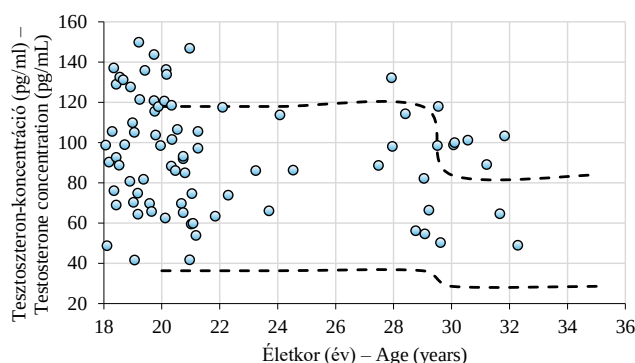
értékeljük, mert az előzetes elemzések jelentős különbségeket tártak fel a két alcsoport kortizolszint szerinti eloszlásában.

A sportolók egészségi állapotára, illetve a női játékosok esetében a menstruációs ciklus jellemzőire vonatkozóan (ciklus hossza, vérzés hossza, utolsó menstruációs ciklus kezdő napja) kérdőíves módszer segítségével gyűjtöttünk adatokat.

Az adatok kezeléséhez és statisztikai elemzéséhez SPSS 23.0 (IBM) programot, az eredmények ábrázolásához Microsoft Excel (Microsoft 365 MSO) programot használtunk. χ^2 -tesztet és Fisher-féle egzakt próbát (kis létszámú alcsoportok esetében) alkalmaztunk az alcsoportok eloszlása homogenitásának vizsgálatára 5%-os szignifikancia szint mellett.

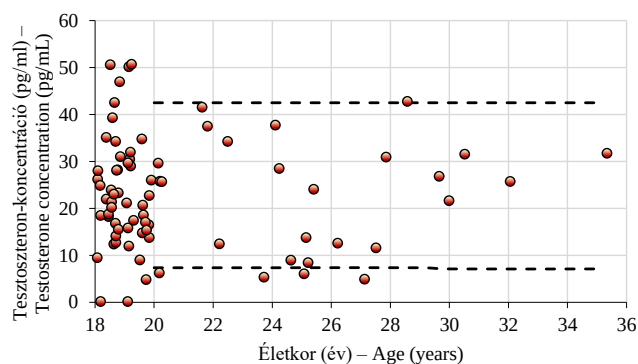
Vizsgálati eredmények és értékelésük

A nyálbéli tesztoszteron-koncentráció nem-sportolói referenciaértékei az ajánlások szerint felnőttek esetében használhatóak, ezért a vizsgált felnőtt kézilabdázók értékeit 18 éves kortól ábrázoltuk az életkorral változó referencia-tartományokkal együtt (1–2. ábra). Az egyedi tesztoszteron-értékeknek a referencia-centilisek menti (1–2. ábra) eloszlásmintázata alapján megállapítható, hogy a férfiak esetében eltér a nem sportolói referenciáktól a vizsgált játékosok tesztoszteron-szintjének eloszlása (χ^2 -teszt, $p < 0,001$), több az átlagostól magasabb és kevesebb az átlagostól kisebb hormonszintű egyén körében, mint az átlag népességben. A férfi kézilabdázók a tesztoszteron-koncentráció alapján életkortól függően 23–44% relatív gyakorisággal a magas tesztoszteronszintű kategóriába sorolhatók. Bár a női játékosok 5–17%-ának volt életkortól függően magas a tesztoszteronszintje a nem sportolói referencia-tartományokat figyelembe véve (3. ábra), mégis a női játékosok egyedi tesztoszteron-szintjének eloszlása – szemben a férfi játékosokkal – nem tért el szignifikánsan az átlag népességre kidolgozott referencia-sorozat mintázatától (χ^2 -teszt, $p = 0,242$). Összességében elmondható, hogy a vizsgált férfi játékosok körében a magas tesztoszteron-szintűek relatív gyakorisága lényegesen nagyobb volt, mint a vizsgált női kézilabdázók között (3. ábra, χ^2 -teszt, $p < 0,001$).



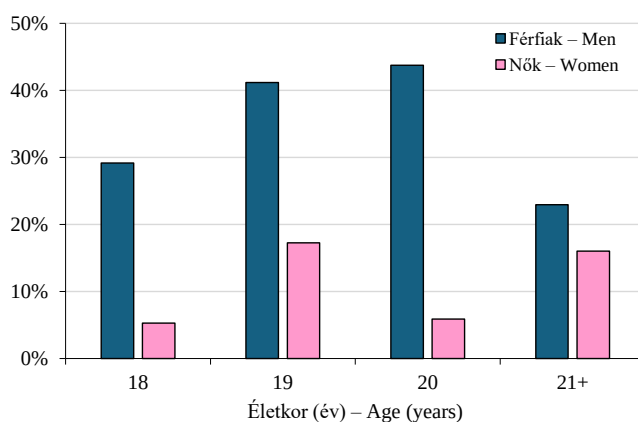
1. ábra: A vizsgált férfi kézilabda játékosok egyéni, nyálbéli, nyugalmi tesztoszteron-koncentrációja (pg/ml) a nem sportolói normál referencia-tartomány tükrében (- - -).

Figure 1: The individual salivary resting testosterone concentrations (pg/mL) of the studied male handball players in the mirror of the non-athlete reference's normal concentration range (- - -).



2. ábra: A vizsgált női kézilabda játékosok egyéni, nyálbéli, nyugalmi tesztoszteron-koncentrációja (pg/ml) a nem sportolói normál referencia-tartomány tükrében (---).

Figure 2: The individual salivary resting testosterone concentrations (pg/mL) of the studied female handball players in the mirror of the non-athlete reference's normal concentration range (---).

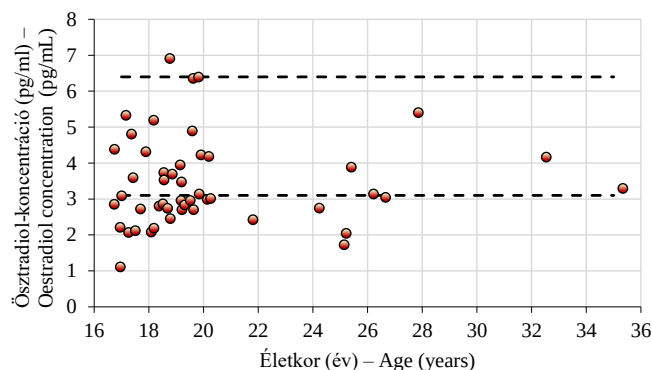


3. ábra: A magas nyálbéli, nyugalmi tesztoszteronszintű kézilabda játékosok relatív gyakorisága (%) életkor és nem szerint.

Figure 3: The relative frequency (%) of high salivary resting testosterone level in handball players by age and sex.

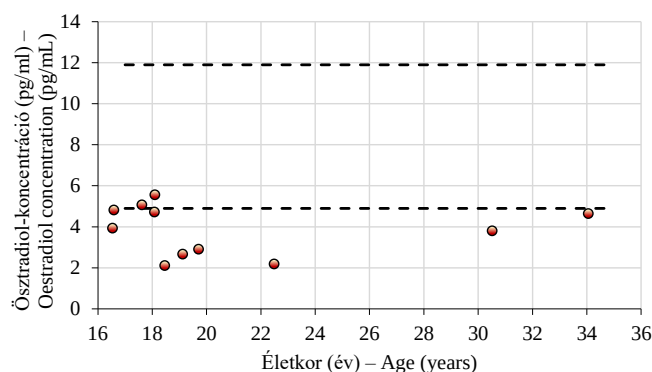
A női kézilabdázók egyéni 17- β -ösztadiol-koncentrációit 16 éves kortól, a menstruációs ciklus fázisainak megfelelően külön-külön elemeztük az ajánlott referenciák tükrében (4–6. ábra). A női játékosok ösztadiol-szintjeit értékelve elmondható, hogy mindegyik menstruációs fázis esetében igaz volt, hogy (1) jelentősen eltért az átlag népesség eloszlásmintázatától a vizsgált élsportolók egyéni hormonszintjeinek mintázata (mindhárom fázis esetében: χ^2 -teszt, $p < 0,001$), (2) és nagyon nagy volt körükben az átlagostól lényegesen alacsonyabb hormonszinttel rendelkező nők aránya. Korcsoporttól függően 58–89%-ot tettek ki az alacsony ösztadiolszinttel rendelkező nők a vizsgált élsportolói mintában (7. ábra). Átlagostól nagyobb ösztadiolszinttel rendelkező nő viszont összesen egy volt a vizsgált élsportolói mintában.

A vizsgált kézilabdajátékosok (13–35 évesek) nyálbéli kortizol-koncentrációit az ajánlott referenciákkal együtt, az ébredéstől eltelt idő függvényében 18 év alatti és feletti alcsoportokat külön jelölve ábrázoltuk (8. ábra). Mind a nők, mind pedig a férfiak esetében elmondható, hogy az egyéni, nyugalmi kortizolszintek eloszlásának mintázata a vizsgált élsportolói mintában eltér az átlag népességre jellemző mintázattól (nők: χ^2 -teszt, $p=0,005$, férfiak: χ^2 -teszt, $p=0,017$).



4. ábra: Női kézilabda játékosok egyéni, nyálbéli, nyugalmi ösztadiol-koncentrációja (pg/ml) a menstruációs ciklus follikuláris fázisában, a nem sportolói normál referencia-tartomány tükrében (- - -).

Figure 4: The individual salivary resting oestradiol concentrations (pg/mL) of the studied female handball players in the follicular phase of the menstrual cycle in the mirror of the non-athlete reference's normal concentration range (- - -).

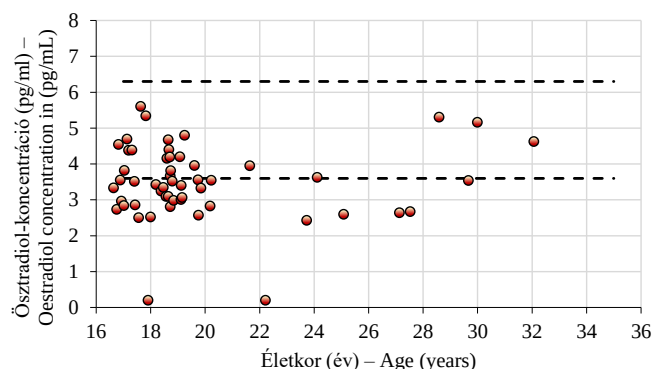


5. ábra: Női kézilabda játékosok egyéni, nyálbéli, nyugalmi ösztadiol-koncentrációja (pg/ml) a menstruációs ciklus ovuláris fázisában, a nem sportolói referencia-tartomány tükrében (- - -).

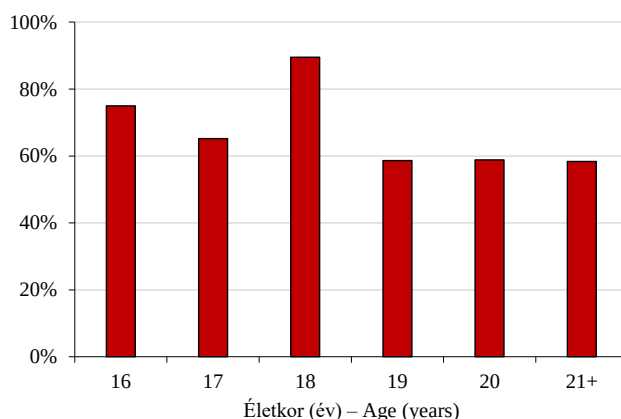
Figure 5: The individual salivary resting oestradiol concentrations (pg/mL) of the studied female handball players in the ovulatory phase of the menstrual cycle in the mirror of the non-athlete reference's normal concentration range (- - -).

Az átlagostól alacsonyabb kortizolszintű játékosok relatív gyakorisága a felnőttek körében lényegesen kisebb volt, mint a serdülő játékosok körében (9. ábra), felnőttkorra a játékosok körében az átlag népességre jellemző (~5%) az alacsony kortizolszintűek aránya.

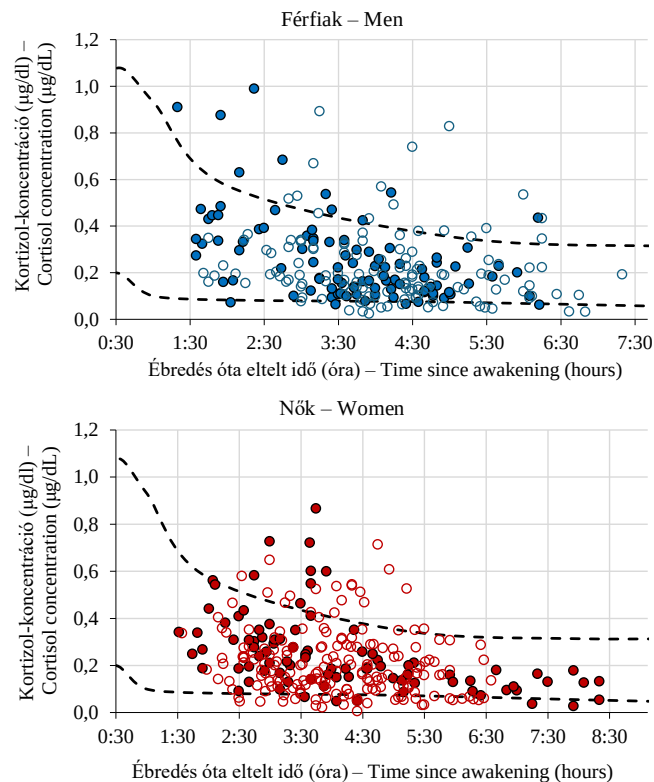
A magas kortizolszintű játékosok relatív gyakorisága esetében kevésbé egyértelmű trend rajzolódott ki korcsoportonként, de a felnőttek körében az elmondható, hogy az átlagostól magasabb hormonszinttel rendelkezők aránya bizonyosan nagyobb (átlagosan 10–12%), mint az átlag népesség esetében (5%, 10. ábra). A serdülők körében a magas kortizolszinttel rendelkezők aránya a fiúk esetében az idősebbek korcsoportjai felé növekszik, a leányoknál csökken, de összességében náluk is nagyobb az arányuk, mint az átlag népességre jellemző 5% (10. ábra).



6. ábra: Női kézilabda játékosok egyéni, nyálbéli, nyugalmi ösztadiol-koncentrációja (pg/ml) a menstruációs ciklus luteális fázisában, a nem sportolói referencia-tartomány tükrében (- - -).
 Figure 6: The individual salivary resting oestradiol concentrations (pg/mL) of the studied female handball players in the luteal phase of the menstrual cycle in the mirror of the non-athlete reference's normal concentration range (- - -).

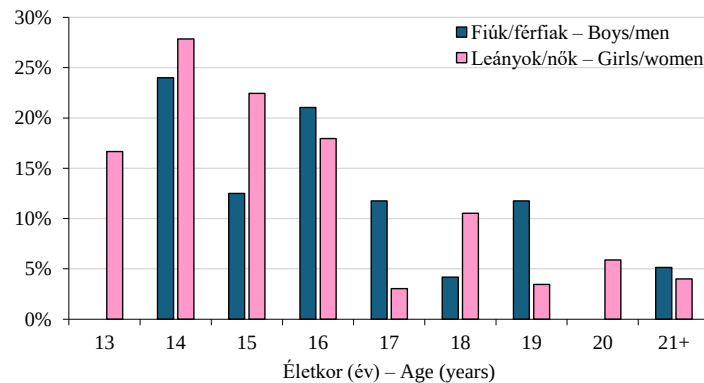


7. ábra: Az alacsony nyálbéli, nyugalmi ösztadiolszinttel rendelkező női kézilabda játékosok relatív gyakorisága (%) életkor szerint.
 Figure 7: The relative frequency (%) of low salivary resting oestradiol level in female handball players by age.



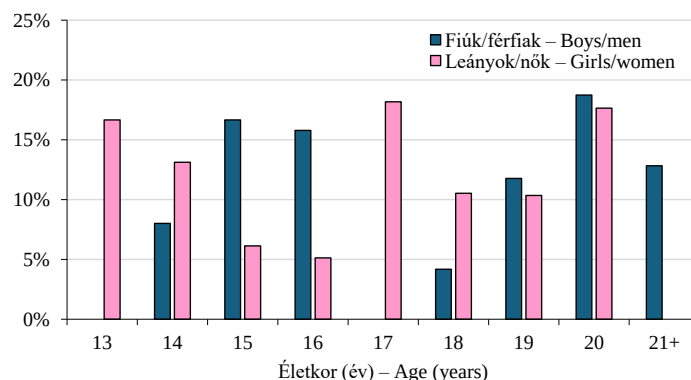
8. ábra: A kézilabda játékosok egyéni, nyálbéli, nyugalmi kortizol-koncentrációja (µg/dl) az ébredéstől eltelt idő függvényében a nem sportolói normál referencia-tartomány tükrében (---; ○: 18 évet be nem töltött fiatalok, ●: 18 éves és attól idősebb játékosok).

Figure 8: The individual salivary resting cortisol concentrations (pg/mL) of the studied handball players depending on time elapsed since awakening in the mirror of the non-athlete reference's normal concentration range (---; ○: young players under 18 ys, ●: players aged 18 and over 18 ys).



9. ábra: Alacsony nyálbéli, nyugalmi kortizolszinttel rendelkező kézilabda játékosok relatív gyakorisága (%) életkor és nem szerint.

Figure 9: Relative frequency (%) of low salivary resting cortisol level in handball players by age and sex.



10. ábra: Kézilabda játékosok körében a magas nyálbéli kortizolszintűek relatív gyakorisága életkor és nem szerint.

Figure 11: Relative frequency of high salivary cortisol level in handball players by age and sex.

Következtetések

A kézilabdázók nyálbéli, nyugalmi hormonkoncentrációinak értékelése a vizsgálati technikához (enzimhez kötött immunszorbens teszt, ELISA kitek) ajánlott referencia-értékek alapján történt. Az általunk vizsgált hormonok nyálbéli szintjének vizsgálatához forgalmazott ELISA kitek referencia-tartományait eddig csak átlag (nem sportolói) népességre határozták meg, így a sportolók endokrin mutatóiban az átlag népességhez viszonyított különbségeket lehet csak szűrni az ajánlott nem-sportolói referenciák alapján. Vizsgálati eredményeink élsportolók körében korábban végzett vizsgálatok eredményeivel egybehangzóan jelzik, hogy az élsportolók endokrin státusza jelentősen eltér az átlag népességhez tartozó, nem sportoló kortársaik endokrin státuszától (Healy és mtsai 2014, Cadegiani és Kater 2017, 2019, Sönksen és mtsai 2018, Genc és mtsai 2019, Ostapiuk-Karolczuk és mtsai 2024).

Vizsgálataink alapján elmondható, hogy

- a felnőtt férfi kézilabdázó játékosok nyugalmi tesztoszteronszintje emelkedett nem sportoló kortársaikhoz képest, korcsoporttól függően 23–44% körükben az átlagostól jelentősen magasabb tesztoszteron-koncentrációjú játékos;
- a fiatal felnőtt, illetve felnőtt kézilabdázó nők nyugalmi ösztradiolszintje lényegesen alacsonyabb, mint nem sportoló kortársaiknak, korcsoporttól függően 58–89% a vizsgált élsportoló nők között az átlagostól jelentősen alacsonyabb ösztrogén-koncentrációjú játékos;
- a vizsgált felnőtt élsportolók nyugalmi kortizolszintje emelkedett nem sportoló kortársaikhoz képest – a gyermekek és serdülők körében nem lehetett a használt technika segítségével egyértelmű trendet körükben meghatározni, bár a kit nem határoz meg életkori minimumot, eredményeink ennek szükségességét vetették fel.

Mindezen eredmények alapján kijelenthetjük, hogy

1. élsportolók endokrin státuszának vizsgálatához elengedhetetlen, hogy a hormonszintek nem sportolói referenciái mellett a sportolói referencia-sorozatok is elérhetők legyenek, hiszen egy endokrin mutatóiban az átlag népességtől jelentősen eltérő, speciális csoport vizsgálata esetén például az átlag népességre jellemző normál hormonszint jelenthet átlagostól alacsonyabb értéket a sportolói referenciák tükrében. Az élsporttal gyakran együtt járó túlterheltség (fizikailag és pszichésen is megterhelő

versenyidőszak, megerőltető edzőmunka, nem elegendő hosszúságú pihenőidő stb.) szűrővizsgálatait is nagyban segíthetik majd az endokrin státusz mutatóinak sportolói referencia-sorozatai.

2. Fontos, hogy a női játékosok és a velük dolgozó szakemberek (edzők, sportorvosok, sporttudományi szakemberek) tudatában legyenek annak az aggasztó eredménynek, hogy az alacsony ösztadiol-szintűek gyakorisága túlságosan nagy élsportoló kézilabdázó nők körében. A tartósan alacsony ösztadiolszint egészségi állapotot veszélyeztető kockázata megnyilvánul többek között a csontozat, a keringési és idegrendszer betegségeinek megnövekedett kockázatában, és természetesen a szaporító szervrendszer zavarainak, betegségeinek emelkedett kockázatában. A menstruációs ciklus zavarai (rendszeretelenség, kimaradó ciklusok stb.) jelezhetik ezt a problémát. Ilyenkor ajánlott nőgyógyász és endokrinológus orvosok szakvéleményét kérni, hiszen a hormonális egyensúlyzavar hosszú távon további egészségi és sport-teljesítménybeli problémákhoz vezethet.

3. Az általunk vizsgált hormonok szintjének meghatározásához ajánlott referenciák életkori határokkal rendelkeznek: a tesztoszteron szintjének normáltartományát 20 éves kortól, a 17- β -ösztadiolét 17 éves kortól határozták. A kortizol-koncentrációk értékeléséhez kortól és nemtől független referenciák tartoznak, a sportolói mintában azonban a fiatalabbak alcsoportjára nagy arányban alacsony kortizolszint volt jellemző. Kizárhatjuk, hogy a rendszeres (de serdülők esetében ez még csak akár néhány éve tartó) edzőmunka hatása nyilvánul meg az alacsony kortizolszintű játékosok arányának ilyen mértékű emelkedésében, amely felveti a 18 év alattiak és felnőttek alcsoportjaira külön-külön meghatározandó normál tartományok szükségességét is. Ennek alapján ajánlásunk a kortizol esetében a nem sportolói referenciák életkori határait a gyermekek, serdülők korcsoportjára külön is kidolgozni. A továbbiakban céljaink között szerepel a három vizsgált hormon esetében sportolói referenciák kidolgozása 14 éves kortól kezdődően.

Irodalom

- Alexander, S.E., Pollock, A.C., Lamon, S. (2022): The effect of sex hormones on skeletal muscle adaptation in females. *European Journal of Sport Science*, 22(7): 1035–1045. DOI: <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1921854>
- Allen, D.B. (1999): Effects of Fitness Training on Endocrine Systems in Children and Adolescents. *Advances in Pediatrics*, 46(1): 41–66. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0065-3101\(24\)00027-6](https://doi.org/10.1016/S0065-3101(24)00027-6)
- Cadegiani, F. A., Kater, C. E. (2017). Hypothalamic-Pituitary-Adrenal (HPA) Axis Functioning in Overtraining Syndrome: Findings from Endocrine and Metabolic Responses on Overtraining Syndrome (EROS) - EROS-HPA Axis. *Sports Medicine - Open*, 3: 45. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40798-017-0113-0>
- Cadegiani, F. A., Kater, C. E. (2019). Basal Hormones and Biochemical Markers as Predictors of Overtraining Syndrome in Male Athletes: The EROS-BASAL Study. *Journal of Athletic Training*, 54(8): 906–914. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-148-18>
- Cheng, A.J., Jude, B., Lanner, J.T. (2020): Intramuscular mechanisms of overtraining. *Redox Biology*, 35(February): 101480. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.redox.2020.101480>
- Chidi-Ogbolu, N., Baar, K. (2019): Effect of estrogen on musculoskeletal performance and injury risk. *Frontiers in Physiology*, 10(JAN): 1834. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01834>
- Collomp, K., Olivier, A., Castanier, C., Bonnigal, J., Bougault, V., Buisson, C., Ericsson, M., Duron, E., Favory, E., Zimmermann, M., Amiot, V., Teulier, C. (2025): Correlation between serum and saliva sex hormones in young female athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 65(2): 274–278. DOI: <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.24.16488-2>

- Cook, C.J., Kilduff, L.P., Crewther, B.T. (2018): Basal and stress-induced salivary testosterone variation across the menstrual cycle and linkage to motivation and muscle power. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 28(4): 1345–1353. DOI: <https://doi.org/10.1111/sms.13041>
- Crewther, B.T., Lowe, T.E., Ingram, J., Weatherby, R.P. (2010): Validating the salivary testosterone and Cortisol concentration measures in response to short high-intensity exercise. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 50(1): 85–92.
- Dipla, K., Kraemer, R.R., Constantini, N.W., Hackney, A.C. (2021): Relative energy deficiency in sports (RED-S): elucidation of endocrine changes affecting the health of males and females. *Hormones*, 20(1): 35–47. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42000-020-00214-w>
- Genc, A., Güven, D., Acar, H., Tutkun, E. (2019): Investigation of the endometrial thickness and estrogen level in athletes and sedentaries. *Clinical and Experimental Obstetrics and Gynecology*, 46(1): 123–126. <https://doi.org/10.12891/ceog4531.2019>
- Healy, M.L., Gibney, J., Pentecost, C., Wheeler, M.J., Sonksen, P.H. (2014): Endocrine profiles in 693 elite athletes in the postcompetition setting. *Clinical Endocrinology*, 81(2): 294–305. DOI: <https://doi.org/10.1111/cen.12445>
- Misra, M. (2014): Neuroendocrine mechanisms in athletes. *Handbook of Clinical Neurology*, 124: 373–386. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59602-4.00025-3>
- Nazem, T.G., Ackerman, K.E. (2012): The Female Athlete Triad. *Sports Health*, 4(4): 302–311. DOI: <https://doi.org/10.1177/1941738112439685>
- Ostapiuk-Karolczuk, J., Kasperska, A., Dziewiecka, H., Cieslicka, M., Zawadka-Kunikowska, M., Zaleska-Posmyk, I. (2024): Changes in the hormonal and inflammatory profile of young sprint- and endurance-trained athletes following a sports camp: a nonrandomized pretest-posttest study. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 16(1): 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13102-024-00924-3>
- Rátz-Sulyok, F.Zs., Jang-Kapuy, Cs., Nagy, A.S., Zsákai, A., Szabó, T. (2024) The relationship between endocrine status and body composition in elite handball players (14–21 ys). *Journal of Bioanthropology*, 4(2): 53. DOI: <https://doi.org/10.54062.jb>
- Skarakis, N.S., Mastorakos, G., Georgopoulos, N., Goulis, D.G. (2021): Energy deficiency, menstrual disorders, and low bone mineral density in female athletes: a systematic review. *Hormones*, 20(3): 439–448. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42000-021-00288-0>
- Sönksen, P.H., Holt, R.I.G., Böhning, W., Guha, N., Cowan, D.A., Bartlett, C., Böhning, D. (2018): Why do endocrine profiles in elite athletes differ between sports? *Clinical Diabetes and Endocrinology*, 4(1): 1–16. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40842-017-0050-3>
- Todd, E., Elliott, N., Keay, N. (2022): Relative energy deficiency in sport (RED-S). *British Journal of General Practice*, 72(719): 295–297. <https://doi.org/10.3399/bjgp22X719777>
- Walsh, N.P. (2018): Recommendations to maintain immune health in athletes. *European Journal of Sport Science*, 18(6): 820–831. DOI: <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1449895>
- Zsákai, A., Biri, B., Utczás, K., Fehér, V.P., Bodzsár, É. (2015): A női nemi hormonok koncentrációja és a testzsírosság változókórú nőknél. *Anthropologiai Közlemények*, 56: 139–151. DOI: <https://doi.org/10.20330/AnthropKozl.2015.56.139>

Levelezési cím: Rátz-Sulyok Fanny Zselyke
 Mailing address: Embertani Tanszék
 Eötvös Loránd Tudományegyetem
 Pázmány P. s. 1/c.
 H-1117 Budapest
 Hungary
rsfzs5@gmail.com

METABOLIC HEAT FLUX DENSITY (M) IN THE HUMAN BIOMETEOROLOGICAL MODELS: CAN M BE PARAMETERIZED BASED ON HEART RATE ESTIMATED BY SMART DEVICES?

Ferenc Ács and Erzsébet Kristóf

Eötvös Loránd University, Department of Meteorology, Budapest, Hungary

Ács, F., Kristóf, E.: *In this study, we focus on the calculation methods of human metabolic heat flux density (M) and on the applications of these methods in human thermal load models. Special attention was paid to the method that calculates M based on the heart rate (HR). A new M – HR based formula is presented. The connection was determined by measuring the average movement speed (V) and heart rate at the same time and then calculating M from V. The average V was determined by using a stopwatch. The average HR value was measured by using the Applewatch smart watch. The M(V) relationships are taken from the literature. Two persons performed the measurements in Martonvásár (a town close to Budapest), Budapest and Szombathely: a younger woman and an older man. The main lesson of our research is that M – HR based parametrization is individual-specific, despite the fact that the M – HR relationship can be characterized by a general function, which initially increases exponentially and then enters a saturation phase. This type of research will be widespread, given that we are living in the age of smart tools.*

Keywords: Metabolic heat flux density; Heart rate; Parameterization; Human biometeorology; Smart tools.

Introduction

In our day and age, energy balance-based models are the dominant models in the science of human biometeorological modelling (Potchter et al. 2018). It should be emphasized that simulating the effect of human factors on the heat balance of the human body is possible only with this type of model. Human factors are the anthropometric data characterizing the human body (body mass, body length, sex and age), the person's activity and the clothing worn. Anthropometric data and activity determine metabolic heat flux density (M) and rate of sweating; the clothing worn is a highly variable parameter, as it depends on both the environmental thermal load and the individual and social rules. In this work, we focus on M.

M is a quantity that must be calculated in every model, but we know little about its determination methods. There are procedures of varying complexity for estimating M (ISO8996 2004, Błażejczyk and Krawczyk 1994). The simplest procedures characterize the “average” person in the case of various occupations or activities (Auliciems and Kalma 1979, Höppe 1999). The M values or value ranges are given in tabular form and are obviously rough estimates (ISO8996 2004, Błażejczyk and Krawczyk 1994). The parameterizations for different activity types (sitting, standing, walking, running) are more complex than these simplest methods, they already use anthropometric data, which are

already person-specific (standing; Judice et al. 2016, Amaro-Gahete et al. 2019), walking (Weyand et al. 2010), running (Campbell and Norman 1998). In the case of walking and running, M also depends on the speed. At the same time, there is no parameterization for many activities (let's mention only the outdoor ones, e.g. gardening, moving, cycling, swimming). In such cases, the recommended method is to use parameterizations based on the M -heart rate relationship. The heart rate means the average heart rate for the given activity and time interval, that is, it does not mean a momentary value. There are few of these parameterizations (Malchaire et al. 2017) and they are quite person-specific.

In light of all this, the goals of this study are the following:

- 1) to present an M -heart rate type parameterization for 2 people, and
- 2) to describe the determination methodology in detail. The measurements were carried out by the male and the female researcher of this work, respectively, in Martonvásár, Budapest and Szombathely, Hungary.

Subjects and Methods

Methodology

There are two data collection methods in human biometeorology: the transverse (cross-sectional) and longitudinal method. In the case of transverse data collection, the relationship is examined for many people in the same situation, but in the case of longitudinal data collection, the connection applies to individuals in different situations. This study reports on the method and results of a longitudinal data collection that two persons have been carrying out over the years.

Methodological notes. To determine the relationship between M and heart rate, we gathered the motion speed (V) and heart rate (HR) data simultaneously. Both sets of data characterize the state of the human body. The body state is not for a moment, but for a period of at least half a minute. Obviously, V and HR data represent the average values for the period. The observer was either standing or moving. If the observer was moving, he/she was either walking or running. The observer made sure that his movement was as smooth as possible without higher speed fluctuations. The V varied between $0.5\text{--}5\text{ ms}^{-1}$. Obviously, lower V values refer to longer distances (km), while larger V values refer to shorter (400 m, 800 m) or very short distances (200 m, 110 m). The longest distances were 3–5 km, the shortest distance was 110 m. For distances shorter than 110 m, the heart rate monitoring device no longer gave a signal, presumably due to the shortness of the period.

During our measurements, we used 2 devices: a Junso stopwatch and an Apple Watch smart watch. It should be noted that the Apple Watch smart watch forms a single unit with the Apple smart phone. The devices are presented in Figure 1.



Figure 1: The tools to gather information on human activity (heart rate, average moving speed).

The former device registered the length of the period, while the latter device served to register heart rate in BPM (beat per minute). As we knew the length of the road we have travelled, we easily estimated V from the length of the measured period. It should be noted that the registration of the HR – V connection was the most difficult for large V values, as the load must be continuous, which in our case was usually a minimum of half a minute. Such a registration sequence for large/larger HR – V values can be seen in Figures 2–3 for persons 1 and 2, respectively. In Figure 2, the $V_{\max}$ values (averaged V values when sprinting) varied between 4.31–4.62 m/s, and the corresponding HR values (the peaks of the wave-like curves) were between 135–145 BPM. In Figure 3, $V_{\max}$ values varied between 3.5–4.5 ms^{-1} , and the corresponding HR values were between 170–180 BPM. As we can see, the two cases are completely different for registered HR values.

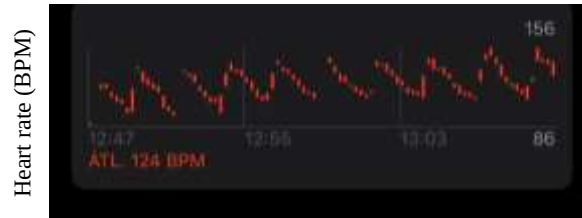


Figure 2: Temporal changes in heart rate (beats per minute, BPM) during 10 consecutive sprint-walk exercises based on smartphone data. The distance of both the sprint and walk is 110 m. The sprints were performed by person 1 in Martonvásár on June 3, 2022. The average sprint speed is assigned to the maximum value of the heart rate curve. The descending parts of the curve show the walking periods between sprints.



Figure 3: Temporal changes in heart rate (beats per minute, BPM) during 7 consecutive sprint-walk exercises based on smartphone data. The sprints were performed by person 2 in Budapest on November 2, 2024. The average sprint speed is assigned to the maximum value of the heart rate curve. The descending parts of the curve show the walking periods between sprints.

The location and period of measurements. The location of the measurements of person 1 is Martonvásár (geographical latitude 47.31 °N, geographical longitude 18.79 °E), more precisely, the running track surrounding the soccer field. The measurements took place between March 7, 2022 and June 26, 2023. The observed movement states: walking, running at different speeds. We also carried out observations in both lying (resting) and standing positions, respectively, in a home environment. We had a total of 519 measurements, the vast majority of which were during walking and running.

The location of the measurements of person 2 is Budapest along the Rákosszentmihály stream (geographical latitude 47.50 °N, geographical longitude 19.15 °E) and Szombathely (geographical latitude 47.24 °N, geographical longitude 16.60 °E). The measurements were taken from June 30, 2023 and February 2, 2025.

Parametrization of M. M is estimated for four different activities: resting, standing, walking and running. We don't differentiate between resting humans' M values because the differences are small (ISO8996 2004). In this case, for all humans

$$M_r = 55 \text{ Wm}^{-2}. \quad (1)$$

The human can stand, walk and run. In these cases, M (total metabolic heat flux density) is to be calculated as follows,

$$M = M_b + M_a, \quad (2)$$

where M_b is the basal metabolic heat flux density (Wm^{-2}) and M_a is the metabolic heat flux density (Wm^{-2}) associated with activity (standing, walking or running). As we see M_r and M_b values are different, M_r is always somewhat greater than M_b . M_b is parameterized according to Mifflin et al. (1990) for men and women, respectively

$$M_b^{male} [\text{kcal} \cdot \text{day}^{-1}] = 9.99 \cdot M_{bo} + 6.25 \cdot L_{bo} - 4.92 \cdot \text{age} + 5, \quad (3)$$

$$M_b^{female} [\text{kcal} \cdot \text{day}^{-1}] = 9.99 \cdot M_{bo} + 6.25 \cdot L_{bo} - 4.92 \cdot \text{age} - 161. \quad (4)$$

where M_{bo} is body mass (kg), L_{bo} is body length (cm) and *age* is the age expressed in years. In eqs. (3) and (4), the unit of M_b is W, to obtain it in Wm^{-2} , it must be divided by human body surface area A (m^2). The well-known Dubois and Dubois (1915) formula is applied,

$$A = 0.2 \cdot M_{bo}^{0.425} \cdot \left(\frac{L_{bo}}{100} \right)^{0.725}. \quad (5)$$

In the case of the standing human, $M_a = M_{st}$. According to the results of Amaro-Gahete et al. (2019) and Jádice et al. (2016), the metabolic heat flux density used up during standing is only slightly higher than the metabolic heat flux density used up while lying down. Based on this, we parameterized M_{st} as follows,

$$M_{st} = 1.1 \cdot M_b. \quad (6)$$

In the case of a walking human, $M_a = M_w$. M_w is parameterized according to Weyand et al. (2010) as follows,

$$M_w = V \cdot \frac{3.80 \cdot M_{bo} \cdot \left(\frac{L_{bo}}{100} \right)^{-0.95}}{A}. \quad (7)$$

where V is the walking speed.

In the case of a running human, $M_a = M_{run}$. M_{run} is parameterized according to Campbell and Norman (1997) as follows,

$$M_{run} = M_b \cdot 9 \cdot \left(\frac{V}{V_{max}} \right), \quad (8)$$

where V is average speed of running (ms^{-1}) and V_{max} is maximum running speed (ms^{-1}).

Establishing the M-heart rate connection. The M – HR connection can be estimated using the HR – V connection calculating M from V using the above equations. Obviously, the M – HR relationship depends on both the parametrization equations and the measured HR and V values. The relationship is statistical because of the individual scattering of HR values and due to individual fluctuations of V values. It is also obvious that the relationship is individual, but the shape of the regression curve is general (ISO8996 2004).

Anthropometric data

Measurements were carried out by the first and second authors of the paper (hereafter referred to as persons 1 and 2). Their anthropometric data together with the values of M_b and body mass index (BMI) are presented in Table 1.

Table 1. Human state variables as well as basal metabolic heat flux density and BMI values of the persons conducting measurements.

Persons	Sex	Age (years)	Body mass (kg)	Body length (cm)	Basal metabolic heat flux density (Wm^{-2})	BMI (kgm^{-2})
Person 1	male	67–68	89.0	190.5	40.8	24.65
Person 2	female	36–38	70.0	160.5	38.4	27.17

Results

By measuring the HR – V connection, we could also examine the M – V and M – HR connections. Below is the analysis of the point clouds of these relationships.

The relationship between heart rate and movement speed

The point clouds of the HR – V relationship are illustrated in Figure 4. The HR – V point clouds of the 2 people are clearly separated, their points are not mixed. This was caused by person-specific changes in HR and V values. For person 1, HR values, which are close to maximum HR (HR_{max}) values are lower (135–155 BPM) than for person 2 (155–170 BPM). It can also be seen that the heart rate of person 2 is 80–100 BPM when the walking speed is $0.5–1 ms^{-1}$. At the same time, person 1 did not walk more slowly than $1 ms^{-1}$.

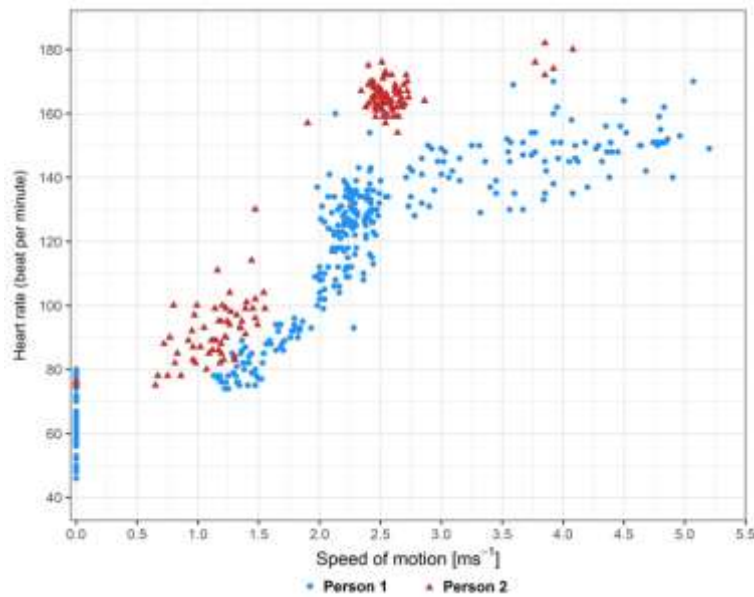


Figure 4: The point cloud of heart rate – average movement speed relationship for persons 1 and 2.

Heart rate values for both standing and slow walking states can be around 75–80 BPM, which is a sign that the function characterising the HR – V connection is continuous. We believe that this is true for both individuals. Based on the point clouds, the HR values of the two persons are distinct from each other. Person 2 has a higher heart rate than person 1, so the HR values of person 2 are greater than the ones of person 1. But the form of function characterising the HR – V connection is similar.

The relationship between metabolic heat flux density and movement speed

The point clouds of the M – V relationship are illustrated in Figure 5. The points are not scattered as the parametrization formulae were used (see section “Parametrization of M”). Three characteristics are noticeable: 1) M – V points form lines for both walking and running; 2) the lines of the person 2 have a slightly greater slopes than the lines of person 1; 3) for walking the slope of the M – V line is somewhat greater than the slope of the M – V line for running. The higher slope of M – V line for walking means that for the same speed V $M_{\text{walk}} > M_{\text{run}}$. Person 1 noticed this fact.

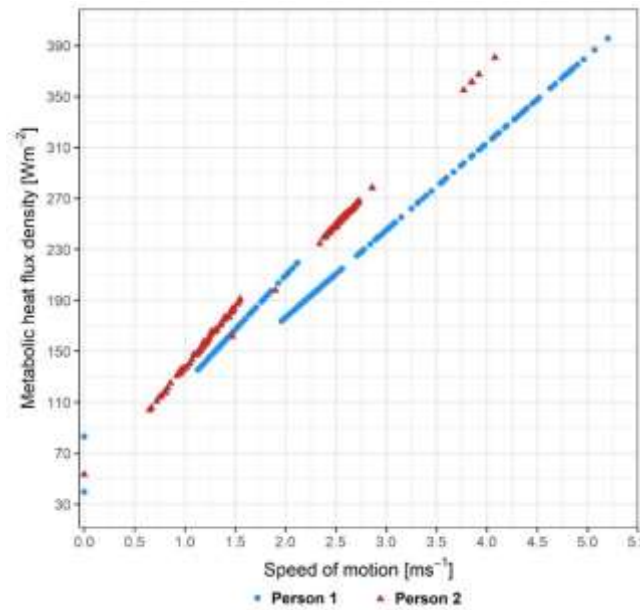


Figure 5: The point-cloud of metabolic heat flux density – average movement speed relationship for persons 1 and 2, respectively.

The relationship between metabolic heat flux density and heart rate

The point clouds of the M – HR relationship are presented in Figure 6. We focus on person 1, as in this case the distribution of M – HR points is more continuous. It is noticeable that the value range of the HR values is continuous. The lowest HR values are between 50–60 BPM in a resting, lying position, the highest HR values are around 160–170 BPM, when person 1 is under maximum load.

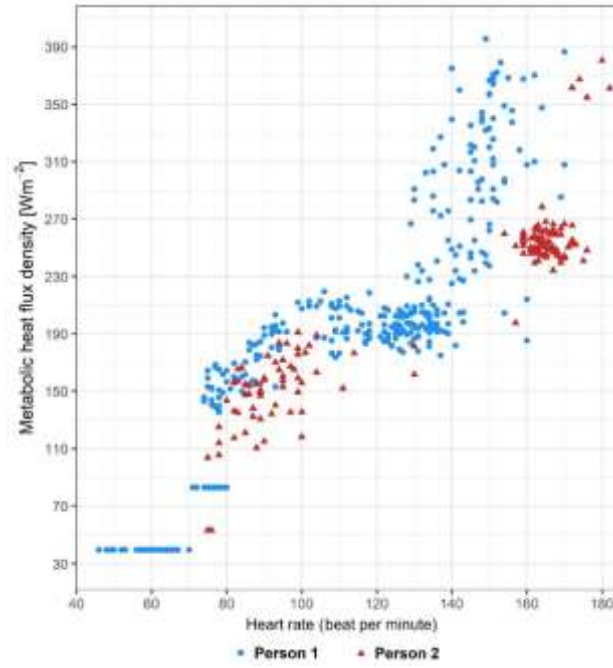


Figure 6: The point-cloud of metabolic heat flux density – heart rate relationship for persons 1 and 2, respectively.

However, the value range of M values is not continuous. The M values are clearly separated, when the person is in resting position (55 Wm^{-2}), or it stands ($80\text{--}90 \text{ Wm}^{-2}$) or moves ($130\text{--}390 \text{ Wm}^{-2}$). This, of course, is based on the parametrizations specified (eqs. 1–8). Let's look at the M – HR relationship in more details during walking and running, that is, when one moves. This point cloud can be divided into two parts: a) a part with a smaller slope (segment 1) where the $(\Delta M/\Delta HR)$ ratio is approximately $40 \text{ Wm}^{-2}/60 \text{ BPM}$, that is $2/3 \text{ Wm}^{-2}/\text{BPM}$ (the range of speeds less than 2.5 ms^{-1}) and b) a part with a much greater slope (segment 2) where the $(\Delta M/\Delta HR)$ ratio is approximately $200 \text{ Wm}^{-2}/20 \text{ BPM}$, that is $10 \text{ Wm}^{-2}/\text{BPM}$ (the range of speeds larger than 2.5 ms^{-1}). Despite the great difference between the slopes, the M – HR relationship is continuous. The points of M – HR relationship for person 2 are not evenly distributed.

The set of points for both persons can also be seen as a single set of points. In this case, the scattering of the points will be greater, and the general characteristics will be slightly modified. The slopes of the M – HR lines will change. The slope of the M – HR line in the segment 1 will be somewhat greater but the slope of the M – HR line in segment 2 will be somewhat smaller. In this case, the point-cloud can be approached by the following regression curve,

$$M = 4.13 \cdot 10^{-4} \cdot HR^3 - 1.18 \cdot 10^{-1} \cdot HR^2 + 12.08 \cdot HR - 259.8. \quad (9)$$

The correlation coefficient is 0.75.

Discussion

In this study, we deal with parametrization of metabolic heat flux density and related human biometeorological applications. The presented M parametrization is a new parametrization, M – HR based, which is the highest in terms of complexity levels given in the ISO8996 (2004) study. The novelty of the study is in the methodology used, since the M – HR connection was determined based on the measurement of the V – HR connection by calculating M on the basis of V. During the measurement of the V – HR relationship, the weather, clothing, and the observer's mental state obviously varied. During these measurements, we did not register weather variability, as we established that in the case of a healthy person, HR is independent of weather thermal load (Ács et al. 2024). V depends on the quality of the surface, not the weather, apart from extreme weather conditions, in which we did not measure. We observed a slight seasonality in $V_{\max}$. The values are lower in winter and somewhat higher in summer. The clothing worn was always appropriate for the given weather conditions, which obviously varied seasonally. The study of Ács and his colleagues (2023) provides more information on the types of clothing worn and the seasonal changes in the thermal insulation capacity of clothing. Regarding the mental state, it is important to highlight that the person performing the measurements was always motivated, never listless or tired, as if we knew that this was pioneering work.

In addition to the methodology used, the new result is that the slope of the M – HR connection lines is significantly different for the smaller and larger HR values. Our study also shows that the M – HR relationship is person-specific. This means that the course of the point-clouds is similar, but there may be significant differences between $HR_{\min}$, $M_{\min}$ and $HR_{\max}$, $M_{\max}$ values. Malchaire et al. (2017) also highlight the importance of the extreme values in the M – HR relationship. It can also be noted that the M – HR connection was provided for a person aged 67–68, and such an elderly person is not included in the ISO8996 (2004) study.

Nowadays, PET (Physiologically Equivalent Temperature; Höppe 1999) and UTCI (Universal Thermal Climate Index; Blazejczyk et al. 2010) models are the most commonly used human biometeorological models. In these models, the human is a “reference” human who is walking with a speed of 4 kmh^{-1} (1.1 ms^{-1}). The body shape of reference people is mesomorphic (Zsákai and Bodzsár 2014). The M value of a person with defined activity and body shape is constant. But not all thermal load index models use the concept of a “reference” person (Ács et al. 2021, 2024). In the models that use the concept of “individuals”, the M quantity is parameterized, the most commonly parameterizations used have been shown (eqs. 1–8) in the study. But these are basically M – V relationships. There are no M – HR based relationships. This study is intended to partially compensate for this shortage. M – HR based studies are also important because there are many activities that cannot be parametrized by V.

Nowadays we are in the age of smart devices. Without them, this study would not have been made possible, this is especially true for heart rate data. However, people who make measurements and observations are just as important as the device since human biometeorological observations and measurements require free time, motivation and dedication, in addition to having basic meteorological and anthropological knowledge. In our opinion, with the spread of smart devices, human biometeorological analyses will tend to be more individualized.

Finally, let's answer the question in the title! The characterization of the M – HR relationship – even if only in the case of 2 persons – is the first attempt of this type in our

country. The $M - HR$ relationship has high interpersonal variability (Bröde and Kampmann, 2019), this is a methodological disadvantage, but its great advantage is that it makes possible to determine M for any activity if the heart rate associated with the activity is known. We assume that the use of HR information will increase with the spread of smart devices.

Conclusion

In this study, we dealt with parametrization methods for calculating metabolic heat flux density and presented a new $M - HR$ based parametrization. We have come to the following conclusions: 1) the appearance of smart devices stimulates the process of individualizing human biometeorological analyses, 2) despite the fact that $M - HR$ based formulae are person-specific, they are capable of approaching the values of M . Obviously, there is a need for doing more similar studies to make for an even more reliable pool of knowledge.

References

- Amaro-Gahete, F.J., Sanchez-Delgado, G., Alcantara, J.M.A., Martinez-Tellez, B., Acosta, F.M., Merchan-Ramirez, E., Löf, M., Labayen, I., Ruiz, J.M. (2019): Energy expenditure differences across lying, sitting, and standing positions in young healthy adults. *PLoS One*, 14(6): e0217029. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217029>
- Auliciems, A., Kalma, J.D. (1979): A climatic classification of human thermal stress in Australia. *Journal of Applied Meteorology*, 18(5): 616–626. DOI: [https://doi.org/10.1175/1520-0450\(1979\)018<0616:ACCOHT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0450(1979)018<0616:ACCOHT>2.0.CO;2)
- Ács, F., Zsákai, A., Kristóf, E., Szabó, A.I., Breuer, H. (2021): Human thermal climate of the Carpathian Basin. *International Journal of Climatology*, 41(S1): E1846–E1859. DOI: <https://doi.org/10.1002/joc.6816>
- Ács, F., Szalkai, Z., Kristóf, E., Zsákai, A. (2023): Thermal Resistance of Clothing in Human Biometeorological Models. *Geographica Pannonica*, 27(2): 83–90. DOI: <https://doi.org/10.5937/gp27-40554>
- Ács, F., Kristóf, E., Zsákai, A. (2024): Weather dependence of heart rate and skin surface evaporation: an analysis for selected summer weather conditions (in Hung.). *Léghő*, 69(4): 231–241. DOI: <https://doi.org/10.56474/legkor.2024.4.4>
- Blazejczyk, K., Krawczyk, B. (1994): Bioclimatic research of the human heat balance. Polish Academy of Sciences, Institute of Geography and Spatial Organization, 28. pp. 66.
- Blazejczyk, K., Bröde, P., Fiala, D., Havenith, G., Holmér, I., Jendritzky, G., Kampmann, B., Kunert, A. (2010): Principles of the New Universal Thermal Climate Index (UTCI) and its Application to Bioclimatic Research in European Scale. *Miscellanea Geographica*, 14, 91–102. DOI: <https://doi.org/10.2478/mgrsd-2010-0009>
- Bröde, P., Kampmann, B. (2019): Accuracy of metabolic rate estimates from heart rate under heat stress—an empirical validation study concerning ISO8996. *Industrial Health*, 57: 615–620.
- Campbell, G.S., Norman, J.M. (1998): *An Introduction to Environmental Biophysics*. 2nd ed. Springer, New York. pp. 286.
- Dubois, D., Dubois, E.F. (1916): A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. *Archives of Internal Medicine*, 17: 863–871.
- Höppe, P. (1999): The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology*, 43(2): 71–75. DOI: <https://doi.org/10.1007/s004840050118>
- ISO8996 (2004): *Ergonomics of the thermal environment - Determination of metabolic rate*. International Standard Organisation., Geneva, Switzerland, 14 pp.

- Judice, P.B., Hamilton, M.T., Sardinha, L.B., Zderic, T.W., Silva, A.M. (2016): What is the metabolic and energy cost of sitting, standing and sit/stand transitions? *European Journal of Applied Physiology*, 116: 263–273. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3279-5>
- Malchaire, J., d'Ambrosio Alfano, F.R., Palella, B.I. (2017): Evaluation of the metabolic rate based on the recording of the hearth rate. *Industrial Health*, 55: 219–232. DOI: <https://doi.org/10.2486/indhealth.2016-0177>
- Mifflin, M.D., St Jeor, S.T., Hill, L.A., Scott, B.J., Daugherty, S.A., Koh, Y.O. (1990): A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. *American Journal of Clinical Nutrition*, 51(2): 241–247. DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/51.2.241>
- Potchter, O., Cohen, P., Lin, T.-P., Matzarakis, A. (2018): Outdoor human thermal perception in various climates: A comprehensive review of approaches, methods and quantification. *Science of The Total Environment*, 631–632, 390–406. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.276>
- Weyand, P.G., Smith, B.R., Puyau, M.R., Butte, N.F. (2010). The mass-specific energy cost of human walking is set by stature. *Journal of Experimental Biology*, 213: 3972–3979. DOI: <https://doi.org/10.1242/jeb.048199>
- Zsákai, A., Bodzsár, É. (2014) The relationship between body structure and the socioeconomic status in Hungarian children and adolescents. *Collegium Antropologicum*, 38(2): 479–485.

Mailing address: Ferenc Ács
 Department of Meteorology
 Eötvös Loránd University
 Pázmány P. s. 1/a
 H-1117 Budapest
 Hungary
acs@staff.elte.hu

NÖVEKEDÉSI HORMONNAL KEZELT GYERMEKEK NÖVEKEDÉSI MINTÁZATÁNAK VIZSGÁLATA

Annár Dorina Szilvia

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Embertani Tanszék, Budapest
Témavezetők: Dr. Zsákai Annamária és Dr. Muzsnai Ágota

Annár D. Sz.: *Investigation of growth pattern in children treated with growth hormone. The main aims of the PhD work were to examine the biological and birth status of children treated with growth hormone, to develop national height-for-age growth charts, to analyse their growth patterns, and to identify the key factors influencing their growth trajectory. The data of 123 children with growth hormone deficiency (85 boys and 38 girls) and 45 children with Turner syndrome, who attended the endocrinology clinic at the North Buda St. John's Centre Hospital, were retrospectively reviewed. The analyses of the biological status of children treated with growth hormone revealed that, compared to other European nations, hormone treatment for children in Hungary was initiated later and after a more pronounced height deficiency. However, early hormone replacement was critical for achieving target height. Additionally, we presented previously unavailable data on the biological status of Hungarian girls with Turner syndrome, which are highly relevant to assessing treatment efficiency. In our examination of birth status, we were the first who applied the MDN-percentile matrix in children treated with growth hormone. This approach confirmed that the method is effective in identifying children who are likely to require growth hormone treatment in the future. Furthermore, the application of this method revealed that a significant proportion of children with growth hormone deficiency fell into the "PN-LWR category", which was associated with the highest rates of stillbirth and infant mortality. It is worth to explore whether a common underlying cause might be responsible, of which the impaired GH production is a milder outcome. Using the Preece–Baines I model, we were the first to develop disease-specific height-for-age growth references for boys and girls with growth hormone deficiency, both nationally and internationally. Additionally, we were the first to create height-for-age growth references for GH-treated girls with Turner syndrome in Hungary. We were also the first to analyse growth trajectories among growth hormone-treated children by categorizing them by their growth rate. Furthermore, in our investigation of the factors influencing growth, the existing scientific literature was validated and extended by incorporating variables that had previously received little attention. The results of our analyses may contribute to the early diagnosis of children requiring growth hormone treatment, allow for more precise monitoring of growth by using disease-specific growth references, assist in the planning of treatment protocols, and optimize treatment strategies, ultimately improving the long-term health outcomes and quality of life for these children.*

Keywords: Children treated with growth hormone; Turner syndrome; Postnatal growth; Disease-specific growth references.

Bevezetés

A gyermek- és serdülőkori biológiai állapot egyike azoknak a legfontosabb tényezőknek, amelyek a felnőttkori általános egészségi állapotot meghatározzák. Az általános egészségi állapot fontos mutatója csecsemőkorban a fejlődést tükröző testtömeggyarapodás, gyermek- és serdülőkorban a testmagasság általános növekedésmenete, valamint a serdülőkori növekedési lökés jellemzőinek együttese (Cole 2002). A normál

testi fejlődés egyik legfontosabb szomatikus feltétele a neuroendokrin rendszer megfelelő működése, valamint a szövetek hormonok, faktorok iránti megfelelő érzékenysége (Devesa és mtsai 2016). E tekintetben is kiemelt jelentőségű az ún. szomatotrop tengely működése, a növekedési hormon, növekedési faktorok, a növekedési hormon termelődését szabályzó hipotalamikusan hormonok és a tengely működéséhez elengedhetetlen további szignálmolekulák megfelelő szinten történő termelődése (Waters és Brooks 2012). Ezért a szomatotrop tengely működését érintő krónikus gyermekkori betegségek, jelentős hatással vannak a testi fejlődés mintázatára, a felnőttkori egészségi állapotra és életminőségre (Patel 2008).

A növekedési hormon-hiányos gyermekek auxológiai vizsgálatainak eredményei segíthetik az egészséges gyermekek növekedéséhez és az adott krónikus betegségben szenvedő gyermekek átlagos növekedéséhez képest mutatott növekedési retardáció mértékének felmérését (Dantas és mtsai 2021, Annár és mtsai 2022a, Széchenyi és mtsai 2022). A rendellenes növekedési és érési mintázat pontos megismerése több szempontból is kiemelt jelentőségű. Fontos a fejlődési rendellenességgel született, ill. krónikus beteg gyermekek növekedési mintázatának leírása az egészséges gyermekek testi fejlődésének tükrében, hogy jobban megértsük a betegségek és rendellenességek biológiáját, illetve, hogy a testi fejlődés szabályozását minél pontosabban feltárhassuk. Szintén nagyon fontos, hogy betegség- specifikus növekedési referencia-sorozatokot szerkesszünk a kiszűrt abnormális növekedésű gyermekek kezeléséhez, a társbetegségek diagnózisának gyorsabb felállításához.

A doktori munka tárgya azon klasszikus növekedési hormon-hiányos, valamint Turner-szindrómás gyermekek hazai testmagassági referencia-sorozatainak ismertetése, növekedés mintázatuk elemzése, illetve a növekedésüket befolyásoló legfontosabb tényezők bemutatása, akik növekedési hormon kezelésben részesültek.

Vizsgálati célkitűzések

A doktori munka fő célkitűzési közé tartozott

- 1) növekedési hormonnal kezelt klasszikus növekedési hormon-hiányos és Turner-szindrómás gyermekek kezelés kezdetén, illetve kezelés befejezésekor az endokrinológiai szakrendelésen rögzítésre kerülő adatainak átfogó elemzése;
- 2) a vizsgált betegcsoportok születéskori státuszának elemzése az Érettség–Fejlettség–Tápláltság-mátrix segítségével;
- 3) a betegcsoportok betegség-specifikus növekedési referencia-sorozatainak megszerkesztése az egyedi növekedésmenetek Preece–Baines I. modellel történő becslésével;
- 4) a növekedésmenet összehasonlítása a betegcsoportok PHV bekövetkeztének életkora szerinti korai, átlagos és késői növekedésű alcsoportjainál;
- 5) a betegcsoportok növekedésmenetét befolyásoló legfontosabb tényezők feltárása komplex több szempontú elemzés során.

Vizsgált személyek és alkalmazott módszerek

Vizsgálataink során az Észak-budai Szent János Centrumkórház endokrin szakrendelésén 1975 és 2016 között kezelt 123 növekedési hormon-hiányos (85 fiú; 38 leány) és 45 Turner-szindrómás gyermek adatait dolgoztuk fel retrospektív módon.

A biológiai státusz elemzéséhez az endokrin szakrendelésen minden esetben rögzítésre és követésre kerülő adatokat használtuk. A vizsgálatokat az Észak-budai Szent János Centrumkórház munkatársai végezték. A csontkor meghatározása Greulich–Pyle-módszerrel (Greulich és Pyle 1959), a GH termelési kapacitás vizsgálata pedig GH provokációs tesztek segítségével történtek. A pubertás stádiumának megállapításához a másodlagos nemi jelek Tanner szerinti osztályozását vették figyelembe. A célmagasságot szülői középmagasság alapján határoztuk meg (Tanner és mtsai 1970). A testmagasság, célmagasság, növekedési nyereség, illetve puberális növekmény esetében a vizsgálatok, illetve a diagnózis megállapítása során az eltérő életkorokból fakadó különbségek kiküszöbölése érdekében SDS-értékeket számoltunk az Országos Longitudinális GyermeKNövekedés-vizsgálat (OLGYV; Joubert és mtsai 2006) adatait alapul véve.

A születéskori státusz elemzéséhez a gyermekek gesztációs életkorára, nemére, születéskori testhosszúságára és születéskori testtömegére vonatkozó adatokat használtuk fel. A születéskori testhosszúság és testtömeg percentilis értékeit minden esetben a születési évnék, gesztációs időnek és nemnek megfelelő, hazai referencia-sorozatok alapján határoztuk meg (Joubert 1983, 2000, Joubert és mtsai 2016) A gyermekek újszülöttkori tápláltsági állapotát, illetve az intrauterin növekedési retardáció típusát az ÉFT-percentilis-mátrix segítségével vizsgáltuk (Berkő és mtsai 2023).

A testmagasság növekedésmenetének vizsgálatát az egyedi, longitudinális növekedési adatokra illesztett Preece–Baines I. modell (Preece és Baines 1978) segítségével vizsgáltuk. A modell illesztését minden gyermek esetében 8 és 20 éves kor között végeztük el. A modell illesztésének pontosságát a reziduális értékek szórásával ellenőriztük és akkor tekintettük elfogadhatónak, ha nem haladta meg a 0,5 cm-t. A növekedési sebesség-görbéket a Preece–Baines I. modell első deriváltja alapján határoztuk meg. A modell alapján illesztett, egyedi növekedési görbék adataiból az LMS módszer segítségével (Cole és Green 1992) a vizsgált betegcsoportra jellemző referencia-percentilis görbéket (10., 50., 90.) szerkesztettünk.

A növekedési hormonnal kezelt gyermekek PHV bekövetkeztének életkora szerinti csoportosítása során az OLGYV (Joubert és mtsai 2006) átlagos növekedésű gyermekek PHV korának átlagát (fiúk: 13,4 év, leányok: 11,2 év) vettük alapul. A csoportosítás során átlag ± 1 év határértékeket használtunk (Malina és mtsai 2021).

A betegcsoportok testmagasságának referencia-percentilis görbéit, illetve a betegcsoportok PHV bekövetkeztének életkora alapján elkülönített alcsoportjainak növekedését jellemző, biológiailag is értelmezhető tulajdonságait az OLGYV (Joubert és mtsai 2006) adataihoz hasonlítottuk. A Turner-szindrómás leányok esetében az életkoronkénti testmagasságot a Ranke és munkatársai-féle (Ranke és mtsai 1983), Turner-szindrómára specifikus standardokkal is összehasonlítottuk.

A statisztikai elemzéseket minden esetben leíró statisztika elvégzésével kezdtük. A folytonos változók eloszlását Shapiro–Wilk próbával vizsgáltuk. A normalitást, valamint az elemszámot figyelembe véve az egyváltozós statisztikai eljárások során nem-parametrikus próbákat alkalmaztunk. A biológiai státuszt jellemző paraméterek közötti kapcsolat vizsgálatához Spearman-féle rangkorrelációt végeztünk. A biológiai státuszt jellemző paraméterek, illetve a növekedésmenetet jellemző biológiailag is értelmezhető paraméterek betegcsoportok közötti összehasonlítását Mann–Whitney-teszt segítségével végeztük el. A betegcsoportok születéskori státuszát jellemző paramétereinek relatív előfordulási gyakoriságának, illetve eloszlásának a hazai referencia-sorozatokhoz történő hasonlítása során Fischer-féle egzakt tesztet alkalmaztunk. A betegcsoportok növekedés görbéinek, illetve növekedés menetüket jellemző paramétereinek referencia-sorozatokhoz

történő hasonlítását egymintás Wilcoxon-próbával végeztük. A betegcsoportok növekedésmentét, kezelés alatti növekedés nyereségét, illetve puberális növekményét befolyásoló tényezőket többszörös lineáris regresszió segítségével végeztük. Az elemszámra való tekintettel a modelleket ún. stepwise módszerrel illesztettük. A többszörös lineáris regresszió feltételeinek ellenőrzését elvégeztük. Hipotéziseinket 5%-os szignifikancia-szinten teszteltük.

Vizsgálati eredmények megvitatása, új tudományos eredmények (UTE) bemutatása

Növekedési hormon kezelésben részesült gyermekek endokrinológiai rendelésen rögzítésre került adatainak elemzésére vonatkozó átfogó kutatások eredményei hazánkban limitált számban állnak rendelkezésünkre (Széchenyi és mtsai, 2022). Pedig ezen kutatások eredményei a gyermekorvosi gyakorlatban kiemelt jelentőséggel bírhatnak. A növekedési hormon-kezelt gyermekek biológiai státuszának elemzése rávilágított arra, hogy más európai országokkal összehasonlítva hazánkban később, illetve nagyobb testmagasság elmaradás esetén kezdődik meg a gyermekek hormonkezelése, pedig a célmagasság elérése szempontjából a korai hormonpótlás kiemelt jelentőségű (Karavanaki és mtsai 2001, Széchenyi és mtsai, 2022). Turner-szindrómás lányok biológiai státuszára vonatkozó hazai eredmények hazánkban eddig nem kerültek bemutatásra. Új tudományos eredménynek (UTE 1) tekinthető a Turner- szindrómás lányok biológiai státuszára vonatkozó hazai eredmények bemutatása, illetve összehasonlítása növekedési hormon-hiányos lányok eredményeivel. Elemzéseink alapján hazánkban a Turner-szindrómás lányok a növekedési hormon pótló kezelést későbbi életkorban kezdik, illetve a kezelés alatti növekedési nyereségük kisebb mértékű, mint a növekedési hormon- hiányos lányok esetében.

Az újszülöttkori egészségi állapot és életképesség értékelésének kiemelten fontos eszköze a testfejllettségi és a tápláltsági állapot terhességtartam szerinti referenciák alapján történő értékelése. Beteg gyermekek esetében ezen mutatók értékelése még nagyobb jelentőséggel bír, hiszen a lehetséges szövődmények és későbbi egészségi problémák korai indikátoraként szolgálhatnak (Berngard és mtsai 2013). Új tudományos eredményként (UTE 2) szolgál az ÉFT- percentilis-mátrix első gyakorlati alkalmazása klasszikus növekedési hormon-hiányos és Turner-szindrómás gyermekek születés kori testfejllettségének és tápláltsági állapotának meghatározásához. Eredményeink megerősítik, hogy a módszer alkalmas lehet arra, hogy kijelölje azokat a gyermekeket, akiknél érdemes azokat a vizsgálatokat korábban megindítani, amelyek elvezetnek a GH-kezelést indikáló diagnózis felállításához.

Továbbá új tudományos megfigyelés (UTE 3), hogy a klasszikus növekedési hormon-hiányos gyermekek 12,24 százaléka a gesztációs kornak megfelelő születés kori testhossz és testtömeg alapján hossz- és súlyfejllettségükben retardált (HSR) kategóriából került ki. Eredményünk felhívja a figyelmet arra, hogy a HSR kategóriában előforduló magas halvaszületés és csecsemőhalálozás gyakorisága tovább elemzendő esetleges GH-hiányra fókuszálva.

A növekedésvizsgálatok egyik kiemelten fontos célja, hogy a gyermekek testméreteire, illetve biológiai jellemzőire referenciákat határozzanak meg. A megfelelő növekedési referenciák hatékony eszközként szolgálnak az egészségi állapot megítéléséhez, az esetleges eltérések korai azonosításához (De Onis és mtsai 2006), illetve hozzájárulhatnak az egészségügyi intervenciók tervezéséhez (Annár és mtsai 2022b, Zsákai és mtsai 2023). Beteg gyermekek esetében, akiknek növekedése eleve eltér a népességre jellemző

mintázattól, klinikai jelentősége van a betegség-specifikus növekedési referenciáknak. Növekedési hormon- hiányos fiúk és leányok esetében jelenleg nem áll rendelkezésre a testmagasság betegség-specifikus növekedési görbéje. Az endokrinológiai gyakorlatban a gyermekek testmagasságának vizsgálatát az egészséges gyermekek referencia-görbéin követik nyomon (Joubert és mtsai 2006). Új tudományos eredmény (ÚTE 4) a GH-kezelt növekedési hormon- hiányos fiúk és leányok testmagasság referencia-percentiliseinek (10., 50., 90. percentilisek) megszerkesztése 8–18 éves kor között, amelyek az első betegség-specifikus növekedési referencia-sorozatok mind hazai, mind pedig nemzetközi viszonylatban. Eredményeink kiegészítésként szolgálhatnak a gyermekek endokrinológiai szakrendelésen a növekedési hormon-terápia sikerességének monitorozásához.

Turner-szindrómás leányok testmagasságának alakulását hazánkban jelenleg nemzetközi adatokra épült GH-kezelésben nem részesült betegség-specifikus növekedési görbéin (Ranke és mtsai 1983), illetve az egészséges gyermekek referencia-görbéin követik nyomon (Joubert és mtsai 2006). Hazai GH-kezelésben részesült Turner-szindrómára specifikus görbe jelenleg nem áll rendelkezésre. Új tudományos eredmény (ÚTE 5) a GH-kezelt Turner-szindrómás leányok testmagassága referencia-percentiliseinek (10., 50., 90. percentilisek) megszerkesztése 8–18 éves kor között, amely az első hazai betegség-specifikus növekedési referencia-sorozat, és a már alkalmazásban lévő európai, erre a betegcsoportra kidolgozott referencia-sorozat mellett, kiegészítésként szolgálhat a hazai gyermekek endokrinológiai szakrendelésen történő monitorozásához.

A növekedés menet modellezése során azt tapasztaltuk, hogy az egyéni illesztett testmagasság távolság- és sebességgörbéi nagy szóródást mutatnak. Ezért a PHV bekövetkezése alapján korai, átlagos és késői növekedésű alcsoportokra különítettük el az elemzésbe bevont gyermekeket és összehasonlítottuk növekedésük mintázatát. Eredményeink alapján az alcsoportok növekedésének mértéke és időzítetttsége is különbséget mutatott. Azonban a végleges testmagasságuk nem különbözött jelentősen. Új tudományos eredményként (ÚTE 6) szolgálnak a növekedési hormonnal kezelt gyermekek növekedési üteme alapján elkülönített alcsoportok elemzésének eredményei, amelyek szerint a serdülőkori növekedés kitüntetett időpontjai, serdülőkori növekedés kezdetének sebessége és a PHV azonos mértékben járulnak hozzá a felnőttkori testmagassághoz. Ennek fényében megállapítható, hogy a GH-kezelés összességében nem írja felül a pubertásból eredő magasság-gyarapodást. Eredményeink segítséget nyújthatnak az optimálisnak vélt kezelések értékelésében és pontosításában.

A növekedés menet modellezése során az illesztett görbék szóródása felhívta a figyelmet arra is, hogy a növekedést jellemző, biológiailag is értelmezhető paraméterek értékei a vizsgált betegcsoportok esetében nagyon különbözőek. Napjainkban a növekedési hormon-terápia hatékonyságára és hosszú távú eredményeire irányuló kutatások már számos esetben elérhetők (Reiter és mtsai 2006, Ranke 2021), azonban a növekedési hormonnal kezelt gyermekek növekedési ütemével és sebességével összefüggésben álló tényezők többszempontú átfogó vizsgálatára vonatkozó kutatások még korlátozott számban állnak rendelkezésünkre. Új tudományos eredményeink (ÚTE 7) szerint a növekedési hormonnal kezelt gyermekek serdülőkori növekedésének kezdetét, a PHV bekövetkeztének időpontját, illetve a növekedés befejezésének életkorát leginkább genetikai tényezők (nem, kariotípus) befolyásolják.

Továbbá új tudományos eredményként (ÚTE 8) szolgálnak a növekedési hormon kezelésben részesült gyermekek felnőttkori testmagasságához kapcsolódó többváltozós vizsgálataink eredményei, amelyek szerint a GH-kapacitás, a kariotípus, a születési testtömeg és a születési testhossz egyaránt összefüggést mutat a felnőttkori

testmagassággal. Eredményeink ebben az elemzésben is megerősítik, hogy a születéskori státusz meghatározásában a születési testtömeg mellett a születési testhossznak is jelentős szerepe van.

Végül új tudományos eredmény (ÚTE 9) a növekedési nyereséggel, illetve a puberális növekménnyel összefüggő tényezők többváltozós vizsgálata növekedési hormonnal kezelt gyermekek körében. Eredményeink szerint a GH-kapacitás, a csontkor elmaradása, a kezelés kezdetének életkora és a kariotípus egyaránt összefüggésben áll a kezelés alatti növekedési nyereség mértékével. Míg a csontkorelmaradás és a kariotípus a puberális növekménnyel áll kapcsolatban.

Felhasznált irodalom

- Annár, D., Fehér, P., Zsákai, A., Muzsnai, Á. (2022a): A proposal for the adjustment of bone mineral density for body dimensions in children. *Anthropologischer Anzeiger*, 79(3): 245–252. DOI: <https://doi.org/10.1127/anthranz/2021/1516>
- Annár, D., Rátz-Sulyok, F.Zs., Zsákai, A., Muzsnai, Á. (2022b): Növekedési hormonnal kezelt gyermekek növekedésmintázatának jellemzői. *Gyermekgyógyászati Továbbképző Szemle*, 27(2): 46–49.
- Berkő, P., Joubert, K., Zsákai, A. (2023): Proposal to expand the concept of intrauterine growth retardation/restriction and separate five types of IUGR using the MDN method. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 19(3): 1075–1083. DOI: <https://doi.org/10.30574/wjarr.2023.19.3.1833>
- Bergard, S.C., Bergard, J.B., Krebs, N. F., Garcés, A., Miller, L.V., Westcott, J., Wright, L.L., Kindem, M., Hambidge, K.M. (2013): Newborn length predicts early infant linear growth retardation and disproportionately high weight gain in a low-income population. *Early Human Development*, 89: 967–972. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2013.09.008>
- Cole, T.J. (2002): Assessment of growth. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*, 16(3): 383–398. DOI: <https://doi.org/10.1053/beem.2002.0209>
- Cole, T.J., Green, P.J. (1992): Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalized likelihood. *Statistics in Medicine*, 11(10): 1305–1319. DOI: <https://doi.org/10.1002/sim.4780111005>
- Dantas, N.C., Braz, A.F., Malaquias, A., Lemos-Marini, S., Arnhold, I.J., Silveira, E.R., Antonini, S.R., Guerra-Junior, G., Mendonca, B., Jorge, A., Scalco, R.C. (2021): Adult height in 299 patients with turner syndrome with or without growth hormone therapy. *Hormone Research in Paediatrics*, 94(1-2): 63–70. DOI: <https://doi.org/10.1159/000516869>
- De Onis, M., Onyango, A.W., Borghi, E., Garza, C., Yang, H., WHO Multicentre Growth Reference Study Group. (2006): Comparison of the World Health Organization (WHO) Child Growth Standards and the National Center for Health Statistics/WHO international growth reference. *Public Health Nutrition*, 9: 942–947. DOI: <https://doi.org/10.1017/PHN20062005>
- Devesa, J., Almengló, C., Devesa, P. (2016): Multiple effects of growth hormone in the body: is it really the hormone for growth? *Clinical Medicine Insights: Endocrinology and Diabetes*, 9: 47–71. DOI: <https://doi.org/10.4137/CMED.S382>
- Greulich, W.W., Pyle, S.I. (1959): *Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist*. Stanford University Press, Stanford.
- Joubert, K. (1983): A születési súly és születési hossz standard az 1973-78. évben élveszületett újszülöttek adatai alapján. *Demográfia*, 26(1): 107–139.
- Joubert, K. (2000): Magyar születéskori testtömeg-és testhossz-standardok az 1990–96. évi országos élveszületési adatok alapján. *Magyar Nőorvosok Lapja*, 63(12): 155–163.
- Joubert, K., Darvay, S., Gyenis, Gy., Éltető, Ö., Mag, K., van't Hof, M., Ágfalvi, R. (2006): *Az Országos Longitudinális Gyermeknövekedés-vizsgálat eredményei születéstől 18 éves korig*. I. A KSH NKI Kutatási Jelentései 83. KSH Népeségtudományi Kutatóintézet, Budapest.

- Joubert, K., Zsákai, A., Berkő, P. (2016): Születés kori testtömeg-, testhossz- és BMI-standardok a 2000–2012. évi országos élveszületési adatok alapján. *Demográfia*, 58(2–3): 173–196.
- Karavanaki, K., Kontaxaki, C., Maniati-Christidi, M., Petrou, V., Dacou-Voutetakis, C. (2001): Growth response, pubertal growth and final height in Greek children with growth hormone deficiency on long-term GH therapy. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism*, 14: 397–406. DOI: <https://doi.org/10.1515/JPEM.2001.14.4.397>
- Malina, R.M., Koziele, S.M., Králik, M., Chrzanowska, M., Suder, A. (2021): Prediction of maturity offset and age at peak height velocity in a longitudinal series of boys and girls. *American Journal of Human Biology*, 33(6): e23551. DOI: <https://doi.org/10.1002/ajhb.23551>
- Preece, M.A., Baines, M.K. (1978): A new family of mathematical models describing the human growth. *Annals Human Biology*, 5: 1–24. DOI: <https://doi.org/10.1080/03014467800002601>
- Ranke, M.B. (2021): Short and long-term effects of growth hormone in children and adolescents with GH deficiency. *Frontiers in Endocrinology*, 12: 720419. DOI: <https://doi.org/10.3389/fendo.2021.720419>
- Ranke, M.B., Pflüger, H., Rosendahl, W., Stubbe, P., Enders, H., Bierich, J.R., Majewski, F. (1983): Turner syndrome: spontaneous growth in 150 cases and review of the literature. *European Journal of Pediatrics*, 141(2): 81–88. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00496795>
- Reiter, E.O., Price, D.A., Wilton, P., Albertsson-Wikland, K., Ranke, M.B. (2006): Effect of growth hormone (GH) treatment on the near-final height of 1258 patients with idiopathic GH deficiency: analysis of a large international database. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 91(6): 2047–2054. DOI: <https://doi.org/10.1210/jc.2005-2284>
- Széchenyi, R., Móritz, M., Sallai, Á. (2022): Adatok a gyermekkori növekedési hormon-hiány miatt gondozott betegeinkről. *Gyermekegyógyászat*, 73(3): 131–136.
- Tanner, J.M., Goldstein, H., Whitehouse, R.H. (1970): Standards for children's height at ages 2–9 years allowing for height of parents. *Archives of Disease in Childhood*, 45(244): 755–762. DOI: <https://doi.org/10.1136/adc.45.244.755>
- Waters, M.J., Brooks, A.J. (2012): Growth hormone and cell growth. *Developmental Biology of GH Secretion, Growth and Treatment*, 23: 86–95. DOI: <https://doi.org/10.1159/000341761>
- Zsákai, A., Annár, D., Koronczai, B., Molnár, K., Varró, P., Tóth, E., Szarvas, Sz., Tauber, T., Karkus, Zs., Vármai, D., Muzsnai, Á. (2023): A new monitoring system for nutritional status assessment in children at home. *Scientific Reports*, 13(1): 4155. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-30998-x>

A doktori értekezés témájában megjelent tanulmányok

- Annár, D., Fehér, V.P., Zsákai, A., Muzsnai, Á., Bodzsár, É. (2018a): Turner-szindrómások testfejllettségi mintázata és a testszerkezeti mutatóik alapján elkülönülő alcsoportjaik. *Gyermekegyógyászati Továbbképző Szemle*, 23(4): 165–170.
- Annár, D., Fehér V.P., Zsákai, A., Muzsnai, Á., Bodzsár, É. (2018b): Turner-szindrómások morfológiai jellegei, kariotípusa és kezelésük típusa közötti kapcsolat elemzése. *Anthropologiai Közlemények*, 59: 47–54. DOI: <https://doi.org/10.20330/AnthropKozl.2018.59.47>
- Annár, D. (2018c): *Turner-szindrómások testfejllettségi mintázata és testszerkezeti jellegzetességei*. MSc diplomamunka. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Embertani Tanszék, Budapest.
- Annár, D., Fehér, P.V., Sára, I., Madarasi, A., Muzsnai, Á., Kékesi, A., Zsákai, A. (2021): A citológiai öregedés életkori mintázatának és szekuláris trendjének vizsgálata. *Anthropologiai Közlemények*, 62: 69–76. DOI: <https://doi.org/10.20330/AnthropKozl.2021.62.69>
- Annár, D., Fehér, P., Zsákai, A., Muzsnai, Á. (2022a): A proposal for the adjustment of bone mineral density for body dimensions in children. *Anthropologischer Anzeiger*, 79(3): 245–252. DOI: <https://doi.org/10.1127/anthranz/2021/1516>
- Annár, D., Rátz-Sulyok, F.Zs., Zsákai, A., Muzsnai, Á. (2022b): Növekedési hormonnal kezelt gyermekek növekedésmintázatának jellemzői. *Gyermekegyógyászati Továbbképző Szemle*, 27(2): 46–49.

- Annár, D., Fehér, P., Madarasi, A., Mascie-Taylor, N., Kékesi, A., Kalabiska, I., Muzsnai, Á., Zsákai, A. (2022c): Body structural and cellular aging of women with low socioeconomic status in Hungary: A pilot study. *American Journal of Human Biology*, 34(3): e23662. DOI: <https://doi.org/10.1002/ajhb.23662>
- Zsákai, A., Annár, D., Koronczi, B., Molnár, K., Varró, P., Tóth, E., Szarvas, Sz., Tauber, T., Karkus, Zs., Várnai, D., Muzsnai, Á. (2023): A new monitoring system for nutritional status assessment in children at home. *Scientific Reports*, 13(1): 4155. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-30998-x>

Nem a doktori értekezés témájában megjelent tanulmányok

- Zsákai, A., Fehér, V.P., Annár, D., Bodzsár, É. (2017): A gyermek- és serdülőkori kövérség meghatározásának testzsírosság mutatóira épülő, új hazai határértékei. *Anthropologiai Közlemények*, 58: 63–74. DOI: <https://doi.org/10.20330/AnthropKozl.2017.58.63>
- Fehér, V.P., Annár, D., Zsákai, A., Bodzsár, É. (2018): The association of psychosomatic health with physical status and lifestyle factors in adolescence. *Anthropologischer Anzeiger*, 75(4): 279–290. DOI: <https://doi.org/10.1127/anthranz/2018/0897>
- Fehér, V.P., Annár, D., Zsákai, A., Bodzsár, É. (2019): Pszichoszomatikus tünetek előfordulási gyakorisága 7–18 éves magyar gyermekek körében. *Orvosi Hetilap*, 160(12): 464–472. DOI: <https://doi.org/10.1556/650.2019.31366>
- Fehér, V.P., Annár, D., Zsákai, A., Bodzsár, É. (2019): Pszichoszomatikus tünetek gyakoriságát befolyásoló tényezők 18–90 éves nők körében. *Anthropologiai Közlemények*, 60: 65–77. DOI: <https://doi.org/10.20330/AnthropKozl.2019.60.65>
- Fehér, V. P., Annár, D., Zsákai, A., Bodzsár, É. (2020): The body composition analysis as a complementary tool in the screening of bone structural abnormalities. *Anthropologischer Anzeiger*, 77(2): 161–171. DOI: <https://doi.org/10.1127/anthranz/2020/1136>
- Almási, G., Bosnyák, E., Móra, Á., Zsákai, A., Fehér, P.V., Annár, D., Nagy, N., Sziráki, Zs., Kemper, H.C.G., Szmodis, M. (2021): Physiological and Psychological Responses to a Maximal Swimming Exercise Test in Adolescent Elite Athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(17): 9270. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph18179270>
- Kalabiska, I., Zsákai, A., Annár, D., Malina, R.M., Szabó, T. (2022): Sport Activity Load and Skeletomuscular Robustness in Elite Youth Athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9): 5083. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph19095083>
- Szmodis, M., Zsákai, A., Blaskó, G., Fehér, P., Annár, D., Sziráki, Z., Almási, G., Kemper, H.C. (2022): Effects of regular sport activities on stress level in sporting and non-sporting university students. *Physiology International*, 109(2): 293–304. DOI: <https://doi.org/10.1556/2060.2022.00096>
- Rátz-Sulyok, F.Z., Annár, D.S., Zsákai, A. (2022): 8–17 éves gyermekek légzésfunkciós és testszerkezeti mutatói kapcsolatának vizsgálata. *Anthropologiai Közlemények*, (63): 75–88. DOI: <https://doi.org/10.20330/AnthropKozl.2022.63.75>
- Kalabiska, I., Annár, D., Kéki, Z., Borbás, Z., Bhattoa, H.P., Zsákai, A. (2023): The Oral Microbiome Profile of Water Polo Players Aged 16–20. *Sports*, 11(11): 216. DOI: <https://doi.org/10.3390/sports11110216>

Levelezési cím: Annár Dorina Szilvia
Mailing address: Sportélettani Kutató Központ
 Magyar Testnevelési és Sporttudományi Egyetem
 1123 Budapest
 Alkotás utca 42-48.
 Hungary
annar.dorina@tf.hu

ZALAVÁR (MOSABURG) ÉS KÖRNYÉKE KÉSŐ AVAR ÉS ÁRPÁD-KOR KÖZÖTTI NÉPESSÉGVÁLTOZÁSAINAK TÖRTÉNETI EMBERTANI VIZSGÁLATA

Évinger Sándor

Ötvös Loránd Tudományegyetem, Embertani Tanszék, Budapest
Témavezetők: Dr. Hajdu Tamás és Dr. Szeniczey Tamás

Évinger S.: Biological anthropology-based study of population changes in the Zalavár (Mosaburg) microregion between the Late Avar and the Árpadian Periods. Following the collapse of the Avar Khaganate in the early 9th century, Transdanubia first fell under the authority of the Frankish Empire, then in less than a century later the early Magyars conquered the territory. Mosaburg/Zalavár, founded near Kis-Balaton under Frankish rule, was a highly significant regional power centre during both the Carolingian Period and in a large part of the Árpadian Age.

Objectives were (1) to discover by analysing craniometric data how the rapid and radical changes in power, and the birth and history of Mosaburg centre affected the population history and structure in the Zalavár microregion between the Late Avar and Árpadian Age; (2) to provide a general anthropological profile of the 9th and 11th century inhabitants of the former power centre by examining the skeletal material of the Hadrianus Templom site, the largest local cemetery of the studied era.

The Carolingian and the 11th century population of the centre was Caucasoid based on their morphoscopic traits, but around 10% of the skulls in both periods also showed some traits typical for Mongoloids. The average stature in both groups markedly exceeded the contemporaneous mean of the Carpathian Basin. The demographic and skeletal trauma data of the 11th century community indicates that they had a peaceful way of life. In contrast with this, the 9th century males had a less favourable mortality rate than females as early as in the young adult age group, and many of them had weapon injuries, including perimortem ones. This suggests that soldiers were buried in the cemetery, too, and several of them died in battle(s) fought near Mosaburg against the early Magyars before the end of the Frankish rule.

The 9th and 11th century sample of the power centre share very similar craniometric features, thus most of their biological distance-based close analogies overlap. This cranial morphological complex was characteristic mainly in the western half of the Carpathian Basin, where, though presumably with a changing spatial distribution pattern over time, it was already present in the late Roman Period. Close parallels from outside the Carpathian Basin can be found in the ~9th–11th century Moravian and Vienna Basin, and in the Pontic steppe between the Late Sarmatian Period and the 13th century. The geographical roots (ancestors) of the series representing this cranial morphological complex in the Carpathian Basin may point to the Eastern-European steppe region. The local population in the Mosaburg microregion showed significant biological continuity during the studied period. Postmarital residence in the Late Avar local social system was most probably patrilocal. Most of the inhabitants of the Carolingian Period Mosaburg and its surrounding villages arrived probably from within the region to the newly founded power centre. During the 10th century the appearance of new immigrants can be detected on the territory. However, they could not change the anthropological character of the local community. The common people of the Árpadian Age Zalavár centre possibly originated mainly from those nearby “indigenous” groups of the region that had been affected only temporarily and/or to a small degree by the migration events of the Carolingian Period and the 10th century.

Keywords: Zalavár-Mosaburg; Population history; Biological distance; 9th century; Árpadian Age.

Bevezetés

A Kis-Balaton közelében fekvő Zalavár ma egy ezer főnél kevesebb lelket számláló község, azonban a 9. század második felében, Mosaburg néven, az egész Dunántúl legjelentősebb hatalmi centrumának adott helyet, az Árpád-kor nagy részében pedig ispáni székhely, megyeközpont volt (Ritoók 2010, Szőke 2019).

Mosaburg/Zalavár megszületése és életútja olyan – minden túlzás nélkül – sorsfordító történelmi események láncolatához kapcsolódik, amelyek egymást meglehetősen gyorsasággal követve játszódtak le a Kárpát-medencében. A sor a közel 250 éven át fennálló Avar Kaganátus 9. század eleji széthullásával kezdődött, mely következményeként a Dunántúl a Karoling Birodalom fennhatósága alá került.

A frankok a birtokukba jutott avar területeket igyekeztek a birodalmuk szerves részévé tenni. Ez magába foglalta a közigazgatási rendszer teljes átalakítását is, melyhez fűződve grófságok hálózatát hozták létre. Ezek egyike Alsó-Pannónia Zala-folyó menti részén alakult meg 838-840 táján. Székhelye a mai Zalavár-Vársziget területén épült fel, Mosaburg néven vált ismertté, és rövid időn belül a térségbeli társai közül kiemelkedve a Karoling Oriens legjelentősebb világi és térítési centrumává nőtte ki magát. A keleti frank uralkodó, Arnolf egy 880-as évek második felében kiállított oklevélben már egyenesen a pannóniai székhelyeként hivatkozott az Alsó-Zala menti központra. A frank fennhatóság alatt álló Mosaburg sorsát a honfoglaló magyarok pecsételték meg, akik a 10. század elejére a Dunántúlra is kiterjesztették uralmukat, és elűzték a frankokat (Szőke 2019).

A honfoglaló magyarok hatalomátvétele után a térség először a törzsszövetség harmadik méltósága, a horka birtokába került, ám a 955-ös augsburgi csatavesztést követően megrendült Bulcsú törzsének a hatalma, és az Árpádok – kihasználva a helyzetet – a fennhatóságuk alá vonták a területet (Vándor 2002). A honfoglalás időszakában Mosaburg lakosság száma erősen visszaeshetett, és a magyar államalapítás idejére a templomai is romokban heverték (Szőke 2019). Fontossága mégsem merült feledésbe. Ezt bizonyítja, hogy már a Szent István által 1009-ben megszervezett Kolon vármegye székhelye is nagy valószínűséggel Mosaburg/Zalavár lett, valamint itt alapították meg 1019-ben a Magyar Királyság egyik legelső bencés monostorát. Zalavár hosszan, egészen az Árpád-kor végéig megőrizte ispánsági központ, megyeszékhely funkcióját (Ritoók 2019, Vándor 2002).

Izgalmas kérdés, hogy a területen alig egy évszázadon belül bekövetkező két gyökeres hatalomváltás és ezek lehetséges velejárói, illetve Mosaburg megszületése és régiós központtá válása miként befolyásolta a késő avar és az Árpád-kor közötti időszakban e vidéken élt lakosság embertani képét. Egykorú történeti forrás (a *Conversio Bagoariorum et Carantanorum*) emlékezik meg arról, hogy a Mosaburgot megalapító vazallus, Priwina „mindenünnen népeket gyűjtött maga köré” (*et circumquaque populos congregare*; Szőke 2019).

Vajon valóban távoli vidékekről érkezhetett a letelepülni vágyók többsége, feltehetően megnövelve a heterogenitást és megváltoztatva a késő avar korra jellemző embertani összetételt, vagy a lakosság zömét inkább elérhetőbb távolságból, a tágabban értelmezett térségből vonzotta magához az egész Dunántúl legfontosabb centrumává váló Mosaburg „gravitációs ereje”? Hasonlóképpen érdekes kérdés, hogy a honfoglaló magyarok dunántúli térfoglalása és vele Mosaburg és szolgálonépi falvainak relatív elnéptelenedése, majd immár az Árpádok uralma alatt a területen új falvak létesülésével bekövetkező településtörténeti átrendeződés együtt járt-e a korábbi alaplakosság kontinuitásának megszakadásával (teljes lecserélődésével) vagy meghatározó szintű módosulásával

(számottevő arányú új betelepülő megjelenésével). Az Árpád-kori Zalavár megyeszékhely szolgálonépe tekinthető-e még a Karoling-kori mosaburgi lakosság leszármazottainak? Végül, a térség Karoling- és Árpád-kori lakossága miként illeszkedik a Kárpát-medence hasonló korú vagy korábbi népességei közé, és hová mutathat e két csoport (őseinek) lehetséges földrajzi eredete?

Vizsgálati célkitűzések

Elsődleges célkitűzésem a mosaburgi mikrorégióban a késő avar és az Árpád-kor idősze között élt lakosság populációtörténetének és populációszerkezetének, illetve ez utóbbi időbeni változásainak a minél alaposabb feltárása volt a helyi népességet reprezentálni hivatott, a vizsgálatok követelményeinek megfelelő mintát biztosítani képes embertani szériák férfi és női egyéni kraniometriai adatai segítségével, populációgenetikai alapokon nyugvó komplex, modellhez kötött eljárások felhasználásával.

A mosaburgi mikrorégió Karoling-kori lelőhelyei közül elsősorban a centrum körüli falvak népességéről érhetők el általános antropológiai elemzést tartalmazó munkák, miközben maga a központ lakossága alig reprezentált ebben a tekintetben. Ezen az aránytalanságon javítandó, és egyúttal segítve az előző pont elemzéseéhez szükséges mintasor összeállítását, célul tűztem ki az egykori székhely területén feltárt Zalavár-Vársziget Hadrianus Templom lelőhely általános embertani feldolgozását és értékelését. Ez a sírkert a mosaburgi mikrorégió 8–13. század közötti időszakának legnagyobb ismert temetője. Sírjainak túlnyomó része a Karoling-korra datálható, melyek megfelelően képviselik a 9. századi központ népességét. A lelőhelyről – kisszámú 10. századi sír mellett – több száz kora Árpád-kori temetkezést is feltártak, melyek pedig Zalavár 11. századi lakosságáról nyújthatnak hiánypótló információt.

Végezetül szintén célom volt egy, a helyi továbbélés vizsgálatában szereplőnél jóval kiterjedtebb területi kört és szélesebb időspektrumot felölelő mintasor koponyaméret-átlagokon alapuló biológiai távolságelemzésével a Karoling- és kora Árpád-kori Mosaburg/Zalavár központ lakosságának közeli analógiáit felkutatni. Ezek tér- és időbeli mintázata ugyanis segíthet körvonalazni a temetőt a két időszakban használó csoportok (őseinek) lehetséges földrajzi eredetét, illetve azt is, hogy a Kárpát-medencében mikortól és mely területeken találni hasonló koponyamorfológiai jellegegyüttesű populációkat.

Anyag és módszer

A vizsgálatok anyaga

A vizsgálatok részét képezte az egykori hatalmi központ lakosságának megismerésében kulcsfontosságú Zalavár-Vársziget Hadrianus Templom lelőhely embertani anyagának általános antropológiai feldolgozása. Ez a temető sírjaiból 1903 egyén, míg a szórvány/osszárúum jellegű anyagrészekből további legkevesebb 237 fő inspekciónját jelentette. Közülük részletes elemzésre az önálló sírokba temetett, megfelelő bizonyossággal datálható Karoling-kori (1149 fő) és kora Árpád-kori (433 fő) anyagrész került.

A biológiai távolságszámítás alapú analízisekhez a Hadrianus Templom anyagán kívül további 14 széria 525 férfi és 458 női koponyáján vettem fel a hazai gyakorlatban e célra leggyakrabban alkalmazott méreteket. Ezek a következő koponyasorozatok voltak:

- Avar kor: Kaposvár 61-es út 26. lelőhely; Kaposvár-Fészerlakpuszta; Kereki-Homokbánya; Keszthely-Város; Pókaszepetk; Tiszaderzs; Toponár 40-es őrház; Vörs-Papkert B;

- Karoling-kor: Vörs-Papkert B; Zalavár-Récéskút;

- Honfoglalás kor: Kaposvár-Kertész; Vörs-Majori dűlő; Vörs-Papkert B;

- Árpád-kor: Kaposvár 61-es út 2. lelőhely; Zalavár-Kápolna 2. és 3. horizont; Zalavár-Községi temető I.

A mosaburgi mikrorégió késő avar és Árpád-kor közötti népességtörténeti és populációszerkezeti vizsgálatába a következő szériákat (összesen 500 férfi és 403 női koponyát) vontam be:

- Avar kor: Toponár 40-es őrház és Kaposvár-Fészerlakpuszta összevont mintája; Zalakomár-Lesvári dűlő II.; Alattyán-Tulát (kontroll minta); Majacki (kontroll minta);

- Karoling-kor: Esztergályhorváti-Alsóbárándpuszta; Hadrianus Templom Karoling-kori mintája; Zalasabar-Borjúállás;

- Honfoglalás kor: Vörs-Majori dűlő; a honfoglaló magyarság „A” jelzésű regionális csoportja (kontroll minta);

- Árpád-kor: Hadrianus Templom kora Árpád-kori mintája; Zalavár-Kápolna 2. és 3. horizont; Kérszta (kontroll minta); Orosháza-Rákóczi-telep (kontroll minta).

A vizsgálatok módszerei

A Hadrianus Templom lelőhely eltemetettjeinek általános antropológiai vizsgálata során a nemzetközi és hazai szakirodalomban széleskörűen elfogadott módszereket alkalmaztam (Éry 1992, Martin és Saller 1957, Pap és mtsai 2009). Így jártam el a biológiai távolságelemzésekben szereplő azon koponyaszériákkal is, melyek metrikus adatait én vettem fel.

A Hadrianus Templom lelőhely Karoling-kori, illetve 11. századi férfi csoportjára jellemző koponyaalkati jellegegyüttes előfordulásának tér- és időbeli mintázatát Penrose távolságanalízissel (Penrose 1952) mértem fel. Az elemzést 10 választott koponyaméret (Martin 1; 8; 9; 17; 45; 48; 51; 52; 54; 55) standardizált átlagszórásokkal (Thoma 1978) súlyozott átlagait felhasználva, összehasonlító anyagként mintegy 200 darab, fele részben Kárpát-medencei, fele részben azon túli, de még Európa területéről származó, összességében az időszámításunk kezdete és az Árpád-kor vége közé datálható szériát bevonva végeztem el. A temető Karoling- vagy Árpád-kori mintája és az összehasonlító sorozatok közötti páronkénti távolságszámítást a koponya egészére, illetve külön az agy- és az arckoponya méreteivel is végrehajtottam. Azokat a szériákat, amelyek távolságértékei mindhárom számításmenetben a 98%-os statisztikai határon belül maradtak, a PAST 3 programban futtatott hierarchikus klaszteranalízissel és nem-metrikus többdimenziós skálázással elemeztem tovább, így módon zárva ki a „valódi” analógiák sorából az egymás közötti viszonyrendszerben a többitől jelentős elkülönülést mutató koponya-sorozatok.

A mosaburgi mikrorégió késő avar és Árpád-kor közötti időszakának népességtörténeti és populációszerkezeti elemzéséhez olyan férfi és női mintasort állítottam össze, melynek elemei megfeleltek a terület, az időszak és az alkalmazott statisztikai módszerek hármasa által támasztott kritériumoknak. A számításokhoz egyénenként 11 koponyaméretet (Martin 1, 8, 9, 17, 40, 45, 48, 51, 52, 54, 55) vettem fel. Az egyes szériák mintájának az összeállításánál, ha szükséges volt, az észszerűség keretein belül statisztikai adatpótlással is éltem (k-nearest neighbours módszer, Gower-távolságok, k=5). A nyers lineáris méreteket a koponyaalak hangsúlyozására transzformáltam Darroch és Mosimann (1985) módszerével, majd eltávolítottam a mintákból az egy- (átlag $\pm$ 3 SD) vagy többváltozós

(Mahalanobis távolság a széria centroidtól, $\alpha=0,001$) outliernek bizonyuló eseteket. Az ily módon kialakított mintasort nyolc férfi és nyolc női széria képezte. Az elemzés nagyobbik részét egy komplex, populációgenetikai modellhez kötött eljárás, az R-mátrix metódus keretrendszerében végeztem el (Relethford és Blangero 1990, Williams-Blangero és Blangero 1989) az RMET 5.0 szoftver segítségével. Ennek során – külön a férfi és a női mintasorra, többféle szcenárióban – biológiai távolságot (d^2) számítottam a szériák vagy az egykorú szériák aggregációjával kialakított korszakok között. Ahol egyidejűleg kettőnél több páronkénti összehasonlításra került sor, a Benjamini és Hochberg (1995) metódus szerinti p-érték korrekcióval éltem. A szériák vagy korszakok közötti biológiai távolságok együttes értelmezésére és ábrázolására a PAST 4 programban hierarchikus klaszteranalízist és nem-metrikus többdimenziós skálázást végeztem. Ezen kívül meghatároztam az egyes időszakokra jellemző átlagos genetikai differenciáltságot (F_{ST}), a szomszédos korszakok vonatkozó értékét pedig z-tesztel vetettem össze. A szériák vagy korszakok szintjén detektálható külső génáramlás mértékét R-B analízissel (Relethford és Blangero 1990) becsültem. A kalkulációkat $h^2=1$ heritabilitás beállítás mellett végeztem, mindenhol azonos effektív populációméretet véve alapul. Szérián belül a két nem közötti heterogenitásbeli különbség mértékét a determináns hányadosuk segítségével vettem össze, melyet Zhivotovsky módszerével értékeltem (cit. Petersen 2000). Ezen túlmenően valamennyi széria férfi és női mintája között kiszámítottam a d^2 és F_{ST} értékét is. A biológiai távolságok számítását négy kontroll minta bevonásával is megismételtem, így helyezve tágabb kontextusba a mosaburgi szériák, valamint korszakok közötti kapcsolatrendszer. A statisztikai számítások szignifikancia határa minden esetben $\alpha=0,05$ volt.

Vizsgálati eredmények és következtetések

A Karoling-kori Mosaburg központ (Hadrianus Templom lelőhely) népessége

Tipológiaiilag a népesség az europid formakörbe illeszkedik, azonban az elemezhető koponyák ~10%-án mongoloid morfoszkópikus jegyek is láthatók. Ezek legtöbbször csak egy-két jellegre korlátozódva és gyenge mértékben észlelhetők, ám néhányukon nagyobb számban, olykor domináns formában is megjelennek.

A férfiak számított termetátlaga 172,57 cm, a nőké 161,44 cm. A 8–13. századot tekintve ezek nem csupán a mosaburgi mikrorégió, de az egész Kárpát-medence egyik legmagasabb értékét is jelentik. A jelenség mögött genetikai és/vagy környezeti okok egyaránt állhattak.

A gyermekkorban elhunytak demográfiai jellemzői követik a történeti népességeknél ismert trendet, azonban a felnőtt férfiak halálozási mutatói már az adultus korcsoportban is kedvezőtlenebbek a nők értékeinél, amely eltér a történeti korú népességekre általánosan jellemző képtől. Ehhez számottevő férfitöbblet is járult: a felnőtt férfi-nő nemi arány 1,42:1.

A demográfiai adatok szokatlanságára a csonttraumák vizsgálati eredményei nyújtanak lehetséges magyarázatot. E szerint a férfiakon nem csupán a mindennapi munka- és élettevékenységekhez fűződő fizikai aktivitás nemi különbségei miatt találhatók szignifikánsan nagyobb arányban és a nőkhöz képest eltérő vázrendszeri megoszlással törések, de bő 6%-uknak vágó- vagy ütőfegyver, illetve szúrt/nyílvessző okozta sérülése is volt. Ez arra utal, hogy a sírkertben egy katonáskodó réteg tagjai is helyet kaptak. E foglalatosság veszélyeire és egyúttal a kedvezőtlenebb férfi mortalitási adatok valószínű okára is rámutat, hogy a harci sérültek kétharmadán halál környéki, gyógyulást nem mutató

csontrauma is látható. Ez alapján Mosaburg közvetlen környéke még a Karoling uralom vége előtt – a honfoglaló magyarok elleni – véres harc(ok)nak adhatott helyet.

A 11. századi Mosaburg/Zalavár központ (Hadrianus Templom lelőhely) népessége

Tipológiaiilag a népesség az europid formakörbe tartozik, de az elemezhető koponyák között itt is előfordulnak mongoloid morfoszkópikus jegyeket mutató egyének. A férfiaknál 10% alatti a mozaikosan mongoloidok gyakorisága, míg a nők nagyjából 15%-a legalább mozaikosan mongoloid, s ezek közül nagyjából minden harmadik europo-mongoloid karakterű.

A férfiak átlagtermete 169,92 cm, a nőké 158,52 cm. Ezek, bár statisztikailag igazolható mértékben elmaradnak a temető Karoling-kori csoportjának értékeitől, egyértelműen felülmúlják a Kárpát-medence 11–12. századára jellemző testmagasság átlagot, és a 9. századi ún. „frank-szláv” periódus értékeihez (Éry 1998) állnak a legközelebb.

Az eltemetettek demográfiai jellemzői követik a békés életmódú történeti népességeknél megszokott általános trendet. A férfi-nő arány kiegyensúlyozatlan, nőtöbbség állt fent (1:1,35), ám ennek lehetséges okára az elemzés nem tudott magyarázattal szolgálni.

A csontvázrendszeren megfigyelt sérülések is békés életkörülményeket jeleznek. Mindössze egy férfin látható fegyveres összetűzésre utaló csontrauma. A többi eset közül néhány lehet akár erőszakos cselekedetbe torkolló „családi perpatvarok” vagy egyéb „összezördülések” nyoma is, ám a többségük inkább a mindennapi élettevékenységek során bekövetkező balesetek eredménye volt. A sérülések előfordulási gyakoriságában és csontvázrendszeri megoszlásában nemi különbségek is észlelhetők, amelyek a férfiak és nők fizikai aktivitásában, annak formáiban fennálló differenciára utalnak.

A Zalavár-Vársziget Hadrianus Templom lelőhely Karoling- és kora Árpád-kori férfi szériájának fókuszba állításával elvégzett Penrose távolságelemzés

Az a specifikus kraniometriai jellegegyüttes, amely egyaránt jellemzi a Zalavár-Vársziget Hadrianus Templom Karoling-kori és 11. századi férfi szériáját, a Kárpát-medence területén kimutatható már (legkésőbb) a késő római kortól, és az avar, a Karoling-, a honfoglalás és az Árpád-korban egyaránt vannak példák az előfordulására.

Ez a formakör a Kárpát-medencén belül elsősorban a Duna észak-déli irányú szakasza képezte tengelytől nyugatra lelhető fel, ahol a térség lakossága körében – feltehetően időben változó elterjedési mintázattal és arányban – északon a Duna vonala fölötti vidékektől egészen a mai Horvátország területéig megtalálható.

A Mosaburnak és tágabb környezetének megfeleltethető mikrorégióban ez a kraniometriai jellegegyüttes a késő avar és az Árpád-kor közötti valamennyi főbb időszakban előfordult.

A Kárpát-medencén kívüli párhuzamok egyik gyűjtőpontja a hozzá földrajzilag szorosan kapcsolódó Morva- és Bécsi-medence területe, ahonnan javarészt a Hadrianus Templom körüli temető működésével időben átfedő szériák jelentkeztek közeli analógiaként.

A Kárpát-medencén kívüli párhuzamok másik csoportosulási területe a kelet-európai sztyeppövezet. Innen – az elemzett időintervallum keretein belül – a késő szarmata időszaktól az Árpád-kor végéig jelentkeztek közeli párhuzamok. Nem zárható ki, hogy e formakör Kárpát-medencei képviselőinek (illetve őseiknek) a földrajzi eredete is elsősorban erre a régióra vezet vissza.

A mosaburgi mikrorégió népességtörténete és populációszerkezete a késő avar és Árpád-kor közötti időszakban

A mosaburgi mikrorégió férfi és női mintasorán kalkulált biológiai távolságok (d^2) a korszakok és a szériák között is csak statisztikailag jelentéktelen különbségeket, illetve a többitől csupán lokális szinten elütő egy-egy férfi vagy női széria jelenlétét tárták fel, amely az elemzett időszakban a helyi népesség nagyarányú biológiai kontinuitására utal.

A kontroll sorozatok közül a három (avar, honfoglalás és Árpád-kori) alföldi minta határozottan elkülönül a mosaburgi mikrorégió szériáitól/korszakaitól, ami a két terület között – a vizsgált időszak és szériák képviselte közösségek szintjén – csak elhanyagolható mértékű biológiai kapcsolat (génáramlás) lehetőségét indikálja.

Jelentősen különbözik a mosaburgi koponyasorozatoktól a földrajzi közelségükben található kora Árpád-kori Képuszta kontroll mintája is. Ez arra utal, hogy a régió belüli kontinuitás feltételezése mellett foltokban akár új közösségek megjelenésével vagy a korábbi lakosság arculatának szignifikáns módosulását kiváltó népmozgásokkal is érdemes számolni az elemzett időszakban.

A 8–9. századi Majacki lelőhely kontroll mintája a jelentős földrajzi távolság ellenére is jól illeszkedik a mosaburgi mikrorégió szériái közé. Ez nem csak a koponyaalkati együttes többfelé, szélesebb körben való elterjedését jelzi, de a helyi továbbélés biológiai távolságokon alapuló értelmezésének az egyik nehezítő tényezőjével is szembeesít.

Az elemzés időbeli kezdőpontját képező késő avar kor helyi társadalmi berendezkedése patrilocális lehetett. Az adott területi kör belső migrációs hálózatában a nők számottevőbb mobilitására utalnak a férfiakénál csekélyebb F_{ST} és d^2 értékek, valamint az R-B analízisük jelentéktelen heterogenitásbeli különbségeket jelző eredményei. A férfiakra számított paraméterek pontosan a kép fordítottját mutatják. Esetükben a kisebb belső vándorlási ráta miatt a külvilágból érkező, a térség egyes közösségeit nem feltétlenül egyforma mértékben érint génáramlások nyoma is jobban konzerválódhatott. Szérián belül a férfiak morfológiai variabilitása rendre felülmúlja a nőkéét. Ez azt sejteti, hogy a vizsgált közösségeket érint extralokális (térségen kívülről eredő) migrációs eseményekben eleve nagyobb arányban vehettek részt az erősebb nem képviselői.

A Karoling időszak mintái között tapasztalt átlagos genetikai differenciáltság (F_{ST}) mindkét nemnél meghaladja a késő avar kori szintet, azonban ezek az értékek, mint ahogy az emelkedésük mértéke is, statisztikailag nem számottevő. A külső génáramlás nagyságára utaló fenotípusos variabilitásban sincs jelentősebb változás a megelőző időszakhoz képest, így feltételezhető, hogy a megalakuló Mosaburg és szolgálonépi falvai lakosságának a zömét elsősorban nem távoli vidékekről, hanem a tágabb térségből vonzotta magához az új hatalmi centrum. E közösség döntő része egy – a maga heterogenitásában is – egységes embertani karakterű népesség lehetett. A Karoling időszak helyi populációszerkezetében nem látható a késő avar kori falvaknál megfigyelhető hasonló „tisztá struktúra”. Valószínűleg Mosaburg központban és közvetlen környékén a hagyományos társadalmi renden túl további kulturális és szocioökonómiai szempontok is befolyásolhatták azt, hogy a szinte látótávolságon belül egymást érő különböző típusú (falusi, nemesi udvarház melletti, központi stb.) temetők sorából a helyi lakosok közül végül ki hová lett nyugalomra helyezve.

A honfoglalás időszakát egyetlen minta képviseli. Az elemzésben a mosaburgi mikrorégiót reprezentáló nyolc széria közül ebben tapasztalható a két nem között kalkulált legmagasabb – bár statisztikailag nem szignifikáns – F_{ST} és d^2 érték, amelyhez a férfiak nőkéét jelentősen felülmúló fenotípusos variabilitása is járult. A korszakok és szériák szintjén elvégzett R-B analízisben is kiugróan magas külső génáramlást jelez a honfoglalás

kori férfi minta, miközben a női sorozatoknál ilyen jelenség nem figyelhető meg. Ez arra utal, hogy a 10. században a területen új, elsősorban férfiakból álló bevándorlók – a régészeti és a csontokon nyomot hagyó kulturális sajátosságaik alapján feltehetően honfoglaló magyarok – jelentek meg. Ám a sírkertbe temetkező közösség embertani arculatában (a d^2 értékek alapján) nem okoztak értékelhető változást a Karoling időszaki képhez viszonyítva. E jelenség egyik lehetséges magyarázata az, hogy a lelőhely „kevert” népességén belül a honfoglaló magyarok csupán egy kisebbséget alkothattak.

A vizsgálat két Árpád-kori mintája egyaránt Zalavár központba lokalizálható, ám időben egymással csak kevésbé átfedve a korszak eltérő időfázisait reprezentálják. Lelelőhelyen belül a nemek morfológiai variabilitása kiegyensúlyozott, és a két széria között kalkulált F_{ST} , d^2 és R-B reziduális értékek a férfiaknál és a nőknél is csupán jelentéktelen különbségekről árulkodnak. Mindez az egykori centrum szolgálonépének egységes embertani arculatára, a populációszerkezet 11–13. század közötti változatlanúságára és nagyfokú biológiai kontinuitásra utal. A korszakok közötti d^2 értékeket nézve a késő avar korhoz mindkét nemnél az Árpád-kor áll a legközelebb, ellenben ez utóbbitól a vele időben szomszédos honfoglalás kor áll a legmesszebb. Ráadásul a honfoglalás időszaki férfi minta kiugróan magas külső génáramlásával szemben az Árpád-kori szériák éppen a teljes férfi mintaszor leghomogénebb közösségeit adják. Ezért elképzelhető, hogy az Árpád-kori Zalavár központ szolgálonépe elsősorban olyan térségbeli „öslakos” csoportokból verbuválódhatott, akiket a terület Karoling- és honfoglalás kori kisebb vagy nagyobb népmozgásai csak ideiglenesen és/vagy kevésbé érintettek.

Felhasznált irodalom

- Benjamini, Y., Hochberg, J. (1995): Controlling the false discovery rate: A practical and powerful approach to multiple testing. *Journal of the Royal Statistical Society*, 57(1): 289–300. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1995.tb02031.x>
- Darroch, J.N., Mosimann, J.E. (1985): Canonical and principal components of shape. *Biometrika*, 72: 241–252. DOI: <https://doi.org/10.2307/2336077>
- Éry, K. (1992): *Útmutató a csontvázletelek feldolgozásához*. Posztgraduális szakképzés jegyzete. Kézirat, ELTE Embertani Tanszék, Budapest. p. 44.
- Éry, K. (1998): Length of limb bones and stature in ancient populations in the Carpathian basin. *Humanbiologia Budapestensis*, 26: 1–96.
- Martin, R., Saller, K. (1957): *Lehrbuch der Anthropologie I*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. p. 661.
- Pap, I., Fóthi, E., Józsa, L., Bemert, Zs., Hajdu, T., Molnár, E., Bereczki, Zs., Lovász, G., Pálfi, Gy. (2009): Történeti embertani protokoll. A régészeti feltárások embertani anyagainak kezelésére, alapszintű feldolgozására. *Anthropologiai Közlemények*, 50: 105–123.
- Penrose, L.S. (1952): Distance, Size, and Shape. *Annals of Eugenics*, 18: 337–343. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-1809.1952.tb02527.x>
- Petersen, H.C. (2000): On Statistical Methods for Comparison of Intrasample Morphometric Variability: Zalavár Revisited. *American Journal of Physical Anthropology*, 113: 79–84. DOI: [https://doi.org/10.1002/1096-8644\(200009\)113:1<79::AID-AJPA7>3.0.CO;2-3](https://doi.org/10.1002/1096-8644(200009)113:1<79::AID-AJPA7>3.0.CO;2-3)
- Relethford, J.H., Blangero, J. (1990): Detection of Differential Gene Flow from Patterns of Quantitative Variation. *Human Biology*, 62: 5–25.
- Ritoók, Á. (2010): *Zalavár-Vársziget az Árpád-korban. A régészeti kutatások eredményei*. Doktori értekezés. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest.
- Szöke, B.M. (2019): *A Karoling-kor Pannóniában*. Bölcsészettudományi Kutatóközpont, Régészeti Intézet, Magyar Nemzeti Múzeum, Martin Opitz Kiadó, Budapest. p. 535.
- Thoma, A. (1978): Distance et forma entre groupes. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, 5(13): 15–22.

- Vándor, L. (2002): Zalavár a királyi vármegye központja. In: Béres, K., Kostyál, L., Kvassay, J. (Szerk.) *Központok a Zala mentén*. Zala Megyei Múzeumok, Zalaegerszeg. pp. 101–104.
- Williams-Blangero, S., Blangero, J. (1989): Anthropometric Variation and the Genetic Structure of the Jirels of Nepal. *Human Biology*, 61: 1–12.

A doktori értekezés témájában megjelent tanulmányok

- Bernert, Zs., Évinger, S., Hajdu, T. (2007): New data on the biological age estimation of children using bone measurements based on historical populations from the Carpathian Basin. *Annales historico-naturales Musei nationalis hungarici*, 99: 199–206.
- Bernert, Zs., Évinger, S., Hajdu, T. (2008): Adatok a gyermekek életkorbecsléséhez Kárpát-medencei történeti népségek gyermekhalottainak csontméretei alapján. *Anthropologiai Közlemények*, 49: 43–50.
- Évinger, S. (2019): Egy specifikus büntetési forma? Végtag-amputációs esetek a 9. századi Mosaburg (Zalavár) vonzáskörzetében. *Anthropologiai Közlemények*, 60: 27–42. DOI: <https://doi.org/10.20330/AnthropKozl.2019.60.27>
- Évinger, S., Bernert, Zs. (2005): Anthropological investigation of Avar Period cemetery of Kaposvár Road 61, Site No. 26. *Annales historico-naturales Musei nationalis hungarici*, 97: 261–319.
- Évinger, S., Bernert, Zs., Fóthi, E., Wolff, K., Kövári, I., Marcsik, A., Donoghue, H.D., O’Grady, J., Kiss, K.K., Hajdu, T. (2011): Paleoepidemiology of skeletal tuberculosis of ancient Transdanubia, Hungary. *Homo*, 62: 165–183. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ichb.2011.04.001>
- Évinger, S., Hajdu, T., Biró, G., Zádori, P., Marcsik, A., Molnár, E., Wolff, K. (2016): A case of unilateral coronal synostosis from Medieval Hungary (9th century A.D.). *Anthropologischer Anzeiger*, 73: 81–88. DOI: <https://doi.org/10.1127/anthranz/2016/0533>
- Kiss, K., Bálint, M., Gémes, A., Marcsik, A., Dávid, Á., Évinger, S., Gróf, P., Gróh, D., Gyenesei, K.É., János, I., Kolozsi, B. 2023: More than one millennium (2nd–16th century CE) of the White Plague in the Carpathian Basin. *Tuberculosis*, 143: 102387. DOI: 10.1016/j.tube.2023.102387
- Sirak, K., Fernandes, D., Cheronet, O., Harney, E., Mah, M., Mallick, S., Rohland, N., Adamski, N., Broomandkhoshbacht, N., Callan, K., Candilio, F. (2020): Human auditory ossicles as an alternative optimal source of ancient DNA. *Genome Research*, 30: 427–436. DOI: <https://doi.org/10.1101/gr.260141.119>
- Szeniczey, T., Marcsik, M., Ács, Zs., Balassa, T., Bernert, Z., Bakó, K., Czuppon, T., Endrődi, A., Évinger, S., Farkas, Z., Hlavenková, L., (2019): Hyperostosis frontalis interna in ancient populations from the Carpathian Basin A possible relationship between lifestyle and risk of development. *International Journal of Paleopathology*, 24: 108–118. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2018.10.003>
- Wolff, K., Évinger, S., Gyenis, Gy. (2009): Zalavár-Kápolna Árpád-kori temető kronológiailag elkülönülő csoportjainak antropológiai vizsgálata. *Anthropologiai Közlemények*, 50: 23–34.
- Wolff, K., Évinger, S., Hajdu, T., Gyenis, Gy. (2012): Anthropological and pathological examination of the chronologically separated groups of the 11th–13th century Zalavár-Chapel (Zalavár-Kápolna) cemetery from Hungary. *Anthropologischer Anzeiger*, 69: 473–490. DOI: <https://doi.org/10.1127/0003-5548/2012/0143>
- Zádori, P., Bajzik, G., Biró, G., Lelovics, Z., Balassa, T., Bernert, Z., Évinger, S., Hajdu, T., Marcsik, A., Molnár, E., Ósz, B. (2016): Koponyacsont laesiók komputertomográfiás vizsgálata. *Ideggyógyászati Szemle*, 69: 123–128. DOI: <https://doi.org/10.18071/isz.69.0123>

Levelezési cím: Évinger Sándor
 Mailing address: Embertani Tár
 Magyar Természettudományi Múzeum
 1083 Budapest
 Ludovika tér 2–6.
 Hungary
evinger.sandor@nhmus.hu

THE ORIGIN AND COMPOSITION OF THE “FORGOTTEN PEOPLE”: GENETIC ANALYSIS OF THE SARMATIAN-PERIOD POPULATION OF THE CARPATHIAN BASIN

Oszkár Schütz

University of Szeged, Department of Genetics, Szeged
Supervisor: Dr. Tibor Török

Schütz O.: *In summary, we show that the Carpathian Basin Sarmatians descended from Steppe Sarmatians originating in the Ural and Kazakhstan regions, with Romanian Sarmatians serving as a possible genetic bridge between the two groups. However, the steppe-derived ancestry observed in the Carpathian Basin appears significantly diluted, likely due to substantial local admixture or the migration of groups that were already genetically admixed prior to their arrival. We also identify two previously unknown migration waves during the Sarmatian era and a notable continuity of the Sarmatian population into the Hun Period, despite a smaller influx of Asian-origin individuals. Furthermore, we observed a substantial increase in the frequency of the characteristic Central Asian paternal haplogroup R1a-Z93 during the Sarmatian Period in the Carpathian Basin. This shift was not mirrored by a corresponding change in the distribution of maternal lineages, possibly pointing toward a male driven migration. These results shed new light on Sarmatian migrations and the genetic history of a key population neighbouring the Roman Empire.*

Keywords: Sarmatian migrations; Carpathian Basin; “Forgotten people”.

Introduction

Archaeogenetics is the study of the genetic material of long deceased individuals. By studying the genetic composition of historical populations, we can make valuable inferences regarding their geographical origin, distribution, their movement and possible connections with each other. Although the interpretation of these data depends heavily on interdisciplinary collaboration of several independent research fields (e.g. histography, archaeology, linguistics, anthropology), archaeogenetics provides insights that were previously unattainable through more conventional approaches to the study of human history.

A long-term goal of the archaeogenetics community is to reconstruct and understand the population genetic history of the Carpathian Basin. In pursuit of this, previous studies have focused on key demographic events such as the initial Neolithic expansion into the region (7th millennium BCE) as well as major transformations during the Bronze Age (3rd to 1st millennia BCE). More recent research has provided detailed insights into later periods, including the Avar (~7th-9th centuries CE) and Hungarian Conquest (~9–10th centuries CE) Periods (Narasimhan et al. 2019). Despite these advances, a significant gap remains in our knowledge of the region’s demographic history, particularly regarding the Iron Age and the Roman occupation periods, from which genetic data are still scarce. In this study, we aim to address this gap by investigating a major population from the Roman-era Carpathian Basin, the Sarmatians, who occupied its eastern part, beyond the direct control of the Roman Empire (Kovács 2009).

The Sarmatians were a group of nomadic people who likely originated in the southern Ural region during the 4th-2nd centuries BCE. In the subsequent centuries, they gradually expanded into the Pontic Steppe territories, displacing the culturally related Scythians. According to historical sources, they also migrated into the Carpathian Basin around the middle of the first century CE, first settling in the Danube-Tisza interfluvium, then expanding eastward to occupy the whole of the Great Hungarian Plain (Istvánovits and Kulcsár 2020).

The populations migrating from the steppe into the Carpathian Basin quickly adapted to local conditions, abandoning their nomadic lifestyle and adopting agricultural and artisanal activities. This transition is evidenced by numerous archaeological findings and the extensive settlement network that developed on the Great Hungarian Plain.

Although the Sarmatians initially maintained good relations with the Roman Empire, they allied with the Germanic tribes during the Marcomannic Wars (166–180 CE, Kovács 2009). Following the extensive campaigning of Emperor Marcus Aurelius, they were decisively defeated and received harsh peace terms including forced conscription. After this however, their relationship with the Roman Empire improved significantly. Furthermore, as the Empire sank into the turmoil of the 3rd century, Sarmatians have prospered as evidenced by the influx of imported Roman goods as well as the documented presence of lucrative trade routes crossing over the Great Hungarian Plain. By the 4th century, renewed waves of migration into the region reignited tensions. Hostilities between the Sarmatians and Roman Empire flared up along the Danube limes, leading to economic disruption on both sides of the border.

The relative independence of the Sarmatians came to an end around the turn of the 4th to 5th centuries CE (Soós 2019), when the newly arriving Huns took control of the region and established their power centre in the Carpathian Basin. Although the Sarmatians gradually disappeared from the historical records, it is unlikely that their entire population vanished. More plausibly, they were gradually assimilated into the population of the subsequent Gepid Kingdom.

Interestingly, this once-dominant people, who ruled over a vast region and significantly influenced the ancient and early medieval world (military innovations, relations with the Roman Empire) are not claimed as ancestors by any modern European state-forming nations and remain a group of ancient, now forgotten people.

Objectives

Given the length of their occupation and the considerable size of their population (evidenced by an extensive settlement network and numerous excavated burials) the Sarmatians represent a significant chapter in the population history of the Carpathian Basin. To investigate the genetic composition of this important group, we employed traditional genome-wide variance analysis to address broad questions, complemented by a state-of-the-art IBD (identity-by-descent) fragment detection method to identify distant genealogical relationships with high confidence.

The primary aims of our study were as follows:

1. Characterize the genetic composition of the Sarmatian-period population of the Carpathian Basin.
2. Investigate the relationship between the Iron Age steppe nomads and the people found in the Carpathian Basin identified as Sarmatians.
3. If a connection exists, try to reconstruct the migration path the Sarmatians took to reach the Carpathian Basin.
4. Assess the genetic impact of the Sarmatians during their occupation and in subsequent periods of the Carpathian Basin's population history.

Materials and Methods

Sample collection and classification

The vast number of excavated burials has enabled us to conduct high-resolution sampling across distinct periods associated with the Sarmatian occupation of the Carpathian Basin. We collected and sampled 244 human remains in total. Following the archaeogenetic preparation of the samples we were able to obtain whole genome sequences in 156 cases. Of these, 17 samples were obtained from Wallachia and Moldavia (historical regions in present-day Romania), from outside the Carpathian range to explore potential traces of Sarmatian migration. Additionally, 21 samples were collected from the subsequent Hun Period to investigate the potential continuity of the Sarmatian-period population and to contextualize the genetic composition of the Migration-period population. We complemented this sample set with 26 publicly available genomes to obtain the most comprehensive genome database representing the population of the Carpathian Basin between the 1st–5th centuries AD.

The samples were thoroughly reviewed for precise archaeological classification. We also performed radiocarbon measurements in 68 cases to anchor and validate the archaeological evaluations. We adopted a refined periodization of the Sarmatian occupation period mainly based on the existing archaeological conventions, and we classified our samples into these chronological phases where the archaeological and radiocarbon dates supported each other. These phases included:

- Western Steppe Sarmatian Period
- Carpathian Basin Early Sarmatian Period
- Carpathian Basin Early Middle Sarmatian Period
- Carpathian Basin Middle-Late Sarmatian Period
- Carpathian Basin Late Sarmatian Period
- Carpathian Basin Sarmatian Unknown Period
- Carpathian Basin Late Sarmatian-Hun Period
- Carpathian Basin Hun Period

DNA preparation

DNA preparations were carried out at the dedicated ancient DNA laboratory of the Department of Genetics, University of Szeged according to established protocols. The prepared libraries were shallow sequenced on Illumina iSeq 100 platform to monitor their human DNA content. Selected libraries were deep sequenced on the Illumina NovaSeq 6000 platform to an intended average coverage of 2-3X (Varga et al. 2023).

Data processing and quality control

The raw sequencing reads were aligned to the Genome Reference Consortium Human Build 37 (hs37d5). Ancient DNA damage patterns and contamination levels were carefully monitored to ensure data authenticity and quality. The aligned nucleotide sequence data was deposited to the European Nucleotide Archive (accession no. PRJEB80732, Schütz et al. 2025).

Genome-wide variance analysis

We conducted traditional genome-wide variance analysis methods to investigate the underlying genetic structure of the Carpathian Basin Sarmatians as well as to test specific hypotheses.

The hypothesis-independent PCA (Principal Component Analysis) analysis was used to project our samples onto the genetic variance landscape defined by an extensive background of 1397 modern individuals from 179 contemporary Eurasian populations. We also applied the unsupervised ADMIXTURE analysis framework – using exclusively ancient genomes as additional references – to model our genomes as compositions of hypothetical ancestral populations.

We also employed multiple F-statistics based approaches – namely F4-statistics and qpAdm - to statistically evaluate the possible genetic connection between the Carpathian Basin Sarmatians and publicly available Sarmatians excavated in the Southern Ural region and Kazakhstan (Istvánovits and Kulcsár 2017).

Discrete, haplotype-based analysis

To explore the genetic connectedness at a deeper level, we conducted haplotype-based analyses at both the individual and population levels.

We selected and imputed a total of 562 ancient genomes (including our own samples) applying strict quality thresholds to ensure reliability. Following this, we applied the ancIBD framework, supplemented with a novel filtration method, to identify shared genomic segments of at least 8 cM in length. These segments were confidently assigned as IBD (identity-by-descent) fragments, indicating genuine genealogical relationships among the analysed individuals.

In addition, we determined mitochondrial and Y-chromosome haplogroups for our samples using established open-source software tools. To better understand the likely origins of these uniparental lineages, we compiled a comprehensive reference database encompassing 972 publicly available ancient individuals from the Carpathian Basin.

Results and Discussion

The origin of the Sarmatian-period population of the Carpathian basin

The Sarmatians of the Carpathian Basin can be derived from the Sarmatians excavated on the Russian and Kazakh steppes (henceforth Steppe Sarmatians). The PCA and ADMIXTURE analysis indicated that most of the Carpathian Basin Sarmatians display distinct genetic composition compared to the Steppe Sarmatians, aligning more closely with the preceding and contemporary populations of the Carpathian Basin. However, the ADMIXTURE analysis indicated a small but substantial East Asian-related genetic fraction which was present in the majority of individuals separating them from other populations of the region.

F4-statistics confirmed that this East Asian affinity was indeed present in the indicated samples. Furthermore, this component was shown to be adequately modelled from Steppe Sarmatian sources using both F4-statistics and qpAdm.

Analysing the IBD sharing among our extensive ancient Eurasian whole-genome database also confirmed these results. The Sarmatians of the Carpathian Basin formed a distinct cluster in simple graph-based ordering approaches, while the Steppe Sarmatians occupied a central position within this Sarmatian cluster. Further IBD count-based analyses showed that the Steppe Sarmatians share a substantial amount of IBDs with the different Carpathian Basin Sarmatian groups, and this connection seemed to gradually decline throughout the progressive periods. This indicated a possible founding effect originating from the Steppe Sarmatians with a continual chain of generational transmission.

Focusing specifically on close genealogical connections, we were able to identify an extended family of Steppe Sarmatian individuals that spanned the full duration of the Sarmatian occupation across the Steppe region, both spatially and temporally. Remarkably, this family also included several individuals sequenced in our study, among them 3 Sarmatians from Romania and 1 Early Sarmatian from the northern edge of the Great Hungarian Plain.

Together, these show that the Carpathian Basin Sarmatians indeed descended from the Steppe Sarmatians, although their steppe ancestry has been strongly depleted probably due to a small initial population size or a stepping-stone migration pattern which already incorporated “local” elements outside the Carpathian Basin.

Population level IBD analysis reveals

Population level IBD analysis reveals several potential migration events. By applying IBD analysis at the population level, we identified demographic patterns that would have remained undetected using traditional methods.

When comparing the normalized ratio of IBD sharing across the different Carpathian Basin Sarmatian groups, a pronounced gap in the generational transmission emerged during the Early-Middle Sarmatian Period. This discontinuity suggests a migration event involving groups from Northern Europe and Central Asia, distinct from the previously identified Steppe Sarmatian sources, a pattern also supported by PCA and qpAdm analyses.

Additionally, when recalculating IBD sharing based on cemetery-level groupings, we observed a marked reduction in IBD connectivity in approximately half of the Late Sarmatian and Hun-period cemeteries, relative to earlier phases. This pattern again suggests a migration event, with qpAdm results pointing to a possible origin in Southern Europe or the Balkans.

Individuals from the Hun Period

Individuals from the Hun Period can be described as mostly continuous with the previous Sarmatian Period population. The majority of the Hun-period individuals showed identical genetic composition to the previous Sarmatian-period population both on PCA and ADMIXTURE. However, several outliers with strong East Asian affinity were also identified.

Graph-based IBD analyses revealed that Hun-period individuals do not form a distinct IBD cluster. Instead, they are dispersed across individuals from both earlier and later periods. A more detailed examination of IBD sharing within the Hun Period mirrors the PCA results, revealing two distinctly separated IBD-sharing clusters: one composed primarily of Avar-period samples, including a few Conqueror elites; the other dominated by Sarmatian-period individuals, notably including several Romanian and Steppe Sarmatians, with minimal connections to Roman, Avar, or Conquest-period groups.

Together, these findings suggest that the archaeological classification of this group may be somewhat artificial. While the genetic data clearly reflect the presence of new migrants, the majority of Hun-period individuals show strong genetic and genealogical continuity with the preceding Sarmatian population.

IBD data analysis

IBD data indicates at least a partial survival of the Sarmatian and Hun-period population. According to our group-based IBD analysis both the Sarmatian and Hun-period group projected a low but detectable ratio of IBD connections toward the much later Avar and Conquest-period populations, indicating at least partial survival across these transitions.

Uniparental data analysis

Uniparental data strongly suggests male-biased migration. Haploid data analysis showed a very apparent turnover in the Y-chromosome haplogroup distribution of the Sarmatian-era population of the Carpathian Basin. The characteristic Central Asian haplogroup R1a-Z94, which had been only sporadically present in earlier periods, emerged suddenly in this era. It was also the most common Y-haplogroup among Steppe Sarmatian males and in our Romanian Sarmatian samples, highlighting a strong unifying paternal signal across all Sarmatian groups. In contrast, the maternal haplogroup distribution showed less coherence. While many maternal lineages found among the Steppe Sarmatians are also typical of Central Europe, a notable proportion of Asian-derived mitochondrial haplogroups was present among them. These however were largely absent in both the Carpathian Basin and Romanian Sarmatian samples. A significant shift in maternal lineages only became evident after the Sarmatian Period and particularly during the much later Avar Period. Taken together, these findings suggest that the Sarmatian migration was predominantly male driven (Csáky et al. 2020, Neparácski et al. 2019).

References

- Csáky, V., Gerber, D., Koncz, I., Csiky, G., Mende, B.G., Szeifert, B., Egyed, B., Pamjav, H., Marcsik, A., Molnár, E., Pálfi, G., Gulyás, A., Kovacsóczy, B., Lezsák, G.M., Lőrinczy, G., Szécsényi-Nagy, A., Vida, T. (2020): Genetic insights into the social organisation of the Avar period elite in the 7th century AD Carpathian Basin. *Scientific Reports*, 10(1): 948. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-57378-8>
- Istvánovits, E., Kulcsár, V. (2020): Sarmatians on the Borders of the Roman Empire. Steppe Traditions and Imported Cultural Phenomena. *Ancient Civilizations from Scythia to Siberia*, 26(2): 391–402. DOI: <https://doi.org/10.1163/15700577-12341381>
- Kovács, P. (2009). *Marcus Aurelius' rain miracle and the Marcomannic wars*. Mnemosyne supplements 308. Brill.
- Narasimhan, V.M., Patterson, N., Moorjani, P., Rohland, N., Bernardos, R., Mallick, S., Lazaridis, I., Nakatsuka, N., Olalde, I., Lipson, M., Kim, A.M., Olivieri, L.M., Coppa, A., Vidale, M., Mallory, J., Moiseyev, V., Kitov, E., Monge, J., Adamski, N., Reich, D. (2019). The formation of human populations in South and Central Asia. *Science*, 365(6457): eaat7487. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.aat7487>
- Neparácski, E., Maróti, Z., Kalmár, T., Maár, K., Nagy, I., Latinovics, D., Kustár, Á., Pálfi, G., Molnár, E., Marcsik, A., Balogh, C., Lőrinczy, G., Gál, S.S., Tomka, P., Kovacsóczy, B., Kovács, L., Raskó, I., Török, T. (2019): Y-chromosome haplogroups from Hun, Avar and conquering Hungarian period nomadic people of the Carpathian Basin. *Scientific Reports*, 9(1): 16569. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53105-5>
- Schütz, O., Maróti, Z., Tihanyi, B., Kiss, A.P., Nyerki, E., Ginguța, A., Kiss, P., Varga, G.I.B., Kovács, B., Maár, K., Kovacsóczy, B.Ny., Lukács, N., Major, I., Marcsik, A., Patyi, E., Szigeti, A., Tóth, Z., Walter, D., Wilhelm, G., Török, T. (2025): Unveiling the origins and genetic makeup of the “forgotten people”: A study of the Sarmatian-period population in the Carpathian Basin. *Cell*, 188(15): 4074–4090. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2025.05.009>
- Varga, G.I.B., Kristóf, L.A., Maár, K., Kis, L., Schütz, O., Váradi, O., Kovács, B., Ginguța, A., Tihanyi, B., Nagy, P.L., Maróti, Z., Nyerki, E., Török, T., Neparácski, E. (2023): The archaeogenomic validation of Saint Ladislaus' relic provides insights into the Árpád dynasty's genealogy. *Journal of Genetics and Genomics*, 50(1): 58–61. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jgg.2022.06.008>

A doktori értekezés témájában megjelent tanulmányok

- Ginguța, A., Kovács, B., Schütz, O., Tihanyi, B., Nyerki, E., Maár, K., Maróti, Z., Varga, G.I.B., Băcuț-Crișan, D., Keresztes, T., Török, T., Neparáczki, E. (2023): Genetic identification of members of the prominent Báthory aristocratic family. *iScience*, 26(10): 10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.107911>
- Ginguța, A., Kovács, B., Tihanyi, B., Maár, K., Schütz, O., Maróti, Z., Varga, G.I.B., Kiss, A.P., Stanciu, I., Török, T., Neparáczki, E. (2022). Maternal Lineages of Gepids from Transylvania. *Genes*, 13(4): 563. <https://doi.org/10.3390/genes13040563>
- Kovács, B., Ginguța, A., Kiss, P., Maár, K., Schütz, O., Varga, G.I.B., Neparáczki, E. (2025): Comparing the Efficiency of Different Methods for Reliable Results in Ancient DNA NGS Workflow. *DNA*, 5(2): 26. DOI: <https://doi.org/10.3390/dna5020026>
- Maróti, Z., Neparáczki, E., Schütz, O., Maár, K., Varga, G.I.B., Kovács, B., Kalmár, T., Nyerki, E., Nagy, I., Latinovics, D., Tihanyi, B., Marcsik, A., Pálfi, G., Bernert, Z., Gallina, Z., Horváth, C., Varga, S., Költő, L., Raskó, I., Török, T. (2022): The genetic origin of Huns, Avars, and conquering Hungarians. *Current Biology*, 32(13): 2858–2870. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2022.04.093>
- Neparáczki, E., Kis, L., Maróti, Z., Kovács, B., Varga, G.I.B., Makoldi, M., Horolma, P., Teiszler, É., Tihanyi, B., Nagy, P.L., Maár, K., Gyenesei, A., Schütz, O., Dudás, E., Török, T., Pascuttini-Juraga, V., Peharda, I., Vizi, L. T., Horváth-Lugossy, G., Kásler, M. (2022): The genetic legacy of the Hunyadi descendants. *Heliyon*, 8(11): e11731. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11731>
- Nyerki, E., Kalmár, T., Schütz, O., Lima, R.M., Neparáczki, E., Török, T., Maróti, Z. (2023): correctKin: An optimized method to infer relatedness up to the 4th degree from low-coverage ancient human genomes. *Genome Biology*, 24(1): 38. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13059-023-02882-4>
- Schütz, O., Maróti, Z., Tihanyi, B., Kiss, A. P., Nyerki, E., Ginguța, A., Kiss, P., Varga, G. I. B., Kovács, B., Maár, K., Kovacsóczy, B. Ny., Lukács, N., Major, I., Marcsik, A., Patyi, E., Szigeti, A., Tóth, Z., Walter, D., Wilhelm, G., Török, T. (2025): Unveiling the origins and genetic makeup of the “forgotten people”: A study of the Sarmatian-period population in the Carpathian Basin. *Cell*, 188(15): 4074–4090. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2025.05.009>
- Spekker, O., Attila Kiss, P., Kis, L., Király, K., Varga, S., Marcsik, A., Schütz, O., Török, T., Hunt, D.R., Tihanyi, B. (2024): White plague among the “forgotten people” from the Barbaricum of the Carpathian Basin – Cases with tuberculosis from the Sarmatian-period (3rd–4th centuries CE) archaeological site of Hódmezővásárhely–Kenyere-ér, Bereczki-tanya (Hungary). *PLOS ONE*, 19, 1–29. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0294762>
- Tihanyi, B., Maár, K., Kis, L., Ginguța, A., Varga, G.I.B., Kovács, B., Schütz, O., Pálfi, G., Neparáczki, E., Török, T., Spekker, O., Maróti, Z., Berthon, W. (2024): ‘But no living man am I’: Bioarchaeological evaluation of the first-known female burial with weapon from the 10th-century CE, Carpathian Basin. *PLOS ONE*, 19(11): e0313963. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0313963>
- Varga, G.I.B., Kristóf, L.A., Maár, K., Kis, L., Schütz, O., Váradi, O., Kovács, B., Ginguța, A., Tihanyi, B., Nagy, P.L., Maróti, Z., Nyerki, E., Török, T., Neparáczki, E. (2023): The archaeogenomic validation of Saint Ladislaus’ relic provides insights into the Árpád dynasty’s genealogy. *Journal of Genetics and Genomics*, 50(1): 58–61. <https://doi.org/10.1016/j.jgg.2022.06.008>
- Varga, G.I.B., Maróti, Z., Schütz, O., Maár, K., Nyerki, E., Tihanyi, B., Váradi, O.A., Ginguța, A., Kovács, B., Kiss, P., Dosztig, M., Gallina, Z., Török, T., Szabó, J.B., Makoldi, M., Neparáczki, E. (2024). Archaeogenetic analysis revealed East Eurasian paternal origin to the Ába royal family of Hungary. *iScience*, 27(10): 110892. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.110892>

- Varga, G.I.B., Maár, K., Ginguta, A., Kovács, B., Tihanyi, B., Kis, L., Váradi, O., Kiss, P., Szokolóczy, D., Schütz, O., Maróti, Z., Nyerki, E., Nagy, I., Latinovics, D., Török, T., Neparáczi, E. (2021). An archaeogenetic approach to identify the remains of the Hungarian Kings. *Ephemeris Hungarologica*, 12: 333–342.
- Maár, K., Varga, G.I.B., Kovács, B., Schütz, O., Maróti, Z., Kalmár, T., Nyerki, E., Nagy, I., Latinovics, D., Tihanyi, B., Marcsik, A., Pálfi, G., Bernert, Z., Gallina, Z., Varga, S., Költő, L., Raskó, I., Török, T., Neparáczi, E. (2021). Maternal Lineages from 10–11th Century Commoner Cemeteries of the Carpathian Basin. *Genes*, 12(3): DOI: <https://doi.org/10.3390/genes12030460>
- Schütz, O., Maróti, Z., Neparáczi, E., Tihanyi, B., Kovács, B., Maár, K., Varga, G., Ginguta, A., Nyerki, E., Török, T. (2024): Preliminary genetic results on the Sarmatians from the Carpathian Basin. In: Grumeza, L., Cojocaru, V., Tica, C.I. (Eds) *The Sarmatians and the Others: Nomadic and Sedentary Cultures in Central and Eastern Europe in the First Half of the 1st Millenium AD*. Mega Publisher, Cluj-Napoca, Romania. pp. 473–481.
- Maár, K., Varga, G.I., Kovács, B., Schütz, O., Tihanyi, B., Nyerki, E., Raskó, I., Pálfi, Gy., Maróti, Z., Neparáczi, E., Török, T. (2022): A X–XI. századi Kárpát-medencei köznép anyai vonalainak jellemzése archeogenetikai módszerekkel. In: Nagy, D., Nagy-L., I. (Eds) *A Magyarságkutató Intézet évkönyve 2021*. Magyarságkutató Intézet, Budapest, Magyarország. pp. 281–309.

Mailing address: Schütz Oszkár
 Department of Genetics
 University of Szeged
 6726 Szeged
 Közép fasor 52.
 Hungary
schutzoszi@gmail.com

A CSONTÉLETKOR ÉS MÉRET-, ILLETVE A MORFOLÓGIAI ÉLETKOR KÖZÖTTI ÖSSZEFÜGGÉSEK VIZSGÁLATA

Utczás Katinka Erzsébet

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Embertani Tanszék, Budapest
Témavezető: Dr. Zsákai Annamária

Utczás K. E.: Examining inter-relationships between bone age, somatic age, and morphological age. Our study investigated the growth patterns, bone structure indicators, and changes in absolute and relative body components used to characterize the bone structure of average Hungarian children aged 7–18 years based on a cross-sectional sample (N: 1678). After exploring the age-related patterns of various lengths, widths, bone diameters, circumferences, and skinfolds, we analysed the relationships of the most commonly used methods for characterizing biological development, examining their correlations with chronological age and with each other.

According to the results of the Second National Growth Study, we found no statistical difference between the body dimensions of children measured almost 20 years ago and children examined in 2013–2014. However, similarly to a trend observed in several countries, a positive secular trend was observed also in our study raising the need for a Third National Growth Study. Among the bone structure indicators, percentile samples constructed from the BUA (broadband ultrasound attenuation) and SOS (speed of ultrasound) indicators determined with the DTU-one ultrasonic osteometer provide (unpublished so far) reference data in children aged 7–18.

By examining the relationship between biological ages and chronological age, we found that after the age of 14 in girls and after the age of 16 in boys, deceleration of developmental processes may influence the accuracy of the assessment of biological maturity. The strong correlations between bone age, morphological age, and somatic age allowed us to develop a regression model based only on body measures to estimate bone age. However, it must be noted that the applicability of methods based on growth and maturation is population specific and needs periodic modification.

The analysis of age-related patterns in body measurements and the relationships of biological ages characterizing biological development enabled us to develop bone age estimation equations based solely on anthropometric body dimensions, which can be quickly and reliably applied in screening tests in schools and paediatric clinics.

Keywords: Biological ages; Bone age; Morphological age; Children; Body development.

Bevezetés

A gyermekek fejlődésének vizsgálatokor pontosabb képet kaphatunk, ha nem csak a kronológiai kor, hanem a biológiai életkorok tükrében is értékeljük a testdimenziókat, a testszerkezeti mutatókat, valamint a testösszetevőket. A biológiai életkorok meghatározására ma már számos módszer közül választhatunk (pl. Greulich és Pyle 1959, Mészáros és Mohácsi 1983, Tanner és mtsai 1983). Napjainkban a leggyakrabban alkalmazott módszerek közé tartozik a csontéletkorbecslés, amelynek meghatározására korábban csak radiológiai úton volt lehetőség (Greulich és Pyle 1959, Tanner és mtsai 1983). Napjainkban azonban egyre gyakrabban találkozhatunk a szűrő-, vagy epidemiológiai vizsgálatok során olyan módszerekkel, amelyek nem jelentenek potenciális veszélyforrást az emberi szervezetre.

A gyermekek testi fejlettségének vizsgálata során lehetőségünk nyílik arra, hogy az átlagostól eltérő növekedési és/vagy érési mintát követő gyermekeket minél biztosabban felismerhessük (Bodzsár 2006). Amennyiben ugyanis egy gyermek testi fejlődése a környezeti tényezők miatt zavart szenved, a kronológiai életkora és a biológiai életkora között jelentős eltérések alakulhatnak ki (Bodzsár és mtsai 2013, Vitályos 2014). A biológiai fejlődés üteme kihat a gyermek fizikai, mentális, kognitív és/vagy szociális fejlődésére – ezáltal befolyásolva a gyermek iskolai eredményeit, valamint sportteljesítményét – így, különösen fontos, hogy megismerjük a biológiai életkorok kapcsolatrendszerét (Pápai 1992, Albaladejo-Saura és mtsai 2021, Kovács és mtsai 2022).

Míg korábban főként az endokrinológus szakemberek vizsgálták a gyermekek biológiai fejlettséget, elsősorban a rendellenes fejlődés diagnosztizálás céljából, mára már egyre szélesebb körben alkalmazzák a biológiai életkorok becsléseit mások is. Így elengedhetetlen egy gyorsan, könnyen alkalmazható, akár szülők, iskolaorvosok/védnők, sportszakemberek számára is elérhető biológiai életkor becslésére alkalmas módszer, amely nagyban megkönnyítené a testi fejlődésükben az átlagostól eltérő ütemben fejlődő gyermekek szűrését.

Vizsgálati célkitűzések

Vizsgálatunkkal célunk volt:

- (1) a vizsgált testméretek, az abszolút és a relatív testösszetevő komponensek és a csontszerkezeti mutatók életkori mintázatának jellemzése 7 és 18 éves fiúk és lányok körében;
- (2) a csontszerkezeti mutatók, illetve a hazai növekedési referencia- sorozatok (Bodzsár és Zsákai 2012) között nem szereplő testméretek nemenkénti és életkoronkénti átlagértékeinek meghatározása;
- (3) a vizsgált 7-18 éves gyermekek testfejlettségének jellemzése a Második Országos Növekedésvizsgálat referencia-sorozatainak (Bodzsár és Zsákai 2012) tükrében;
- (4) a vizsgált biológiai életkorok kronológiai kor szerinti mintázatának jellemzése;
- (5) a Tanner–Whitehouse-féle 2 (TW2) és modifikált 3 (TW3) módszerekkel becsült csontéletekorok kapcsolatának elemzése;
- (6) az eddig még nem modifikált Greulich–Pyle-féle (GP) és a TW3 módszerekkel becsült csontéletekorok kapcsolatának vizsgálata;
- (7) a röntgenfelvételen alapuló GP módszerrel becsült és az ultrahangos technikával (amelyet szintén a GP módszer alapján validáltak a kidolgozói) becsült csontéletekorok kapcsolatának vizsgálata;
- (8) a méretkorok, a morfológiai életkor és az ultrahangos technikával becsült csontéletekorok közötti kapcsolatrendszer jellemzése;
- (9) új, csak antropometriai dimenziókra épülő csontkorbecslő regressziós egyenletek kidolgozása.

Vizsgált személyek és alkalmazott módszerek

2012–2014 között összesen 1678 7–18 éves leány és fiú vett részt a vizsgálatunkban. Az életkori korcsoportok kialakításánál, valamint a testméretek felvételénél a Nemzetközi Biológiai Program ajánlása szerint jártunk el. A bal sarokcsont szerkezetének vizsgálatát kvantitatív, DTU-one típusú ultrahangos oszteométer segítségével végeztük és két csontszerkezeti paraméter – a SOS (ultrahang terjedési sebessége, m/s), valamint a BUA

(ultrahang frekvenciától függő csillapodása, dB/MHz) – értékeit határoztuk meg, amelyek a csont minőségét jellemzik.

Egy 47 fős véletlenszerűen kiválasztott al minta esetében a bal kéz- és csuklótájékról készült standard röntgenfelvétel alapján radiológiai módszerekkel is meghatároztuk a gyermekek csontkorát (Greulich és Pyle 1959, Tanner és mtsai 1983, 2001). A röntgenfelvételek elemzését a kronológiai kor ismerete nélkül egymástól függetlenül dr. Noel Cameron (a University of Loughborough professzora), dr. Muzsnai Ágota (gyermekendokrinológus, Észak-budai Szent János Centrumkórház), valamint a jelölt, Utczás Katinka végezték. Minden részt vevő gyermeknél elvégeztük az ultrahangalapú csontkor (UGP) meghatározást Sunlight BonAge típusú készülékkel, amely az ultrahang áthaladási sebességét és a csukló szélességét veszi figyelembe.

A gyermekek morfológiai életkorát a Mészáros–Mohácsi-féle módszerrel (Mészáros és Mohácsi 1983), PHV-korát a Mirwald-féle módszerrel (Mirwald és mtsai 2002) becsültük. A leányok esetében az első menstruáció időpontjára vonatkozóan retrospektív módon gyűjtöttünk adatokat. A méretkorokat a Második Országos Növekedésvizsgálat adatai alapján szerkesztett nemenkénti korcsoportos referencia-sorozatok segítségével határoztuk meg.

A testösszetevők közül a Drinkwater–Ross-féle módszerrel a csonttömeget (Drinkwater és Ross 1980), míg a bioelektromos impedancia analízissel (InBody 720) a csont-ásványianyag- tartalmat határoztuk meg. Az abszolút értékeken kívül vizsgáltuk a testtömegre (%), valamint a testmagasság négyeztére (kg/m²) vonatkoztatott relatív értékeket.

A csontszerkezeti mutatók nemenkénti centilismintázatait az lmsChartMaker Pro 2.3 program segítségével határoztuk meg. A normál eloszlású változók esetében egy- és kétmintás t-próbát, illetve varianciaanalízist (ANOVA), a nem normál eloszlású változók esetében a Kolomogorov–Smirnov- és a Kruskal–Wallis-tesztet alkalmaztuk az alcsoportok összehasonlításakor. Hipotéziseinket 5%-os szignifikancia szinten teszteltük. A biológiai életkorok és a kronológiai életkor, valamint a biológiai életkorok egymás közötti kapcsolatrendszerének elemzéséhez Pearson-féle korrelációt végeztünk. A méretkorok csoportjainak meghatározásához hierarchikus klaszterelemzést használtunk. A csont- és kronológiai életkorok kapcsolatának a szakirodalomban fellelhető eredményeivel való összehasonlítását metaanalízissel végeztük. A különböző módszerekkel becsült csontéletkorok kapcsolatát Bland–Altman-analízis segítségével teszteltük. A csak antropometriai testdimenziókra épülő, érettségi státuszt figyelembe vevő csontkorbecslő egyenletek kidolgozásához többszörös lineáris regresszió elemzést végeztünk. A regressziós egyenletekkel becsült csontéletkor, valamint az UGP életkorok közötti kapcsolatot páros t-próbával vizsgáltuk.

Vizsgálati eredmények megvitatása, új tudományos eredmények (ÚT) bemutatása

Az antropometriai vizsgálat során felvételre került testdimenziók, minden esetben az egészséges gyermekekre jellemző növekedési mintát követték a vizsgált életkori intervallumban (Bodzsár és Zsákai 2012). A nemek között megfigyelhető, általánosan jellemző, a növekedés intenzitásában megnyilvánuló különbségek szintén egybevágnak a korábbi vizsgálati eredményekkel, amelyeket az egészséges gyermekek testi fejlettségének állapotfelmérésekor tapasztaltak (Bodzsár és Zsákai 2012). Ennek megfelelően 11–12 éves korban a leányok átmenetileg szignifikánsan nagyobb testméretekkkel rendelkeznek, mint a fiúk. Az intenzív növekedési időszakot követően a leányoknál 14 éves, a fiúknál 16 éves

kortól már csak kisebb különbségek voltak megfigyelhetők az egymást követő korcsoportok testméreteiben. Új tudományos eredmény (ÚT1) annak megállapítása, hogy a testméretek életkori változásai alapján egy csak antropometriai testdimenziókra épülő csontéletkorbecslő modellt kidolgozásához olyan testméretek vehetők figyelembe, amelyek szigorúan monoton növekedők.

A csontozatot jellemző testösszetevő komponensek közül a csont-ásványianyagtartalom, illetve a csonttömeg abszolút és relatív mennyiségének életkori mintázatát vizsgálva megállapítottuk, hogy ezen összetevők közül mindkét esetben csak az abszolút mennyiségekben volt megfigyelhető, az egymást követő korcsoportok közötti intenzív gyarapodás, amit a test- és ülőmagasság változásában tapasztaltunk serdülőkorban. Új tudományos eredményként (ÚT2) mutattuk be a magyarországi gyermekek bioelektromos impedancia analízissel (InBody 720) becsült csont-ásványianyagtartalom abszolút és relatív értékeire vonatkozó nemenkénti és korcsoportonkénti referencia-sorozatokat.

A fejlődésben lévő gyermekek csontszerkezetének értékelése nagy kihívást jelent, mivel több dinamikusan változó tényező befolyásolhatja a szerkezeti mutatók értékeit (Boyce és Gafni 2011). A DTU-one ultrahangos oszteométer által meghatározott két csontszerkezeti mutató, a BUA és a SOS centilis-mintázatának meghatározására (ÚT3) azért volt különösen nagy szükség, mert a csontszerkezeti vizsgálatokhoz szükséges oszteométer számos kórházban, rendelőintézetben is rendelkezésre áll, viszont a műszerek standardjai nem magyar mintára és nem gyermekekre lettek kidolgozva. Az általunk kidolgozott centilis-mintázatok a 7 és 18 év közötti magyar gyermekek esetében pontosabb állapotfelmérést tesz mostantól lehetővé.

A csontéletkor és a kronológiai életkor kapcsolatát több szemszögből is megvizsgáltuk. A TW2 almodszerei közül a kronológiai életkorral a legszorosabb kapcsolatot a 20 csontot figyelembe vevő csontéletkor meghatározással kaptuk (mindkét nem esetében $R^2=0,890$), a leggyengébb kapcsolat a csak a kéztőcsontok fejlettségi vizsgálatán alapuló volt. Ennek oka, hogy a kéztőcsontok fejlődése általában a leányoknál 13 éves, míg a fiúknál 15 éves korban befejeződik, amelyet megerősítenek Maggio és munkatársainak (2016) eredményei is. Az ultrahangos készülékkel becsült csontéletkor és kronológiai életkor közötti kapcsolat elemzésekor a leányoknál 15 éves korig, a fiúknál 16 éves korig szoros összefüggést tapasztaltunk. (ÚT4) Bár a Sunlight BonAge ultrahangos készülék 5 és 18 éves kor között alkalmazható a gyártó szerint, a csontéletkor és a kronológiai életkor kapcsolatának eredménye ezt nem támasztja alá. A készülék alkalmazhatóságának felső életkori határát a leányoknál 15 évnél, a fiúknál 16 évnél határoztuk meg (Utczás és mtsai 2017).

Az ultrahangos csontéletkor meghatározás a 2000-es évek elejétől terjedt el, azonban eddig még nem vizsgálták ezen működési elv alapján becsült csontéletkor és a kronológiai életkor közötti kapcsolatot. (ÚT5) Az átfogó elemzés alapján megállapítottuk, hogy mind a radiológiai módszerrel, mind az ultrahang alapú készülékkel becsült csontéletkor és kronológiai életkor közötti különbségek megfelelnek a nemzetközi gyakorlatban elfogadott követelményeknek.

A TW2 és ennek modifikált változata (TW3) alapján becsült csontéletkorok összehasonlításakor, azt tapasztaltuk, hogy az igen szoros lineáris kapcsolat mellett a TW2 módszerrel becsült csontéletkorok átlagosan 0,62 évvel meghaladják a TW3 módszerrel becsült értékeket. A nemeket figyelembe vevő elemzéseknél azt tapasztaltuk, hogy fiúknál közel 0,5 éves, míg leányoknál 0,8 éves különbség volt a két módszer között. Ezek alapján a Tanner–Whitehouse-féle módszerek közül a csontéletkor meghatározásakor a modifikált TW3 módszer az ajánlott, mivel a csontvázrendszer fejlődésében bekövetkező generációs változásokat jobban követi (Malina és mtsai 2018).

A korábbi eredmények ismeretében megvizsgáltuk a két különböző radiológiai módszerrel (TW3 és GP) becsült csontéletkorok közötti különbséget. Mind az erős korreláció ($r=0,970$; $p<0,001$), mind a csekély (0,07 év) átlagos különbség arról árulkodik, hogy nincs különbség a két módszer között. Azonban fiúknál az intenzív növekedési lökés időszakában jelentősen megnőtt a különbség a két módszerrel becsült csontéletkor között. (ÚT6) A csontéletkor meghatározását megelőzően érdemes meghatározni a gyermekek PHV-korát, valamint a csontéletkor becslő egyenletek kidolgozásakor figyelembe kell venni ezt a tényezőt.

A GP módszerrel, valamint az ultrahangos készülékkel becsült csontéletkorok kapcsolatának elemzésekor pozitív korreláció ($r=0,930$; $p<0,001$) és mindössze átlagosan 0,03 év különbség volt megfigyelhető a két módszerrel becsült csontéletkor értékei között. (ÚT7) Mindezek alapján az ultrahangos csontéletkor-becslés egy alkalmas helyettesítője lehet a radiológiai csontéletkor meghatározásnak szűrővizsgálatok során, fejlettségi státusz felmérésére végzett biológiai korbecsléskor. A nemi sajátosságokat megvizsgálva különbségeket találtunk a fiúk és a lányok között a GP módszerrel becsült és az ultrahangos módszerrel becsült csontéletkorok különbségeinek mintázatában. A lányoknál 15 éves kortól kezdve az ultrahangos eszközzel becsült csontéletkor-értékek elmaradtak a GP módszerrel becsült csontéletkoroktól. A fiúknál, a 8,5 évnél fiatalabbaknál, az ultrahangos csontéletkorok jelentősen meghaladták a GP módszerrel becsült értékeket. (ÚT8) Magyarországi gyermekek esetében az ultrahangos technikára épülő módszerrel becsült csontéletkor megfelelő pontossággal használható a kijelölt kronológiai korintervallumban: a lányoknál 7 és 15 éves, a fiúknál 8,5 és 16 éves kor között.

A különböző biológiai korok közötti kapcsolatrendszer elemzése során megállapítottuk, hogy a nemek között különbségek vannak a korrelációk erősségét illetően. A fiúknál minden vizsgált kapcsolat erősebb volt, mint a lányoknál. Ezen kívül a morfológiai kor, a csontéletkor (UGP), valamint a méretkorok közül a testtömeg, a testmagasság, az ülőmagasság, a kézszélesség, a mellkaskerület, az alkarkerület, a kézkerület és az alszármkerület alapján becsült méretkorok esetében tapasztaltuk a legtöbb és a legerősebb kapcsolatot a többi biológiai korral. A testméretek életkori mintázatának, valamint a biológiai fejlettséget jellemző biológiai életkorok kapcsolatrendszerének elemzése lehetővé tette, hogy kidolgozzunk olyan, csak antropometriai testdimenziókra épülő csontkorbecslő egyenleteket, amelyek könnyen, megfelelő megbízhatósággal alkalmazhatók szűrővizsgálatok során az iskolákban és a gyermekorvosi rendelőkben. A testméreteken kívül két érési paramétert vontunk be: mindkét nem esetében az intenzív növekedési időszak alapján kialakított alcsoportokat, valamint a lányok esetében a menarche alapján kialakított alcsoportokat.

(ÚT9) A vizsgálat során kialakított, csontéletkor becslésére alkalmas egyenletek közül nemenként a két-két legfontosabb egyenlet:

a) 7 és 18 év közötti fiúk ($R^2=0,858$; $p<0,001$)

csontéletkor (év) = $-13,574 + 0,236 \times \text{ÜM} + 0,063 \times \text{LSZ} + 0,085 \times \text{ALK} + 0,076 \times \text{CSK}$,
ahol ÜM: ülőmagasság (cm); LSZ: lábszélesség (mm); ALK: alkarkerület (cm); CSK: csuklókerület (cm).

b) 7 és 16 év közötti fiúk figyelembevételével a PHV-kort ($R^2=0,806$; $p<0,001$)

csontéletkor (év) = $-6,665 + 1,510 \times \text{GPHV} + 0,057 \times \text{SSZ} + 0,436 \times \text{CSUK} + 0,217 \times \text{VSZ}$,
ahol GPHV értéke -1, ha kronológiai kor-PHV-kor < -1, 0, ha $-1 \leq \text{kronológiai kor-PHV-kor} \leq 1$ és +1, ha kronológiai kor-PHV-kor > 1; SSZ: sarokszélesség (mm); CSUK: csuklókerület (cm); VSZ: vállszélesség (cm).

- c) 7 és 18 év közötti lányok ($R^2=0,808$; $p<0,001$)
csontéletkor (év) = $-14,714 - 0,010 \times \text{LSZ} + 0,143 \times \text{CSUSZ} + 0,125 \times \text{TM} + 0,096 \times \text{ALK}$,
ahol LSZ: lábszélesség (mm); CSUSZ: csuklószelesség (mm); TM: testmagasság (cm);
ALK: alkarkerület (cm).
- d) 7 és 14 év közötti leányok figyelembevéve a menarchét ($R^2=0,811$; $p<0,001$)
csontéletkor (év) = $-12,963 + 0,125 \times \text{CSUSZ} + 0,206 \times \text{KK} + 0,391 \times \text{menarche} - 0,019 \times \text{KSZ} + 0,109 \times \text{TM}$,
ahol CSUSZ: csuklószelesség (mm); KK: kézkerület (cm); a menarche értéke
-1, ha premenarche, az értéke +1, ha posztmenarche státuszú; KSZ: könyökszélesség (mm);
TM: testmagasság (cm).

Felhasznált irodalom

- Albaladejo-Saura, M., Vaquero-Cristóbal, R., Esparza-Ros, F. (2021): Relationship between biological maturation, physical fitness, and kinanthropometric variables of young athletes. *International Journal of Environmental Research*, 18(1): 328. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph18010328>
- Bodzsár, É. (2006): *Humánbiológia. Fejlődés: növekedés, érés*. Egyetemi Tankönyv. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest.
- Bodzsár, É., Zsákai, A. (2012): *Magyar gyermekek és serdülők testfejlettségi állapota. Országos Növekedésvizsgálat 2003–2006*. Plantin Kiadó, Budapest.
- Bodzsár, É., Zsákai, A., Utczás, K., Tausz, K. (2013): Hátrányos helyzetű kistérségek gyermekei nemi érésének mintázata. *Anthropológiai Közlemények*, 54: 3–13.
- Boyce, A.M., Gafni, R.I. (2011): Approach to the child with fractures. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 96(7): 1943–1952. DOI: <https://doi.org/10.1210/jc.2010-2546>
- Drinkwater, D.T., Ross, W.D. (1980): Anthropometric fractionation of body mass. In: Ostry, M., Beunen, G., Simons, J. (Eds) *Kinanthropometry II*. pp. 179–189. University Press, Baltimore.
- Greulich, W.W., Pyle, S.I. (1959): *Radiographic atlas of skeletal development of hand and wrist*. Stanford University Press, Stanford.
- Kovács, I., Kovács, K., Gerván, P., Utczás, K., Oláh, G., Tróznai, Z., Berencsi, A., Szakály, H., Gombos, F. (2022): Ultrasonic bone age fractionates cognitive abilities in adolescence. *Scientific Reports*, 12(1): 5311. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09329-z>
- Maggio, A., Flavel, A., Hart, R., Franklin, D. (2016): Skeletal age estimation in a contemporary Western Australian population using the Tanner–Whitehouse method. *Forensic Science International*, 263: e1–8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2016.03.042>
- Malina, R.M., Coelho-e-Silva, M.J., Figueiredo, A.J., Philippaerts, R.M., Hirose, N., Pena Reyes, M.E., Gilli, G., Benso, A., Vaeyenes, R., Deprez, D., Gugliemlo, L.F. Buranarugsa, R. (2018): Tanner–Whitehouse skeletal ages in male youth soccer players: TW2 or TW3?. *Sports Medicine*, 48: 991–1008. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0799-7>
- Mészáros, J., Mohácsi, J. (1983): *A biológiai fejlettség meghatározása és a felnőtt termet előrejelzése a városi fiatalok fejlődésmenete alapján*. Kandidátusi disszertáció. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest.
- Mirwald, R.L., Baxter-Jones, A.D., Bailey, D.A., Beunen, G.P. (2002): An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(4): 689–694. DOI: <https://doi.org/10.1097/00005768-200204000-00020>
- Pápai, J., Szmodis, I., Bodzsár, É.B. (1992): Growth, maturation and performance. *Anthropológiai Közlemények*, 34: 75–82.
- Tanner, J.M., Whitehouse, R.H., Cameron, N., Marshall, W.A., Healy, M.J.R., Goldstein, H. (1983): *Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 method)*. 2nd edition. Academic Press, London.
- Tanner, J.M., Healy, M., Goldstein, H., Cameron, N. (2001): *Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW3 method)*. 3rd edition. WB Saunders, Harcourt Publishers Ltd, London.

- Utczás, K., Muzsnai, Á., Cameron, N., Zsákai, A., Bodzsár, É. (2017): A comparison of skeletal maturity assessed by radiological and ultrasonic methods. *American Journal of Human Biology*, 29(4): e22966. DOI: <https://doi.org/10.1002/ajhb.22966>
- Vitályos, G.Á. (2014): A testforma és a fizikai aktivitás. A magyar gyermekek testformájának, testi fejlődésének alakulása a szabadidő eltöltésének függvényében. *Anthropológiai Közlemények*, 55: 71–78.

A doktori értekezés témájában megjelent tanulmányok

- Kovács, I., Kovács, K., Gerván, P., Utczás, K., Oláh, Gy., Tróznai, Zs., Berencsi, A., Szakács, H., Gombos, F. (2022): Ultrasonic bone age fractionates cognitive abilities in adolescence. *Scientific Reports*, 12(1): 5311. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09329-z>
- Utczás, K., Tróznai, Zs., Pálkás, G., Kalabiska, I., Petridis, L. (2020): How length sizes affect body composition estimation in adolescent athletes using bioelectrical impedance. *Journal of Sports Science and Medicine*, 19(3): 577–584.
- Utczás, K., Tróznai, Zs., Pálkás, G., Kalabiska, I., Petridis, L. (2019): Kettős röntgensugár abszorpciók eljárásán és bioelektromos impedancián alapuló testösszetétel-becslő módszerek összehasonlító elemzése fiatal sportolók körében. *Testnevelés, Sport, Tudomány*, 4(1–2): 23–31.
- Utczás, K., Muzsnai, Á., Cameron, N., Zsákai, A., Bodzsár, É. B. (2017): A comparison of skeletal maturity assessed by radiological and ultrasonic methods. *American Journal of Human Biology*, 29(4): e22966. DOI: <https://doi.org/10.1002/ajhb.22966>
- Utczás, K., Zsákai, A., Muzsnai, Á., Fehér, V.P., Bodzsár, É. (2015): Radiológiai és ultrahangos módszerrel végzett csontéletkor-becslések összehasonlító elemzése 7–17 éveseknél. *Anthropológiai Közlemények*, 56: 129–138.
- Bodzsár, É., Zsákai, A., Utczás, K., Tausz, K. (2013): Hátrányos helyzetű kistérségek gyermekei nemi érésének mintázata. *Anthropológiai Közlemények*, 54: 3–11.

Nem a doktori értekezés témájában megjelent tanulmányok

- Pálkás, G., Béres, B., Utczás, K., Tróznai, Zs., Petridis, P. (2024): Large inter-individual variability in force-velocity profile changes in response to acute high-load resistance training. *Physiology International*, 111(2): 186–198. DOI: <https://doi.org/10.1556/2060.2024.00370>
- Utczás, K., Pálkás, G., Dányi, P., Tróznai, Zs., Petridis, L. (2023): 6 hetes kezdő CrossFit program hatása a testösszetételre, a függőleges felugrásra és a szorítóerőre szabadidő sportoló személyek körében. *Magyar Sporttudományi Szemle*, 24(3): 29–37.
- Gerván, P., Bunford, N., Utczás, K., Tróznai, Zs., Oláh, Gy., Szakács, H., Gombos, F., Kovács, I. (2022): Maturation-dependent vulnerability of emotion regulation as a response to COVID-19 related stress in adolescents. *Journal of Paediatric Nursing*, 67: 132–138. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pedn.2022.08.017>
- Berencsi, A., Gombos, F., Gerván, P., Tróznai, Zs., Utczás, K., Oláh, Gy., Kovács, I. (2022): Musical training improves fine motor function in adolescents. *Trends in Neuroscience and Education*, 27: 100176. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tine.2022.100176>
- Pálkás, G., Béres, B., Tróznai, Zs., Utczás, K., Petridis, L. (2021): The relationship of maximal strength with the Force-velocity profile in resistance trained women. *Acta Polytechnica Hungarica*, 18(5): 173–185.
- Tróznai, Zs., Utczás, K., Pápai, J., Négele, Z., Juhász, I., Szabó, T., Petridis, L. (2021): Talent selection based on sport-specific tasks in affected by the relative age effects among adolescent handball players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(21): 11418. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph182111418>
- Petridis, L., Pálkás, G., Tróznai, Zs., Béres, B., Utczás, K. (2020): Determining strength training needs using the force-velocity profile in elite female handball and volleyball players. *International Journal of Sport Science & Coaching*, 16(1): 123–130. DOI: <https://doi.org/10.1177/1747954120964043>

- Petridis, L., Utczás, K., Tróznai, Zs., Kalabiska, I., Pálinkás, G., Szabó, T. (2019): Vertical jump performance in Hungarian male elite junior soccer players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 90(2): 251–257. DOI: <https://doi.org/10.1080/02701367.2019.1588934>
- Bodzsár, É., Zsákai, A., Utczas, K., Mascie-Taylor, N. (2016): The biological status of children living in disadvantaged regions of Hungary. *Journal of Biosocial Science*, 48(3): 306–321. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021932015000097>
- Zsákai, A., Karkus, Zs., Utczás, K., Biri, B., Sievert, L., Bodzsár, É. (2016): Body fatness and endogenous sex hormones in menopausal transition. *Maturitas*, 87: 18–26. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2016.02.006>
- Zsákai, A., Karkus, Zs., Utczás, K., Bodzsár, É. (2015): Body Structure and Physical Self- Concept in Early Adolescence. *Journal of Early Adolescence*, 37(3): 316–338. DOI: <https://doi.org/10.1177/0272431615602757>
- Zsákai, A., Biri, B., Utczás, K., Fehér, V.P., Bodzsár, É. (2015): A női nemi hormonok koncentrációja és a testzsírosság változókorú nőknél. *Anthropologiai Közlemények*, 56: 139–151.
- Zsákai, A., Utczás, K., Bodzsár, É.B. (2013): Változókorú nők testösszetételének jellemzői. *Anthropologiai Közlemények*, 54: 25–33.
- Lichthammer, A., Zsákai, A., Utczás, K., Bodzsár, B.É. (2010): 3-18 évesek energia- és tápanyagfogyasztása és a táplálkozás mennyiségi összetételének hatása a testösszetételre. *Anthropologiai Közlemények*, 51: 49–58.

Levelezési cím: Utczás Katinka Erzsébet
Mailing address: Sportélettani Kutató Központ
 Magyar Testnevelési és Sporttudományi Egyetem
 1123 Budapest
 Alkotás utca 42-48.
 Hungary
utczas.katinka@tf.hu

A MAGYAR BIOLÓGIAI ANTROPOLÓGUSOK KITÜNTETÉSEI

Farkas L. Gyula

Szeged

Farkas L. Gy.: *Awards of the Hungarian biological anthropologists. The names of Hungarian biological anthropologists who received scientific awards between 1962 and 2024 were collected.*

Keywords: Awards; Hungarian anthropologists; 1962–2024.

Bevezetés

Bármilyen szakterületen is dolgozik valaki, jóleső érzéssel tölti el, ha munkája után elismerésben részesül. Ez természetesen a tudománnyal foglalkozókra is érvényes.

Ha a hazai kutatók kitüntetéseit vizsgáljuk, kiderül, hogy elsősorban a 2.világháború után vált gyakorlattá, hogy meglehetősen sok szervezet számos esetben tüntette ki a munkatársakat. Ez a mi tudományunk esetében is megfigyelhető. A kitüntetésekéről aktuális esetekben a média tájékoztatja a közvéleményt, egy idő után azonban feledésbe merülnek ezek az ismeretek. Úgy gondoljuk, hogy a talán nem hiábavaló, ha a kitüntetettek neveit és kitüntetésait összegyűjtve ismertetjük, hogy az utókor részben megismerje nevüket és azt, hogy milyen elismerésben részesültek.

Manapság nem gyakori a felsőoktatásban a tudománytörténettel megismertetni a fiatalságot, jóllehet a múlt ismerete a jelenkor számára is tartalmaz hasznos információkat. Felvilágosít bennünket arról, hogy mit nem érdemes kutatni, mert azt már mások korábban megismerték, de vannak olyan problémák, amelyek talán elkerülnék a figyelmünket, a tudomány története viszont rávilágít arra, hogy mit érdemes kutatni. Olykor a már rendelkezésre álló ismeretek új módszerekkel való felülvizsgálata is szükséges. Ezen munkálatok során ismerhetjük meg azokat a kutatókat, akik sikereket értek el, és ezzel kapcsolatban még magas szintű elismerésben, kitüntetésben is részesültek. Egy kutató általában több évtizedes kiemelkedő munkájának elismerését jelenti a kitüntetés. A tudománytörténet azonban arra is felhívja a figyelmünket, hogy bizony voltak olyan kiváló kutatók is, akik maradandó eredményeket értek el, mégsem részesültek megfelelő elismerésben.

A következőkben szakterületünk kitüntetettjeit és kitüntetéseit kívánjuk bemutatni. Ez az összefoglalás a rendelkezésre álló adatok alapján készült, valószínűleg nem tekinthető teljesen kifogástalannak. Az egyes személyeknél a doktori cím nincs feltüntetve, mert a felsoroltak mindegyike rendelkezik egyetemi doktori fokozattal.

A kitüntetettek névsora

Bakonyi Ferenc kutató: Magyar Népköztársasági Sportérmérem arany fokozata (1981).

Bartucz Lajos egyetemi tanár: A Magyar Biológiai Társaság tiszteletbeli tagja (1962), Munka érdemrend arany fokozata (1964).

Bereczki Zsolt egyetemi adjunktus: Magyar Ezüst Érdemkereszt kitüntetés (2023).

Bodzsár Éva egyetemi tanár: MTA Verzár Frigyes díja (1986), Széchenyi professzori ösztöndíj (1997), Széchenyi István ösztöndíj (2001), MBT Gelei József életműdíja (2009), ELTE Pro Universitate díj (2012), Apáczai Csere János díj (2014).

Buday József főiskolai tanár: Kiváló munkáért (1981), OTDK Mestertanár (1999), OTP Fáy András díj (1999), Széchenyi professzori ösztöndíj (2000), Magyar Köztársaság Lovagkeresztje kitüntetés (2004).

Darvay Sarolta egyetemi docens: ELTE Quint József emlék-plakettje (2009), ELTE Rektori kiválósági különdíj (2016), ELTE Diákokért Emlékérem (2017), Brunszvik Teréz díj (2017), MBT Gelei József életműdíja (2021).

Dezső Gyula ny. főtanácsos: Bartucz Lajos emlékplakett (1991).

Eiben G. Ottó egyetemi tanár: Állami Ifjúsági díj (1986), Gorjanovic-Kramberger plakett (1986), Bartucz Lajos emlékplakett (1987), Hrdlicka emlékérem (1989), Horvát Antropológiai Társaság tiszteletbeli tagja (1992), Szent-Györgyi Albert díj (1995), Szentágothai János díj (1999), Körmend város díszpolgára (1999), Eötvös József ezüst koszorú (2002).

Farkas L. Gyula professor emeritus: Oktatásügy kiváló dolgozója (1970), Magyar Biológiai Társaság tiszteletbeli tagja (1980), Kiváló munkáért kitüntetés (1980), JATE Aranykoszorús törzsgárdajelvény (1984), József Attila emlékplakett (1998), MBT Gelei József életműdíja (1998), Pedagógus Szolgálati emlékérem (2002), MBT Huzella Tivadar emlékérem (2010), Professor emeritus cím (2011).

Gyenis Gyula egyetemi tanár: Széchenyi Professzori ösztöndíj (1994), Magyar érdemrend lovagkereszt polgári tagozat kitüntetés (2014).

Henkey Gyula: jogász, autodidakta antropológus: A szocialista kultúráért (két alkalommal), Pilinszky János díj (1992), Bács-Kiskun Megye Tudományos díja (2002).

Joubert Kálmán tudományos főmunkatárs: MBT Huzella Tivadar emlékérem (2012).

Kiszely István tudományos munkatárs: A bécsi Anthropologische Gesellschaft rendes tagja (1969).

Kralovánszky Alánné Éry Kinga igazságügyi szakértő: Magyar Nemzetért emlékérem (1990), Kuzsinszky Bálint emlékérem (1991), Erdy János emlékérem (2003), Rómer Flóris emlékérem (2004), Deák Dénes díj (2021).

Lengyel Imre egyetemi tanár: Wenner-Green Alapítvány emlékérmé (1978), Centre National de la Recherche Scientifique emlékérem (1978).

Lipták Pál professor emeritus: A szocialista kultúráért kitüntetés (1960), Az oktatásügy kiváló dolgozója (1980), Bartucz Lajos emlékplakett (1989), Professor emeritus cím (1994).

Marcsik Antónia egyetemi docens: Kiváló munkáért kitüntetés (1982), Magyar Nemzetért emlékérem (1990), MBT Herman Ottó díj (2022).

Mészáros János egyetemi tanár: Pro Universitate díj (2005).

Molnár Erika egyetemi docens: Magyar Érdemrend tisztí kereszteje polgári tagozata (2020), MBT Huzella Tivadar emlékérem (2024).

Nemeskéri János c. egyetemi tanár: Munka Érdemrend ezüst fokozata, KSH Keleti Károly emlékérem, Fányes Elek emlékérem (1989).

Nyilas Károly egyetemi docens: Magyar Honvédelmi Szövetség Kiváló munkáért bronz és ezüst fokozata, Miniszteri dicséret, Besenyei emlékérem, Hortobágyi Tibor emlékérem, Nagydobosért emlékérem, Kiváló oktató kitüntetés.

Pap Ildikó c. igazgató: Markusovszky Lajos díj (2008), MBT Gelei József életműdíja (2015), Magyar Érdemrend Lovagkereszt polgári tagozat kitüntetés (2022), Magyar Biológiai Társaság tiszteletbeli tagja (2024).

Pálfi György egyetemi docens: MTA Pro Scientia Aranyérme (1989), Akadémiai Ifjúsági díj (1994), OTDK emlékérem (2002), Akadémiai Pálmák Rendje lovagi fokozat (Francia, 2012), Magyar Érdemrend Lovagkereszt polgári tagozat kitüntetés (2021).

Pápai Júlia kutató: Magyar Köztársaság Ezüst érdemkeresztje (2007), Magyarországért emléklakett (2008).

Rajkai Tibor tudományos főmunkatárs: Post humus főiskolai tanár (1990).

Susa Éva ny. igazságügyi főtanácsos: A kivégzettekért Mementó 1945–1956 emléklakett (1995), Gyémánt fokozatú igazságügyi szakértő cím (1996), Magyar Köztársasági Érdemrend Lovagkeresztje kitüntetés (2000), Emberi Jogokért Emlékérem (2003), Politikai Elítéltek Közösségének tiszteletbeli tagja (2005), Politikai Elítéltek Közösségének emléklakettje (2006).

Szathmáry László egyetemi docens: 1300 éves Bulgária érem (1982), Széchenyi Professzori ösztöndíj (1997), MBT Herman Ottó díj (2014).

Szikossy Ildikó muzeológus: Markusovszky Lajos díj (2008).

Thoma Andor egyetemi tanár: a Belga király Koronarend Parancsnoki fokozata (1988).

Vámos Károly ny. egyetemi docens: Kiváló munkáért (1983), Szent-Györgyi Albert Orvostudományi Egyetem Kiváló nevelője kitüntetés (1984).

Összefoglalás

A szöveges részben megnevezett személyek és a velük kapcsolatos kitüntetések az Anthropologiai Közlemények 65 évfolyamában található köszöntésekből, évfordulókról készült megemlékezésekből, nekrológokból, valamint az interneten található életrajzi adatokból származnak.

Összesen 30 kitüntetett személy nevét és 81 kitüntetésük megnevezését sikerült megállapítani.

Az összefoglalás nem tekinthető tökéletesnek, mert több olyan, régebben élt vagy még ma is élő biológiai antropológusra vonatkozóan nem áll rendelkezésre adat, akik a szakterületen számos közleménnyel rendelkeznek. Ilyenek: Malán Mihály egyetemi tanár, Pap Miklós egyetemi docens, Józsa László egyetemi tanár, Kustár Ágnes muzeológus, Zoffmann Zsuzsanna muzeológus, Bottyán Olga muzeológus, Szilágyi Katalin egyetemi adjunktus, Fóthi Erzsébet muzeológus.

Nincsen feltüntetve az összefoglalásban azoknak a neve, akik nem antropológiai szakterületen tevékenykedtek, de rendelkeznek antropológiai jellegű közleményekkel. Ilyenek: Ágfalvi Rózsa főorvos, Véli Görgy gyermekorvos, Harsányi László egyetemi tanár, Kocsis S. Gábor egyetemi docens, Fazekas András egyetemi tanár, Till Gabriella orvos és még minden bizonnyal az itt felsoroltokon kívül is vannak, akik megemlíthetők lennének. Ők elsősorban orvosok, ill. testnevelő tanárok.

Vannak olyan antropológusok is, akik hosszabb, eredményes kutatómunkájuk után sem részesültek kitüntetésben, például Tóth Tibor az Embertani Tár korábbi vezetője.

Marcsik Antónia köszöntése

2025. szeptember 3-án ünnepelte 85. születésnapját a modern paleopatológiai kutatások hazai meghonosítója, a történeti embertani kutatások kiemelkedő alakja, Marcsik Antónia.

Marcsik Antónia 1940. szeptember 3-án született Ácson. Középiskolai tanulmányait a komáromi Jókai Mór Gimnáziumban végezte, majd 1958-ban felvételt nyert a szegedi József Attila Tudományegyetem Természettudományi Karának biológia-földrajz szakára. Diplomáját 1963-ban szerezte meg.

Egyetemi tanulmányait követően egészen nyugdíjba vonulásáig, 2008-ig a Szegedi Tudományegyetem Embertani Tanszékének munkatársa volt. Pályáját gyakornokként kezdte, majd 1964-től tanársegédként, 1972-től adjunktusként, 1985-től docensként dolgozott.

1990-től a tanszékvezető-helyettesi feladatokat látta el, 1997-ben pedig átvette a tanszék vezetését, amelyet 2005-ig irányított.

Egyetemi doktori fokozatát 1965-ben, mindössze 25 évesen szerezte meg „A Szeged-Kundombi avarkori népesség csontvázanyagának embertani vizsgálata” című dolgozatával. A Magyar Tudományos Akadémia Tudományos Minősítő Bizottsága 1984-ben a biológiai tudományok kandidátusa fokozattal ismerte el, „A Duna-Tisza köze avar korának paleopatológiája” című disszertációja alapján.

Oktató- és kutatómunkája egyaránt sokoldalú és kiemelkedő. Közel öt évtizeden át vett részt a Szegedi Tudományegyetemen a biológus- és biológiateanár képzésben. Oktatott a Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Karán, vendégelőadóként tanított a SZTE Fogorvostudományi Karán, az ELTE Természettudományi Kar Biológia Doktori Iskolájában, valamint az Állatorvostudományi Egyetemen. Emellett aktívan részt vett a SZTE Bölcsészettudományi Kar régészhallgatóinak képzésében is. Témavezetésével közel 100 szakdolgozat és diplomamunka, valamint 7 egyetemi doktori és 5 PhD-értekezés készült. Kiemelkedő oktatói tevékenységének elismeréseként 2008-ban Pedagógus Szolgálatért Emlékéremben részesült.

Színvonalas oktatómunkáját mindig magas szintű kutatói tevékenység kísérte. Kutatási területe kezdettől fogva a történeti embertan és a paleopatológia volt. A paleopatológia – különösen a fertőző megbetegedések – kutatásában elért eredményei révén jelentős nemzetközi elismertségre tett szert. Tudományos közleményeinek száma több mint 440. Munkásságára alapozva alakult ki a szegedi Embertani Tanszék kiterjedt nemzetközi kapcsolatrendszere.

Iskolateremtő tevékenységének köszönhetően számos tanítványa maradt a pályán, és folytatja az általa megkezdett kutatásokat. A szegedi tanszék jelenlegi vezetője és valamennyi oktatója egyaránt tanítványa és témavezetettje volt. Mindig kiemelt figyelmet fordított – és fordít ma is – a tehetséges fiatalok támogatására és a szakmai utánpótlás nevelésére. Hat tudományos pályázatot irányított témavezetőként, számos kutatási programban vett részt, és jelenleg is aktív szenior kutatóként működik közre.

Munkáját több rangos elismeréssel jutalmazták: 1982-ben „Kiváló Munkáért”, 1990-ben pedig „Magyar Nemzetért” kitüntetésben részesült.

A Magyar Tudományos Akadémia Biológiai Tudományok Osztálya Antropológiai Bizottságának 2009-ig volt tagja, 1985 és 1990 között titkári feladatokat látott el. Hosszú éveken át tevékenykedett a Szegedi Akadémiai Bizottság különböző szakbizottságaiban, többek között az Embertani és Régészeti Munkabizottság elnökeként és titkáráként.

Több nemzetközi tudományos társaság – köztük a Paleopathology Association, az European Anthropological Association és a Dental Anthropology Association – tagja. 1985-től megszűnéséig szerkesztőbizottsági tagja volt a Journal of Paleopathology folyóiratnak, és 1985-től napjainkig a Papers on Anthropology szerkesztőbizottságának is aktív tagja.

Nyugdíjba vonulása óta is töretlen lelkesedéssel és elkötelezettséggel folytatja tudományos munkáját. Antropológus és régész kollégáival együttműködve a múlt különböző korszakainak népességeit vizsgálja, feltárva elődeink egészségi állapotát és betegségeit. Aktív résztvevője többek között a Barbacum projektnek, miközben ismeretterjesztő tevékenységét sem hagyta abba. Tudása, tapasztalata és személyes példája egyszerre jelent értéket a tudomány és a fiatal kutatói nemzedék számára.

A Magyar Biológiai Társaság tiszteletbeli tagjai közé választotta, majd 2022-ben Herman Ottó-díjjal tüntette ki a történeti embertan és a paleopatológia területén végzett úttörő, valamint iskolateremtő munkájáért.

A Szegedi Tudományegyetem Régészeti Tanszéke és a Dél-alföldi Régészeti Egylet által 2024-ben alapított Trogmayer Ottó-díjat – amelyet a régészhallgatók támogatásáért és tehetséggondozásáért kiemelkedő tevékenységet végzőknek ítélnék oda – 2025-ben Marcsik Antónia vehette át.

Hálás köszönettel tartozunk Dr. Marcsik Antóniának az embertani szakma érdekében végzett sokoldalú, elkötelezett és példamutató munkájáért. Tisztelettel és szeretettel kívánunk jó egészséget, erőt és még sok aktív, alkotó évet!

Pap Ildikó, Molnár Erika, Pálfi György és Hajdu Tamás

Susa Éva köszöntése



Susa Éva 1950. június 17-én született Budapesten. Középiskolai tanulmányait a budapesti XI. kerületi József Attila Gimnáziumban végezte, ahol 1968-ban érettségizett. Felsőfokú tanulmányait az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karán folytatta, ahol 1974-ben biológia-kémia szakos középiskolai tanári képesítést szerzett.

Az egyetemi évek után rövid ideig a Sopron úti Általános Iskolában, majd a Kaffka Margit Gimnáziumban tanított (1974–1975). Szakdolgozatát 1975-ben az ELTE Embertani Tanszékén készítette „Ikervizsgálat” címmel. Tudományos pályája gyorsan ívelt felfelé: 1977-ben szerezte meg egyetemi doktori címét „A nemi kromoszóma-rendellenességek gyakorisága néhány magyarországi populációban” című értekezésével.

1985-ben elnyerte a biológiai tudományok kandidátusa fokozatot „A lábujji és a talpi dermatoglyphiai jelek a származás megállapításában” című disszertációja alapján.

Igazságügyi antropológusi szakértői tevékenységét 1975 szeptemberében kezdte meg az akkori Igazságügyi Orvosszakértői Intézetben (IOI), majd annak jogutódjánál, a Budapesti Igazságügyi Orvosszakértői Intézetnél (BIOSZI) dolgozott igazságügyi biológus–antropológus szakértőként 2002-ig. Több mint 35 éves igazságügyi szakértői pályafutása során több ezer szakértői véleményt készített. Munkássága elsősorban két területhez kötődik: az igazságügyi származásmegállapításhoz, valamint az élő személyek, elhunytak és csontmaradványok igazságügyi azonosításához.

2002-ben nevezték ki az Igazságügyi Minisztérium háttérintézményeként működő igazságügyi szakértői intézményrendszer főigazgatójává (később Igazságügyi Szakértői és Kutatóintézetek – ISZKI). Ezt megelőzően, 2001-ben az igazságügyi miniszter felkérésére az 1945 és 1962 között bizonytalan körülmények között elhunyt, jeltelen sírban eltemetett személyek kutatására létrehozott szakmai csoport vezetője lett. A feltárások mellett egy átfogó szakmai adatbázist hozott létre, amelyet azóta is folyamatosan frissít a kutatási eredményekkel.

Kiemelkedő jelentőségű szakmai érdeme, hogy az 1996-ban megalakult Magyar Igazságügyi Szakértői Kamara első elnökeként megteremtette a kamara működésének szervezeti és szabályozási alapjait (1996–2000). Munkásságát a gyémántfokozatú igazságügyi szakértői cím, valamint az igazságügyi tanácsosi (1996) és igazságügyi főtanácsosi (1998) címek is fémjelzik.

Tudományos és szakmai tevékenységét számos pályázat kísérte: történeti antropológiai témában OTKA-pályázat témavezetője volt, illetve több alkalommal vett részt OTKA-

kutatásokban. Vezetése alatt az ISZKI igazságügyi laboratóriumait a Nemzeti Akkreditáló Testület 2009-ben akkreditálta egy uniós pályázat keretében. Folyamatosan publikál és tart előadásokat, elsősorban az igazságügyi szakértői gyakorlat kérdéseiről, valamint szakmapolitikai és szakmatörténeti témákban. Eddig több mint 70 tudományos közleménye és könyvrészlete jelent meg.

Az oktatásban is aktív szerepet vállalt: az ELTE TTK Embertani Tanszékén 1991–1994, illetve 1995–1998 között külső előadóként oktatta a „Fejezetek az igazságügyi antropológiából” című tantárgyat, amelyhez jegyzetet is készített.

Szakmai közéleti tevékenysége rendkívül szerteágazó. 1974 óta tagja a Magyar Biológiai Társaság Embertani Szakosztályának, ahol hosszú éveken át vezetőségi tagként, titkárként, majd az MBT Elnökségének főtitkárhelyetteseként dolgozott. 1975-től tagja a MOTESZ Igazságügyi Orvosok Társaságának, 1988 óta az Európai Antropológusok Társaságának (EAA). 1993-tól az Anthropologiai Közlemények szerkesztőbizottságának tagja. Az MTA Biológiai Tudományok Osztálya Antropológiai Bizottságában több cikluson át titkári és tagsági feladatokat látott el. 1996 óta az MTA köztestületi tagja.

Nevéhez fűződik a hazai múmiakutatók korai, átfogó összegzése: Józsa Lászlóval közösen 1995-ben rendszereztek és bemutatták a Magyarországon ismert múmiákat és mumifikálódott emberi maradványokat. Munkássága során számos jelentős történeti és kegyeleti feltárásban vett részt, többek között a nádori család budai várbeli kriptájának, valamint a Grassalkovich család máriabesnyői kriptájának feltárásában és vizsgálatában, továbbá a Kálvin téri református templom alatti kriptá 2013-as kutatásában. Kiemelkedő szerepe volt a váci 18. századi múmiák feltárásában és elemzésében.

Számos kegyeleti-régészeti feltárás szervezője, vezetője és aktív résztvevője volt. Különösen jelentős az 1989-ben megkezdett, a közelmúlt politikai áldozatainak exhumálását, azonosítását és történeti-biológiai rekonstrukcióját célzó munkássága. Nevéhez fűződik többek között a budapesti Újköztemető 301-es és 298-as parcelláinak, valamint Recsk, Márianosztra, Balassagyarmat, a váci rabtemető, a szikszói szovjet katonai temető és a kőszegi Lovagló dűlő tömegsírjának feltárása. Tagja a Nemzeti Emlékhely és Kegyeleti Bizottságnak.

Több évtizedes igazságügyi szolgálata alkalmából több alkalommal kapott igazságügyi miniszteri köszöntő levelet és kiváló munkáért járó elismerést. Elsőként kapta meg igazságügyi szakmai testület ajánlásával a Dr. Harsányi László emlékére alapított emléklapoktetet. A Politikai Elítéltek Közösségétől (PÉK) 1995-ben „A kivégzettekért Mementó 1945-1956” emléklapoktetet, 2006-ban PÉK emléklapoktetet kapott. 2005-től a PÉK tiszteletbeli tagja.

2000-ben a Magyar Köztársasági Érdemrend Lovagkeresztjével, 2003-ban az Emberi Jogokért Emlékéremmel, 2010-ben pedig a Magyar Köztársasági Érdemrend Tisztikeresztjével tüntették ki kiemelkedő tudományos, szakértői és közéleti tevékenységéért.

Kedves Éva tisztelettel és szeretettel kívánunk jó egészséget. Kívánjuk, hogy tudásoddal és tapasztalatoddal még sokáig gazdagítsd az embertani és igazságügyi szakmát!

Pap Ildikó

**FARKAS L. GYULA
(1932–2025)**

Életének 94. évében, 2025. október 18-án elhunyt Prof. Dr. Farkas L. Gyula antropológus, a Szegedi Tudományegyetem (JATE) TTIK BI Embertani Tanszék korábbi vezetője.

Farkas L. Gyula 1932. április 11-én született Szabadszálláson. Szegeden szerzett biológia-kémia tanár szakon egyetemi diplomát 1954-ben. 1955-ben Bartucz Lajos professzor hívására jött a szegedi Embertani Tanszékre. Itt végigjárta a ranglétrát: 1988-ban egyetemi tanári kinevezést kapott, a tanszékot pedig 1980 és 1997 között vezette. Elévülhetetlen érdemeket szerzett mind a régészeti korú embertani leletanyagok, mind az élő emberek antropológiai kutatásában. Egyetemi oktatóként és tudománypopularizálóként is maradandót alkotott.

1955-től, közel 70 éven át publikált, ameddig ereje engedte. Különböző tudományos folyóiratokban mintegy 440 publikációja jelent meg. Több kiadvány, köztük az „Ópusztaszer-Monostor lelőhely antropológiai leletei”, „A magyar antropológia története” és „A Biblia biológus szemmel” című könyv is az ő nevéhez fűződik.

1970–1980 között az MTA Antropológiai Bizottságának titkára, 1980–1985 és 2005–2008 között a testület elnöke. 2011-től haláláig a MTA Antropológiai Osztályközi Tudományos Bizottság tagja. 1990 és 2002 között a Magyar Biológiai Társaság Szegedi Csoportjának elnöke, 2014 és 2022 között a Magyar Biológiai Társaság Embertani Szakosztályának elnöke volt. 1980 és 1999 között az *Acta Biologica Szegediensis* főszerkesztője, 1973-tól haláláig az *Anthropologiai Közlemények* szerkesztőbizottságának tagja volt.

Szakmai munkáját többek között József Attila és Bartucz Lajos emléklapokkal, valamint a Magyar Biológiai Társaság Gelei József Emlékérmével ismerték el.

Halála nagy veszteség a hazai embertani kutatás és a teljes magyar tudományos közösség számára.

Emlékét tisztelettel megőrizzük!

*MTA Antropológiai Osztályközi Tudományos Bizottság és Köztestülete
MBT Embertani Szakosztály vezetősége és tagjai
SZTE és ELTE Embertani Tanszékek oktatói, kutatói és hallgatói
MTM Embertani Tár munkatársai*

2025-ben a Szegedi Tudományegyetem Embertani Tanszéke és a Magyar Tudományos Akadémia Antropológiai Osztályközi Tudományos Bizottsága közösen terjesztette fel Farkas Professzor Urat a Magyar Érdemrend Lovagkeresztje állami kitüntetésre, tisztelegve sok évtizedes kiemelkedő szakmai munkássága előtt. Az előterjesztést a MTA VIII., Biológiai Tudományok Osztálya 2025. júniusi ülésén támogatta, és támogatólag továbbította a MTA Elnöksége felé. A Magyar Tudományos Akadémia felterjesztése azonban, Professzor Úr sajnálatos halála miatt, már nem érhetett el célját.

Farkas Professzor Úr hosszas betegeskedés után 2025. október 18-án hunyt el. Hamvait a kecskeméti köztemetőben felesége urnája mellé temették.

Farkas Professzor Úr halálának időpontját utólag munkatársai írták be – a teljes szöveget azonban Professzor Úr írta, néhány hónappal halála előtt. Önéletrajzát változatlan formában és tartalommal, az ő kérésének megfelelően osztjuk meg.

Pálfi György, Pap Ildikó, Molnár Erika, Hajdu Tamás és Bereczki Zsolt



Farkas L. Gyula professzor urat végső nyughelyére kísérő kollégái, tanítványai a kecskeméti temetőben

* * *

Nekrológ – Dr. Farkas László Gyula önéletrajza

Erdélyi szülők gyermekeként 1932. április 11-én Szabadszálláson született. Édesapja járásbíró, édesanyja háztartásbeli, idősebb bátyja ügyész, fiatalabb bátyja mérnök, nővére orvosasszisztens volt.

A kecskeméti óvónőképző elemi iskolájában a Kossuth díjas Magyar Ilonka tanítónőnél kezdte meg iskolai tanulmányait. A gróf Tisza István gimnáziumban folytatta, majd az államosítás után megalakult Katona József gimnáziumban 1950-ben érettségizett. Ugyanezen évben beiratkozott a Szegedi Tudományegyetem biológia-kémia szakára, ahol 1954-ben okleveles középiskolai tanári diplomát kapott.

Ezt követően három hónapos katonai tiszti kiképzésen vett részt. Tizenkét alkalommal teljesített katonai szolgálatot, rendfokozata tartalékos százados.

1954 novemberétől 1955. január 31-ig Kecskeméten a Budai utcai általános iskolában tanított. 1955. február 1-től 70 éves korában bekövetkezett nyugdíjazásáig a Szegedi Tudományegyetem Embertani tanszékén dolgozott. Itt már 3.–4. éves egyetemista korában demonstrátor volt. 1955-ben tanársegédnek, 1961-ben adjunktusnak, 1977-ben docensnek, 1988-ban egyetemi tanárnak nevezték ki. 1980 és 1997 között a tanszék vezetője volt.

1955-ben Kiss Katalin tanárnővel házasságot kötött. 1959-ben Ildikó, 1961-ben Csaba nevű gyermekük született. Előbbi nyugdíjas egyetemi adjunktus, utóbbi vasútépítő mérnök. Két leány és két fiú unokája, három dédunokája van.

1960-ban summa cum laude minősítéssel testnövekedési témakörből egyetemi doktori, 1976-ban a Dél-alföldi őskori leletekből írt dolgozatával kandidátusi, 1987-ben országos menarche kutatásból írt disszertációjával akadémiai doktori minősítést szerzett.

A biológia antropológia alapjait Bartucz Lajos professzor tanítványaként sajátította el. 500 publikációja jelent meg. Egyik fő kutatási területe a neolitikumtól a magyar középkorig terjedő régészeti korokból származó közel 7000 emberi lelet vizsgálata, melyekről 1955 óta 83 publikációja jelent meg. Elsősorban tiszántúli és délföldi, mintegy 70 ezer gyermek növekedéséről és ééréséről 110 közleményében számolt be. Tízezer ma élő felnőtt antropológiai vizsgálatát végezte el, az eredményeket 29 tanulmányban, köztük 7 helytörténeti monográfiában ismertette. Tudománytörténeti munkái közül említendő több, mint 50 nekrológ, ill. tudománytörténeti, valamint 2 szakbibliográfiai cikk. További 67 ismeretterjesztő cikke jelent meg.

Több alkalommal volt vezetője OTKA pályázatoknak.

Külföldön 41, belföldön 185 tudományos előadást tartott.

Tanulmányúton és konferencián vett részt Albániában, Bulgáriában, a Burját Köztársaságban, Csehszlovákiában, Franciaországban, Görögországban, Jugoszláviában, Kubában, Lengyelországban, az NDK-ban, az NSZK-ban, Olaszországban, Szovjetunióban.

A 47 éves oktatási tevékenysége alatt a főkollégiumon kívül 5 speciálkollégiumból tartott egyetemi és főiskolai hallgatóknak előadást. Irányításával 81 hallgató készítette el szakdolgozatát, 14 doktorandusz egyetemi doktori értekezését. Több kandidátusi és akadémiai doktori értekezés bírálója volt.

Egyetemi és tudományos közéleti tevékenységet is folytatott. Ezek között említhető az Országos Tudományos Diákköri Konferencia Természettudományos Szekciójának megszervezése (1970, 1974). 1973 óta tagja a MTA Antropológiai Bizottságának, melynek 1970–1980 között titkára, 1980–1985 között elnöke volt. 1990–2002 között elnöke volt a Magyar Biológiai Társaság Szegedi Csoportjának. 1985–2002 között tagja volt a MTA Tudományos Minősítő Bizottsága Biológiai tudományok I. szakbizottságának. 1973-tól tagja az Anthropologiai Közlemények Szerkesztőbizottságának, 1980–1999 között az Acta Biologica Szegediensis főszerkesztője.

Állami kitüntetést nem kapott, de munkásságát több elismerés jelzi. Ezek: Az Oktatásügy kiváló dolgozója (1970), Kiváló munkáért kitüntetés (1980), JATE aranykoszorús törzsgárda jelvénye (1984), a JATE József Attila és Bartucz Lajos emléktáblája (1990), Magyar Biológiai Társaság Gelei József Emlékérme (1998) és Huzella Tivadar Emlékérme (2010), Pedagógus Szolgálati Emlékérem (2002). 2014-ben és 2019-ben a SZTE TTK díszoklevelét, 2011-ben a professor emeritus címet kapta meg.

Farkas L. Gyula



Farkas L. Gyula professzor úr búcsúztatása a Kecskeméti Köztemető arany ravatalozójában

* * *

Pálfi György személyes megemlékezése – Elhangzott Farkas Gyula professzor úr temetésén, Kecskeméten, 2025. november 21-én

Tiszteletes Úr, Kedves Gyászoló Család, Gyászoló Barátok, Ismerősök, Kollégák!

A szélrózsa minden irányából, határon innen és túlról, Szabadkáról, Szegedről, Budapestről és Nyíregyházáról érkezünk egykori kollégái és volt tanítványai, hogy szeretett mesterünktől és tanárunktól, a magyar biológiai antropológia doyenjétől, Farkas Gyula emeritus professzor úrtól búcsút vegyünk. Nagy tisztelettel jöttünk, nem csupán a magunk nevében, hanem különböző szakmai testületeink/ közösségek képviselőjeként is.

Elhoztuk a Szegedi Tudományegyetem Biológia Intézete és a szegedi Embertani Tanszék virágait, a Magyar Biológiai Társaság Szegedi Csoportja és a Magyar Biológiai Társaság Embertani Szakosztály koszorúját, az ELTE Embertani Tanszék koszorúját, valamint a Magyar Tudományos Akadémia Antropológiai Bizottságának búcsúzó virágait is. Mindez természetes kötelezettségünk, hiszen Farkas professzor úr rendkívül gazdag szakmai életpályája során e testületek mindegyikének vezetésében meghatározó szerepet töltött be.

Több, mint fél évszázadon át, 1973-tól kezdve volt tagja – és 5 éven át elnöke - az MTA Antropológiai Bizottságának. 1990-től 2002-ig a Magyar Biológiai Társaság Szegedi Csoportjának munkáját irányította. 1980-tól 1999-ig a szegedi Biológia Intézet folyóirata, az Acta Biologica Szegediensis főszerkesztőjeként tevékenykedett, és 1973-tól haláláig, 53 esztendőn át az Anthropologiai Közlemények szerkesztője volt. Farkas professzor úr hosszú ideig volt a Magyar Biológiai Társaság Embertani Szakosztály elnöke – az elnökséget a közelmúltban, már 90. életében adta át utódának – aki ma velünk együtt, személyesen búcsúzik.

Farkas professzor úr több mint hét évtizedes fáradhatatlan munkával írta be nevét a hazai antropológia aranykönyvébe. A biológiai antropológia alapjait a szegedi tanszék alapítója, Bartucz Lajos professzor tanítványaként sajátította el. 1955-től egészen 2002-ig, 70 esztendősen korábban történt nyugdíjazásáig a Szegedi Tudományegyetem Embertani Tanszékének munkatársa volt. 1960-ban summa cum laude minősítéssel testnövekedési témakörből egyetemi doktori, 1976-ban a dél-alföldi őskori leletekből írt dolgozatával kandidátusi, 1987-ben országos menarche kutatásával akadémiai doktori minősítést szerzett. 1980 és 1997 között 17 tanéven át vezette a szegedi tanszéket.

Professzor úr gazdag szakmai életútját több mint félezer megjelent publikáció fémjelzi. Számos önálló kötet, köztük az „Ópusztaszer-Monostor lelőhely antropológiai leletei”, „A magyar antropológia története”, valamint „A Biblia biológus szemmel” című munkák szerzője, továbbá társ-szerkesztője a "Honfoglaló magyarság - Árpád kori magyarság" című kiadványnak. Egyetemi jegyzetei mindmáig népszerűek és megbecsültek a hallgatók körében. Oktatói pályája során összesen közel 100 hallgató szakdolgozati, illetve doktori munkáját irányította. Farkas professzor úr kiemelt figyelmet szentelt a hazai antropológia jövőjének biztosítására és a szakmai utánpótlás-nevelésre: az SZTE Embertani Tanszék valamennyi oktatójának tanára, többünknek PhD témavezetője is volt.

Kedves Gyászolók, és Különös Tisztelettel Kedves Professzor Úr – Drága Gyula bátyám! Búcsúzni jöttünk Hozzád – akik tudtak jönni, itt vannak velünk. Akik pedig nem lehetnek jelen, üzenetben küldik el szeretetüket és tiszteletüket. Búcsúzik Tőled egykori tanítványod, Karikó Katalin Nobel-díjas biológus, aki büszkén idézi fel az együtt töltött egyetemi éveket, és háláját fejezi ki minden támogatásért. Meleg szavakkal emlékezik Rád egykori PhD-témavezető társad, Olivier Dutour francia professzor, a Szegedi Tudományegyetem 2023-as díszdoktora.



Pálfi György búcsúzik Farkas professzor úrtól

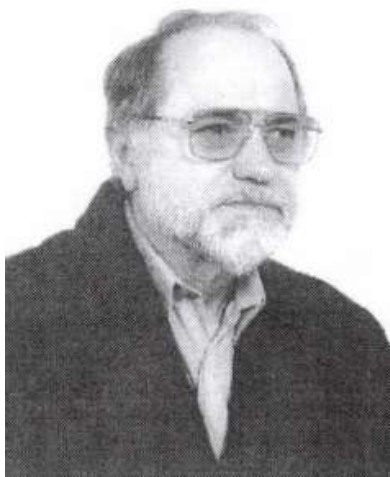
Tavalyi díszdoktorunk, Albert Zink müncheni antropológus professzor külön köszönetét küldi azért, hogy a kilencvenes években tanulmányútján szívesen fogadtad őt szegedi tanszékedben, és hálás a sok értékes német nyelvű szakmai beszélgetésért. Egykori kiváló pályatársad, Charles Susanne, a brüsszeli egyetem emeritus humánbiológia professzora pedig hálás szívvel emlékezik a sok közös munkára, és arra, hogy 1994-ben a Te felterjesztésednek köszönhetően vehette át a díszdoktori címet a szegedi egyetem akkori rektorától.

Köszönöm, Professzor Úr, hogy megmutattad: a sikerhez a következetes munka mellett bátorság is kell. Hiszen, ahogy többször elmondtad: bátorság nélkül nincs győzelem.

Kollégáid és tanítványaid nevében most tisztelettel búcsúzunk. Ígérjük, tovább viszzük a zászlót, amit annyi éven át olyan magasan tartottál.

Nyugodj békében, Drága Gyula bátyám!

Pálfi György

**PAP MIKLÓS
(1942–2022)**

Szomorú kötelességünknek teszünk eleget, amikor antropológus kollégánkról halála után megkésve emlékezünk meg. Egyáltalában az a tény, hogy már nincs az élők között a biológiai antropológusok sírhelyeinek számbavételekor került előtérbe. Pap Miklós szerényen, nem látványosan dolgozott és számunkra észrevétlenül halt meg. Megdöbbentő, hogy szakmai körökben közismert kollégánk haláláról csak három év múlva, adatkeresés közben véletlenül kellett értesülnünk.

Pap Miklós 1942. február 19-én Esztergomban született, Gimnáziumi tanulmányait Mezőtúron végezte. A debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetemen 1966-ban kapott biológia-földrajz szakos középiskolai tanári oklevelet. 1966 és 1975 között a derecskei gimnáziumban tanított.

1975 és 1978 között a KLTE Állattani és Embertani Tanszékén volt tudományos ösztöndíjas (aspiráns), 1978-ban adjunktus, 1981–1989-ig docens. 1989 és 1992 között a debreceni Kölcsey Ferenc Tanítóképző Főiskola főigazgatója és egyben tanszékvezető főiskolai tanára. 1992-től ismét a KLTE Evolúciós Állattani és Humánbiológiai Tanszék docense lett. 2022. január 26-án Hajdúszoboszlón halt meg.

1970-ben „A benki népesség embertani és genetikai vizsgálata” című dolgozatával egyetemi doktori, 1980-ban „Populációstruktúra és genetikai variabilitás a Tisza-menti választott népességében” című disszertációjával a biológiai tudomány kandidátusa fokozatot szerzett meg.

Több tantárgy oktatója volt. Ezek a következők voltak: humánbiológia, ezen belül humánevolúció, humánökológia, a főemlősök és az ember összehasonlító biológiája, valamint ontogenezis, anatómia, humán populációgenetika, ökotoxikológia, genotoxikológia.

Fő kutatási területei voltak: 1964-től folyamatosan a populációk dermatoglífiái vizsgálata, kvantitatív és kvalitatív emberi jellegek tanulmányozása, a humán népességek genetikai struktúrája (szintézis, vércsoportok, enzimek és szérumfehérjék polimorfizmusai, mutagenézissel összefüggő kromoszóma analízisek). 1987 óta magyar-amerikai közös program keretében a Tisza-menti 17 népességének történeti demográfiai és populációgenetikai vizsgálatát végezte. Témavezetője volt az „Earthwatch (USA) által támogatott biodemográfiai kutatások a Tisza-mentén 1986” című projektnek.

Posztgraduális tanulmányúton volt Berlinben, Lipcsében, Drezdában, Bostonban. Fontosabb tanulmányútja az NSZK-ban, Csehszlovákiában, Jugoszláviában, Ausztriában, Görögországban, Olaszországban, USA-ban volt.

Közleményeinek száma 2002-ig 102 volt, többségében angol és német nyelvű tanulmány, 2 könyv és 1 egyetemi jegyzet.

1985 és 1990 között titkára, 1993-tól 2000-ig tagja volt az MTA Antropológiai bizottságának. Tagja volt a Magyar Biológiai Társaságnak, a European Anthropological Association-nak, az Earthwatch-nak, a Magyar Genetikusok Egyesületének, 1981-től tagja volt az Anthropologiai Közlemények szerkesztőbizottságának, 1982 és 1987 között szerkesztője az Acta Biologica Debrecina-nek.

Nyugdíjba vonulása után a hajdúsági Józsan élt. Hobbija volt a fákból különböző tárgyak faragása.

Részletesebb életrajza az Anthropologiai Közlemények 2002. évi kötetében található.

Farkas L. Gyula

A MAGYAR BIOLÓGIAI TÁRSASÁG EMBERTANI SZAKOSZTÁLYÁNAK MŰKÖDÉSE A 2025. ÉVBEN

407. szakülés, 2025. július 1.

Korsós Zoltán, a Magyar Biológiai Társaság elnöke: *Dr. Pap Ildikó, a Magyar Biológiai Társaság tiszteletbeli tagjának köszöntése.*

Pap Ildikó, a Magyar Biológiai Társaság Embertani Szakosztályának elnöke: *Dr. Susa Éva köszöntése 75. születésnapja alkalmából.*

Korsós Zoltán, a Magyar Biológiai Társaság elnöke: *Dr. Darvay Sarolta köszöntése az MBT Gelei József emlékérmének odaítélése alkalmából.*

Darvay Sarolta^{1,2} (¹Eötvös Loránd Tudományegyetem, TÓK, Természettudományi Tanszék; ²Selye János Egyetem, Tanárképző Kar, Biológia Tanszék, Komarno, Szlovákia): *A humánbiológia szerepe az egészségmagatartás formálásában.*



A 407. szakosztályi ülésen köszöntött kollégáink, Pap Ildikó, Susa Éva és Darvay Sarolta.

Rátz-Sulyok Fanny Zselyke^{1,2,3}, **Jang-Kapuy Csilla**^{1,2,3}, **Bakonyi Péter**¹, **Béres Bettina**¹, **Dobronyi Tamás**¹, **Petridis Leonidas**^{1,4}, **Zsákai Annamária**^{1,2}, **Szabó Tamás**¹ (¹Magyar Kézilabda Szövetség, Sporttudományi és Diagnosztikai Igazgatóság; ²Eötvös Loránd Tudományegyetem, TTK, Embertani Tanszék; ³Eötvös Loránd Tudományegyetem, TTK, Biológia Doktori Iskola; ⁴Magyar Testnevelési és Sporttudományi Egyetem, Sportélettani Kutató Központ): *Fiatal kézilabdázó játékosok endokrin és stresszállapotának vizsgálata.*

Jang-Kapuy Csilla^{1,2,3}, **Rátz-Sulyok Fanny Zselyke**^{1,2,3}, **Bakonyi Péter**¹, **Béres Bettina**¹, **Dobronyi Tamás**¹, **Petridis Leonidas**^{1,4}, **Zsákai Annamária**^{1,2}, **Szabó Tamás**¹ (¹Magyar Kézilabda Szövetség, Sporttudományi és Diagnosztikai Igazgatóság; ²Eötvös Loránd Tudományegyetem, Embertani Tanszék; ³Eötvös Loránd Tudományegyetem, TTK, Biológia Doktori Iskola; ⁴Magyar Testnevelési és Sporttudományi Egyetem, Sportélettani Kutató Központ): *Fiatal kézilabdázók vázizomzata aszimmetriájának vizsgálata.*

Zsákai Annamária^{1,2}, **Rátz-Sulyok Fanny Zselyke**^{1,2,3}, **Jang-Kapuy Csilla**^{1,2,3}, **Bakonyi Péter**¹, **Béres Bettina**¹, **Dobronyi Tamás**¹, **Petridis Leonidas**^{1,4}, **Szabó Tamás**¹ (¹Magyar Kézilabda Szövetség, Sporttudományi és Diagnosztikai Igazgatóság; ²Eötvös Loránd Tudományegyetem, TTK, Embertani Tanszék; ³ELTE, TTK, Biológia Doktori Iskola; ⁴Magyar Testnevelési és Sporttudományi Egyetem, Sportélettani Kutató Központ): *A testszerkezeti és a funkcionális mutatók közötti kapcsolatrendszer elemzése sportoló fiatalok körében.*

Gyenesei Katalin^{1,2}, Hrabák Zita^{2,3}, Török-Botyánszki Anna³, Szeniczey Tamás¹, Hajdu Tamás^{1,4} (¹Eötvös Loránd Tudományegyetem, TTK, Embertani Tanszék; ²Magyar Nemzeti Múzeum Közgyűjteményi Központ, Magyar Nemzeti Múzeum, Nemzeti Régészeti Intézet; ³Szegedi Tudományegyetem, BTK, Történelemtudományi Doktori Iskola; ⁴Centre for Applied Bioanthropology, Institute for Anthropological Research, Zagreb, Horvátország): **Az Alföld kora vaskori népeinek biorégészeti kutatása.**

Gémes Anett^{1,2}, Pópit Dániel³, V. Szabó Gábor⁴, Paja László⁵, Szeniczey Tamás¹, Hajdu Tamás^{1,6} (¹Eötvös Loránd Tudományegyetem, TTK, Embertani Tanszék; ²Salisbury Régészeti Kft; ³Móra Ferenc Múzeum; ⁴Eötvös Loránd Tudományegyetem, BTK, Régészettudományi Intézet; ⁵Szegedi Tudományegyetem, TTK, Embertani Tanszék; ⁶Centre for Applied Bioanthropology, Institute for Anthropological Research, Zagreb, Horvátország): **Hódmezővásárhely-Kopáncs XI. – többestemetkezés a késő bronzkor és kora vaskor határán.**

Hajdu Tamás^{1,2}, Borbély Noémi^{3,4}, Bernert Zsolt⁵, Buzár Ágota⁵, Szeniczey Tamás¹, Major István⁶, Cavazzuti Claudio⁷, Molnár Mihály⁶, Horváth Anikó⁶, Palcsu László⁶, Kelentey Barna Árpád⁸, Angyal János⁹, Mende Balázs Gusztáv³, Jakab Kristóf³, Lisztes-Szabó Zsuzsa⁶, Takács Ágoston¹⁰, Cheronet Olivia¹¹, Pinhasi Ron¹¹, Reich David Emil^{12,13,14,15}, Trautmann Martin¹⁶, Szécsényi-Nagy Anna³ (¹Eötvös Loránd Tudományegyetem, TTK, Embertani Tanszék; ²Centre for Applied Bioanthropology, Institute for Anthropological Research, Zagreb, Horvátország; ³Archaeogenomikai Intézet, HUN-REN BTK; ⁴Eötvös Loránd Tudományegyetem, TTK, Biológia Doktori Iskola; ⁵Magyar Természettudományi Múzeum, Embertani Tár; ⁶IKER, HUN-REN ATOMKI, Debrecen; ⁷University of Bologna, Department of History and Culture, Bologna, Olaszország; ⁸Debreceni Egyetem, Fogorvostudományi Kar, Konzerváló Fogászati Tanszék; ⁹Debreceni Egyetem, Fogorvostudományi Kar, Parodontológiai Tanszék; ¹⁰Budapesti Történeti Múzeum, Vármúzeum, Középkori Főosztály; ¹¹University of Vienna, Department of Evolutionary Anthropology, Bécs, Ausztria; ¹²Harvard Medical School, Department of Genetics, Boston, USA; ¹³Harvard University, Department of Human Evolutionary Biology, Cambridge, USA; ¹⁴Broad Institute of MIT and Harvard, Cambridge, USA; ¹⁵Howard Hughes Medical Institute, Boston, USA; ¹⁶University of Helsinki, Department of Cultures, Archaeology, Helsinki, Finnország): **Gyilkosság hidegvérrel? Macsói Béla herceg igazságügyi és biorégészeti azonosítása.**

408. szakülés, 2025. október 9.

65 év a magyar történeti antropológiáért és paleopatológiáért –
Dr. Marcsik Antónia köszöntése 85. születésnapja alkalmából

Pálfi György¹, Hajdu Tamás²
(¹Szegedi Tudományegyetem, TTK, Embertani Tanszék;
²Eötvös Loránd Tudományegyetem, TTK, Embertani Tanszék): **Dr. Marcsik Antónia köszöntése születésnapja alkalmából.**

Pap Ildikó, Magyar Biológiai Társaság elnöke: „65 év a magyar történeti antropológiáért és paleopatológiáért” – Dr. Marcsik Antónia szakmai életútjának méltatása.



Marcsik Antónia köszöntése a 408. szakosztályi ülésen.

Vörös Gabriella (Szegedi Tudományegyetem, BTK, Régészeti Tanszék): **Szarmata sarkantyús lovas a 2. századból (Csólyospálos, 4. sír).**

Dani János¹, Bálint Marianna², Trautmann, Martin³, Hajdu Tamás⁴, Szécsényi-Nagy Anna⁵, Gerber Dániel⁶, Kelentey Barna Árpád⁶, Angyal János⁶, Lisztes-Szabó Zsuzsanna⁷, Horváth Anikó⁸, Sandoval, Elena R.⁹ (¹Szegedi Tudományegyetem, BTK, Régészeti Tanszék; ²Hajdúsági Múzeum, Hajdúböszörmény; ³Anthropologie und Osteoarchäologie Praxis für Bioarchäologie, München, Németország; ⁴Eötvös Loránd Tudományegyetem, TTK, Embertani Tanszék; ⁵Eötvös Loránd Tudományegyetem, HTK, Archeogenomikai Kutatóintézet; ⁶Debreceni Egyetem, Fogorvostudományi Kar; ⁷HUN-REN, ATOMKI Paleoklimatológiai Kutatócsoport; ⁸HUN-REN, ATOMKI Környezetanalitikai Kutatócsoport; ⁹University of Exeter, Exeter, Nagy Britannia): **Rézkori sztyeppe elemek a Kárpát-medencében – az úttörő antropológiai kutatásoktól a komplex biorégészetig.**

Molnár Ábel Gyula (Thorma János Múzeum): **Szemelvények az abaújházi vár templom körüli temetőjének embertani elemzéséből.**

Török Tibor¹, Schütz Oszkár¹, Varga Gergely István² (¹Szegedi Tudományegyetem, TTIK, Embertani Tanszék; ²Magyarságkutató Intézet, Archeogenetikai Kutatóközpont): **Keleti bevándorlások a Kárpát-medencébe az archeogenetika szemszögéből.**

Bereczki Zsolt¹, Király Kitty^{1,2}, Kis Luca¹ (¹Szegedi Tudományegyetem, TTIK Embertani Tanszék; ²Móra Ferenc Múzeum): **Újabb sebési trepanációs esetek az Alföldről.**

Molnár Erika, Marcsik Antónia (Szegedi Tudományegyetem, TTIK, Embertani Tanszék): **Egy hosszú út állomása: Szatymaz-Makraszeki iskola avar kori temető embertani vizsgálata.**

Pálfi György¹, Spekker Olga^{1,2}, Váradi Orsolya Anna¹, Dutour, Olivier³, Coqueugniot, Hélène³, Bérato, Jacques^{(†)4}, Ortner, Donald J.^{(†)5}, Schultz, Michael⁶, Hunt, David⁵, De Andrés Montero, Marcos^{1,7}, Palkó András⁸, Perényi Ádám⁹, Szabó Árpád¹⁰, Kis Luca¹, Tihanyi Balázs^{1,2}, Pap Ildikó^{1,11,12}, Szikossy Ildikó^{1,11}, Mester Zsolt¹³, Szekeres András¹⁴, Terhes Gabriella¹⁵, Urbán Edit^{15,16}, Deák Judit¹⁵, Masson, Muriel¹, Horváth Ferenc¹⁷, Kujáni Yvett¹⁷, Szelekovszky Márta¹⁸, Donoghue, Helen D.¹⁹, Minnikin, David E.^{(†)20}, Lee Oona, Y.-C.²⁰, Wu Houdini, H.T.²⁰, Zink, Albert²¹, Maixner, Frank²¹, Pósa Annamária¹, Madai Ágota¹, Kocsmár Réka¹, Kósa Ferenc^{(†)10}, Farkas L. Gyula¹, Szalai Ferenc¹, Éry Kinga^{(†)22}, Lovász Gabriella¹, Maczel Márta¹, Ardagna, Yann²³, Bereczki Zsolt¹, Paja László¹, Ősz Brigitta¹, Márk László²⁴, Merczi Mónika²⁵, Kővári Ivett²⁶, Szathmáry László²⁷, Fóthi Erzsébet¹¹, Bernert Zsolt¹¹, Évinger Sándor¹¹, Gémes Anett¹², Kiss Krisztián¹², Szeniczey Tamás¹², Hajdu Tamás¹², Molnár Erika¹, Marcsik Antónia¹ (¹Szegedi Tudományegyetem, TTIK, Embertani Tanszék; ²SZTE Archaikus és Recens Humán Genomikai Kompetenciaközpont; ³EPHE PSL University Paris, Université Bordeaux Montaigne, Bordeaux, Franciaország; ⁴Centre Archéologique du Var, Toulon, France; ⁵Department of Anthropology, NMNH, Smithsonian Institution, Washington DC, USA; ⁶University Medical Center Göttingen, Göttingen, Németország; ⁷Janus Pannonius Múzeum; ⁸Szegedi Tudományegyetem Radiológiai Klinika; ⁹Szegedi Tudományegyetem Fül-Orr-Gégészeti és Fej-Nyaksebészeti Klinika; ¹⁰Szegedi Tudományegyetem Igazságügyi Orvostani Intézet; ¹¹Magyar Természettudományi Múzeum Embertani Tár; ¹²Eötvös Loránd Tudományegyetem, TTK, Embertani Tanszék; ¹³Szegedi Tudományegyetem, BTK, Őskori és Elő-Ázsiai Régészeti Tanszék; ¹⁴Szegedi Tudományegyetem TTIK, Biokémiai és Mikrobiológiai Tanszék; ¹⁵Szegedi Tudományegyetem, Klinikai Mikrobiológiai Diagnosztikai Intézet; ¹⁶Pécsi Tudományegyetem, ÁOK, Orvosi Mikrobiológiai Intézet; ¹⁷Móra Ferenc Múzeum, ¹⁸Déri Múzeum; ¹⁹Centre for Clinical Microbiology, University College London, London, Nagy Britannia; ²⁰Institute of Microbiology and Infection, University of Birmingham, Nagy Britannia; ²¹EURAC Research, Institute for Mummy Studies, Bolzano, Olaszország; ²²MNM Budapest, Szent István Király Múzeum; ²³Aix-Marseille Université, UMR 7268 ADES, Marseille, Franciaország; ²⁴Pécsi Tudományegyetem, ÁOK, Analitikai Biokémia Tanszék, ²⁵MNM Balassi Bálint Múzeuma; ²⁶Herman Ottó Múzeum; ²⁷Debreceni Egyetem, TTK, Evolúciós Állattani és Humánbiológiai Tanszék): **„Sükösd-től Mohácsig – a SZTE Embertani Tanszék több, mint fél évszázada folyó kutatásai a tuberkulózis paleopatológiája területén”.**

Bereczki Zsolt

* * *

A GPLF (Frankofón Paleopatológusok Társasága) éves nemzetközi konferenciája 2025. március 28–29. között került lebonyolításra Rouen-ban, Franciaországban. A konferencia magyar előadói: Marcos de Andrés – Pálfi György (mohácsi tömegsírok, TBC), Kocsmár Réka – Pálfi György (4. mohácsi tömegsír).

A Német Antropológiai Társaság (Gesellschaft für Anthropologie) 15. nemzetközi konferenciáját a Kieli Egyetem (Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Németország) antropológus munkatársai szervezték meg Katharina Fuchs vezetésével (Institute of Pre- and Protohistoric Archaeology). A rendezvényre 2025. március 30. és április 3. között került sor a kieli Wissenschaftszentrum épületében. A konferencia témája a haladás volt (Moving forward in biological anthropology). A konferencia egyik meghívott előadója Molnár Erika egyetemi docens volt a SZTE TTIK BI Embertani Tanszékről, aki a magyar antropológiai kutatás és oktatás múltjáról és jelenéről tartott átfogó ismertetőt. A konferencia további magyar előadói: Marcos de Andrés (mohácsi tömegsírok, módszertan), Spekter Olga (TBC diagnosztika), Bereczki Zsolt (mohácsi tömegsírok, perimortem traumák), Kis Luca (avar kori acrekonstrukció), Tihanyi Balázs (fegyveres női temetkezés, honfoglalás kor).

2025. augusztus 31. és szeptember 2. között zajlott le a 4th International Congress on Roman Bioarchaeology c. konferencia a zágrábi Institute for Anthropological Research at the Archaeological Museum szervezésében. A konferencián az alábbi magyar antropológiai vonatkozású előadások hangzottak el: Kiss Krisztián (Harsánytelep, villa), Madai Ágota (szarmata TBC), Mateovics-László Orsolya (Aquincum katonai temető), Schütz Oszkár (szarmata archeogenetika), Szécsényi-Nagy Anna (szarmata archeogenetika).

A Török Aurél embertani Egyesület 2025. október 10–12-én tartotta 5. nemzetközi konferenciáját Marosvásárhelyen. A rendezvényre a Maros Megyei Múzeum jóvoltából a marosvásárhelyi várban került sor. A konferencia mottója idén: Intelligence Inside Bones – Human Burials in Central and Eastern Europe. A gazdag tudományos programban 15 szóbeli előadás és 8 poszter bemutatása kapott helyet, így MSc és PhD hallgatók, valamint fiatal kutatók is bemutatkozhattak eredményeikkel a nemzetközi porondon. Ebben az évben bukaresti, marosvásárhelyi, budapesti és szegedi kutatók voltak jelen a szimpóziumon. A magyarországi biológiai antropológiát összesen 21 oktató, kutató és hallgató képviselte, akik 13 előadást és 8 posztert mutattak be.

A Magyar Tudományos Akadémia alapításának 200. évfordulója alkalmából indított rendezvénysorozat részeként 2025. november 7-én került sor a Pécsi és Szegedi Akadémia Bizottság két közös konferenciájára az MTA budapesti székházában. Ennek keretében zajlott le a MTA 200 – MOHÁCS 500 - A régészet, az antropológia és a történettudomány legújabb kutatási eredményei c. szimpózium (SZTE, Embertani Tanszék társrendezésében), amely lehetőséget biztosított minden érintett tudományterület képviselői számára, hogy bemutassák a mohácsi csatával kapcsolatos kutatásaik legújabb eredményeit. A programban helyet kapott a 2020–2024 között zajló tömegsírfeltárásokban is részt vevő SZTE TTIK BI Embertani Tanszék munkatársainak négy előadása is (Pálfi György, Kis Luca, Bereczki Zsolt, Molnár Erika).

A „Mohács 500 – Antemurale Christianitatis II. From Mohács to Europe: Unity and Remembrance” című nemzetközi konferencián (NÖRI-JPM-SZTE-ELTE, Pécs, 2025. november 28–29.) két antropológiai tárgyú előadást mutattak be munkatársaink (Vágvolgyi Lili, Marcos De Andrés).



Antropológus előadók a „Mohács 500 – Antemurale Christianitatis II. From Mohács to Europe: Unity and Remembrance” (Pécs, 2025. november 28–29.) nemzetközi konferencián (Vágvölgyi Lili, Marcos De Andrés)

A Magyar Biológiai Társaság Szegedi Csoportjának jubileumi, 500. ülésén Pálfi György (SZTE TTIK BI, Embertani Tanszék) „Mohács 500” – az SZTE Embertani Tanszék és partnerei mohácsi csatához kapcsolódó kutatásai címmel tartott előadást.

17. FIROKONF Fiatal Római Koros Kutatók Konferenciája: 2025. május 16–18. (Janus Pannonius Múzeum, Pécs). A konferencia embertani vonatkozású előadói: Mercuri Mónika (Esztergom-Bánom-dűlő, bioarcheológia), Schütz Oszkár (szarmata archeogenetika), Madai Ágota (szarmata TBC), Kiss P. Attila (régészeti-genetikai esettanulmányok, 4–5. század).

A III. Egyetem-Tér Gyula konferencián 2025. május 22-én Dr. Pálfi György tanszékvezető egyetemi docens és Dr. Tihanyi Balázs tudományos munkatárs (SZTE TTIK, Embertani Tanszék) „Honfoglaló harcosok anatómiájától a mohácsi hősök végtisztességéig, avagy: miről is szól a biorégészeti kutatás?” címmel tartottak előadást.

Pálfi György a „Régészet Napja 2025” konferencián 2025. június 16-án Pécsen, majd 2025. augusztus 18-19-én a „Székesfehérvári Királyi Napok” keretében a „Nem ünnepelni jöttünk, hanem a kegyelet adóját leróni...” című konferencián meghívott előadóként tartott előadásokat a Mohács 500 projekt keretében folyó antropológiai kutatásokról.

A BISZ 2025 nemzetközi konferencián (SZTE Biológiai Intézet, Szeged) 3 antropológiai tárgyú szóbeli előadás (Pálfi György, Kis Luca, Bereczki Zsolt) és 4 poszter (Marcos De Andrés, Kocsmár Réka, Kis Luca, Tihanyi Balázs, Vágvölgyi Lili) került bemutatásra 2025 szeptemberében Szegeden.

Bereczki Zsolt

* * *

**AZ MTA ANTROPOLÓGIAI OSZTÁLYKÖZI TUDOMÁNYOS
BIZOTTSÁG BESZÁMOLÓJA A 2024. ÉVBEN VÉGZETT
TEVÉKENYSÉGÉRŐL**

1. A tudományos/állandó/osztályközi bizottság neve:

Antropológiai Osztályközi Tudományos Bizottság

2. A tudományos/állandó/osztályközi bizottság tisztségviselői:

Elnök: Hajdu Tamás

Társelnök: Pap Ildikó

Titkár: Bereczki Zsolt

3. A tudományos/állandó/osztályközi bizottság ülései:

2024. január 22. 13:00 – Online ülés

1. A bizottság támogatta, hogy a MTA Titkársága szavazást írjon ki János István és Mateovics-László Orsolya kooptálásáról.
2. A bizottság támogatta Tihanyi Benedek jelentkezését az MTA köztestületébe, kérte a szavazás kiírását.
3. A bizottság nem támogatta szavazás kiírását Kőrösi Viktor Dávid és Csáji László Koppány köztestületi jelentkezését, és kérte a jelentkezések átirányítását a Néprajztudományi Bizottsághoz.
4. A bizottság támogatta a MNYTEB törekvéseit.
5. A bizottság tárgyalta a 2023. évi OTKA pályázati ciklus eredményeinek, valamint a Régészeti és az Ökológia és evolúció zsűri elnökeivel folytatott megbeszélések tanulságait.
6. Pálfi György beszámolt a Mohács 500 projekt előre haladásáról.
7. Hajdu Tamás beszámolt az ELTE Embertani Tanszék gyűjteményi költözéséről.
8. Egyebek: Megemlékezés a közelmúltban elhunyt kollégákról (Gyenis Gyula, Éry Kinga, Kustár Ágnes, Nyilas Károly, Dezső Gyula); Pálfi György beszámolt a SZTE Embertani Tanszékéhez kapcsolódó fejleményekről.

2024. augusztus 14. 11:00 – Online ülés

1. Az MTA doktori minimumkövetelmények felülvizsgálatára tett javaslatok megvitatása
2. Az MTA doktori minimumkövetelmények felülvizsgálatára tett javaslatokkal kapcsolatos Bizottsági állásfoglalás megfogalmazása, elkészítése
3. Egyebek

4. A tudományos/állandó/osztályközi bizottság 2024. évi legfontosabb rendezvényei rövid leírással:

A MBT Embertani Szakosztályának 406. szakülése

2024. június. 17. 16:00, ELTE TTK

Az ülést az ELTE TTK Embertani Tanszék, az ELTE BTK Régészettudományi Intézet és a MBT Embertani Szakosztály közösen szervezte, így abban tevékenyen vett részt az AOTB vezetősége és tagjai is, segítve a program sikeres lebonyolítását. Az ülésen a Stefano Benazzi (University of Bologna) vezetésével futó, neandervölgyi leletekkel foglalkozó ERC projekt előre haladásáról hallhatott beszámolókat a szakosztály tagsága és az érdeklődők.

„A koponyák hegyén – hiedelmek, betegségek és a halál nyomai régészeti csontmaradványokon” c. kiállítás

SZTE TTIK, Biológia Intézet, Aula, 2024. okt. 30–nov. 22. A kiállítást a SZTE Embertani Tanszéke és az AOTB tagjai rendezték. A Tanszék kutatási anyagából rendezett kiállítás a bemutatott koponyaleleteken keresztül nyújtott betekintést koponyalékelés és torzítás szokásától kezdve a fertőző betegségeken át egészen a mohácsi csatához köthető események során odaveszett egyének haláláig.

„Egy eltűnt nép nyomában – Az avarok élete a Duna-Tisza közén” című állandó kiállítás

A Kecskeméti Katona József Múzeumban 2024. november 9-én nyílt meg az avarok Duna-Tisza közí, 6–9. századi történetét és életét megjelenítő tárlat. A kiállítás betekintést nyújt az avarok mindennapi életébe, temetkezési szokásaiba és társadalmi felépítésébe. A legújabb antropológiai és genetikai kutatások eredményeit is bemutatja, felfedve az egykor élt emberek betegségeit, származását, családi kapcsolatait. A tárlat különleges élményt kínál: megeleveníti az avarok arcvonásait, életük részleteit, és izgalmas tudományos felfedezéseket tár a látogatók elé. Az antropológiai kutatásokat az ELTE TTK Biológiai Intézet Embertani Tanszékének munkatársai végezték, akik aktívan közreműködtek a kiállítás megvalósításában is.

Mohács 500 Anthropology International Workshop

SZTE, Embertani Tanszék, 2024. november 8.

A workshopot a Mohács 500 projekt keretében szervezte a SZTE TTIK Embertani Tanszéke Prof. Dr. Albert Zink, az EURAC Research Institute for Mummy Research igazgatójának elnökletével. A workshop keretében a projekt oszteológiai vizsgálatainak előrehaladásáról hangzottak el előadások, amelyet hands-on oszteológiai műhelymunka követett, ahol a fiatal kollégáknak lehetőségük volt egyes érdekes, vagy nehezen diagnosztizálható eset megvitatására tapasztalt külföldi kollégák társaságában. Az előkészítésben és a lebonyolításban az AOTB vezetősége és tagjai vettek részt.

5. Az AI- és munkabizottságok (ha vannak) 2024. évi legfontosabb rendezvényei: –

6. A tudományos/állandó/osztályközi bizottság köztestületi tagjainak díjai:

Molnár Erika a SZTE TTIK BI Embertani Tanszékének egyetemi docense 2024-ben a Magyar Biológiai Társaság **Herman Ottó díját** vehette át kimagasló kutatói, oktatói, muzeológiai és a többek között az MBT érdekében is folytatott tudományszervező munkásságáért.

Erdei Anna professor emerita, az ELTE TTK Immunológia Tanszékének egykori vezetője a 2024. szeptember 2-6. között Lübeckben rendezett 19. European Meeting on Complement in Human Disease c. konferencián az **European Complement Network emlékérmét** (ECN Medal) és oklevelet vehette át a komplementrendszer kutatásában elért eredményeiért és a tudományos közösség szolgálatáért. Erdei Anna korábban az ECN vezetőségi tagja, illetve a nemzetközi társaság (International Complement Society) tanácsnoka volt.

Egyéb, a magyar antropológiai kutatáshoz kapcsolódó állami és szakmai elismerések az év során:

Albert Zink, Ludwig-Maximilians-Universitát (München, Németország) antropológus professzora, a bolzanói EURAC Research Múmiakutató Intézet igazgatója a SZTE Embertani Tanszék felterjesztésére 2024. november 14-én a **Doctor Honoris Causa díszdoktori címet** kapott a Szegedi Tudományegyetemen.

A SZTE Embertani Tanszékkel való több évtizedes együttműködés eredménye 3 PhD fokozat a SZTE-n, számos közös szakmai tréning és rendkívül sok magyarországi régészeti csont- és múmiaminta paleomikrobiológiai vizsgálata. Albert Zink szegedi kutatókkal társszerzésben megjelent publikációinak száma 2024-re megközelítette az ötvenet. Közösén dolgoztak többek között a világhírű váci múmiák mintáin, a subalyuki neandervölgyi leleteken is. Zink professzor fontos segítséget nyújtott a szegedi archeogenetika újraindításában, az archeogenetikai kutatások bázisának kialakításában a Szegedi Tudományegyetem Biológiai Intézet Genetikai Tanszékén. Jelenleg a Mohácsi Nemzeti Emlékhely III. sz. tömegsírjából származó csontmaradvány elemzését készítik elő. A szegedi felsőoktatás történetében a 2023-ban második alkalom (Olivir Dutour) után 2024-ben harmadik alkalommal kapott szegedi egyetemről Doctor Honoris Causa elismerő címet a biológiai antropológia jelöltje.

7. A tudományos/állandó/osztályközi bizottság kiadványai:

Anthropologiai Közlemények 65.

A Magyar Tudományos Akadémia támogatásával megjelent az **Anthropologiai Közlemények** folyóirat 2024-es (65.) kötete 93 oldalon, 3 eredeti közleménnyel, 1 PhD tézissel, a magyar antropológiai történetéről írott 1 közleménnyel, valamint 2 megemlékezéssel a 2024-ben elhunyt antropológus kollégáinkról. A „Kutatási tudósítások – Research reports” című, újonnan indított fejezet beszámolt a Mohácsi Nemzeti Emlékhely IV. számú tömegsírja feltárásának antropológiai eredményeiről. A nyomtatott formában elkészült kötet 2024-ben is a MTA támogatásával jelenhetett meg, melyet ezúton köszönünk. Köszönjük az AOTB-tag Zsákai Annamária lelkiismeretes szerkesztő munkáját. A folyóirat köteteinek anyaga, a teljes kötet és az egyes tanulmányok is pdf formátumban elérhetőek a Magyar Biológiai Társaság megújult honlapján, valamint az MTA OJS folyóirat-szerkesztő rendszerében.

Jelentősebb, nemzetközi folyóiratban megjelent tanulmányok

- Ács, F., Szalkai, Z., Kristóf, E., Zsákai, A. (2024): A Comparison of the Effects of Climate and Human Variability on the Thermal Resistance of Clothing. *Atmosphere*, 15(12): 1474. DOI: <https://doi.org/10.3390/atmos15121474>
- Dani, J., Horváth, A., Gémes, A., Fülöp, K., Szeniczey, T., Tarbay, J.G., Vicze, M., McCall, A., Futó, I., Szigeti, A., Molnár, M., Novak, M., Fischl, K.P., Kulcsár, G., Szabó, G., Mester, E., Palcsu, L., Kiss, V., Major, I., Hajdu, T. (2024): New radiocarbon dates from the Bronze Age Tiszafüred-Majoroshalom site (Eastern Hungary). *Radiocarbon*, 2024: 1–13. DOI: <https://doi.org/10.1017/RDC.2024.123>
- Gnecchi-Ruscone, G.A., Rácz, Z., Samu, L., Szeniczey, T., Faragó, N., Knipper, C., Friedrich, R., Zlámlová, D., Traverso, L., Liccardo, S., Wabnitz, S., Popli, D., Wang, K., Radzeviciute, R., Gulyás, B., Koncz, I., Balogh, C., Lezsák, G.M., Mácsai, V., Bunbury, M.M.E., Spekker, O., le Roux, P., Szécsényi-Nagy, A., Mende, B.G., Collieran, H., Hajdu, T., Geary, P., Pohl, W., Vida, T., Krause, J., Hofmanová, Z. (2024): Network of large pedigrees reveals social practices of Avar communities. *Nature*. 629(8011): 376–383. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07312-4>
- Sawyer, S., Gelabert, P., Yakir, B., Llanos-Lizcano, A., Sperduti, A., Bondioli, L., Cheronet, O., Neugebauer-Maresch, C., Teschler-Nicola, M., Novak, M., Pap, I., Szikossy, I., Hajdu, T., Moiseyev, V., Gromov, A., Zariņa, G., Meshorer, E., Carmel, L., Pinhasi, R. (2024): Improved detection of methylation in ancient DNA. *Genome Biology*, 25(1): 261. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13059-024-03405-5>

- Spekker, O., Kiss, P.A., Kis, L., Király, K., Varga, S., Marcsik, A., Schütz, O., Török, T., Hunt, D.R., Tihanyi, B. (2024): White Plague among the “Forgotten People” from the Barbaricum of the Carpathian Basin – Cases with tuberculosis from the Sarmatian-period archaeological site of Hódmezővásárhely–Kenyere-ér, Bereczki-tanya. *PLoS ONE*, 19(1): e0294762. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0294762>
- Szalkai, Z., Kristóf, E., Zsákai, A., Ács, F. (2024): Comparison of CMIP6 model performance in estimating human thermal load in Europe. *International Journal of Climatology*, 44(10): 3328–3341. DOI: <https://doi.org/10.1002/joc.8526>
- Tihanyi, B., Maár, K., Kis, L., Gingüta, A., Varga, G.I.B., Kovács, B., Schütz, O., Pálfi, G., Neparáczki, E., Török, T., Spekker, O., Maróti, Z., Berthon, W. (2024): ‘But no living man am I’: Bioarchaeological evaluation of the first-known female burial with weapon from the 10th-century-CE Carpathian Basin. *PLoS ONE*, 19(11): e0313963. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0313963>
- Tihanyi, B., Samu, L., Koncz, I., Hergott, K., Medgyesi, P., Pálfi, G., Szabó, K.Á., Kis, L., Marcsik, A., Molnár, E., Spekker, O. (2024): A glimpse into the past of Hansen’s disease – Re-evaluation and comparative analysis of cases with leprosy from the Avar period of the Trans-Tisza region, Hungary. *Tuberculosis*, 148: 102552. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tube.2024.102552>
- Zsákai, A., Zselyke Rátz-Sulyok, F., Jang-Kapuy, C., Petridis, L., Bakonyi, P., Dobronyi, T., Juhász, I., Szabó, T. (2024): Muscular robusticity and strength in the lower extremities in elite handball players. *Scientific Reports*, 14(1): 28883. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-75472-4>

8. A tudományos/doktori bizottság által lefolytatott habitusvizsgálatok MTA doktora cím pályázatokra: –

9. Tudományos munkában és azon túlmutatóan hasznosítható eredmény MTA Vendégkutatói pályázat 2024

2024-ben a MTA Vendégkutatói pályázatán **Hajdu Tamás** elnyerte a lehetőséget, hogy az ELTE TTK Biológiai Intézet Embertani tanszékén vendégkutatóként alkalmazzon, fogadjon egy nemzetközi szinten is kiemelkedő antropológus kutatót, a zágrábi Antropológiai intézet tudományos igazgatóhelyettesét és a Paleopatológiai Társaság titkárát, Mario Novakot. A közös kutatások során hazai és horvátországi bronzkori népeiségeket multidiszciplináris megközelítésben, több kutató és intézmény bevonásával vizsgálták. A pályázat és vizsgálatsorozat sikerrel zárult, az első publikációk már rangos folyóiratban meg is jelentek, illetve bírálat alatt állnak.

„Mohács 500”: A Mohácsi Nemzeti Emlékhely 4. tömegsírjának feltárása

A hazai antropológia kiemelt fontosságú szakmai projektje a nemzeti emlékezetpolitika és kultúrpolitika számára egyaránt nagy jelentőségű, a mohácsi csatához kapcsolódó emberi maradványok feltárására és tudományos vizsgálatára, valamint a tudományos eredmények bemutatására irányuló interdiszciplináris kutatás. A Janus Pannonius Múzeum Régészeti Osztálya a Szegedi Tudományegyetem Embertani Tanszékével közösen, a III. tömegsír 2020 és 2022 között zajló teljes régészeti feltárása után 2024 júniusa és augusztus között elvégezte a IV. tömegsír feltárását is. A csontmaradványok vizsgálata a Szegedi Tudományegyetem támogatása mellett kormányzati támogatással zajlik Szegeden. A kutatások 2024-es eredményeiről egy cikkben, két könyvfejezetben, számos hazai és nemzetközi előadásban számoltak be, például:

Kocsmár, R., Vágvolgyi, L., Neményi, R., Györffy-Villám, Zs., Talabér, I., Szabó, Á., Mai, T., De Andrés, M., Vig, V., Bereczki, Zs., Tihanyi, B., Molnár, E., Pálfi, Gy. (2024): A Mohácsi Nemzeti Emlékhely IV. tömegsírja feltárásának biológiai antropológiai megfigyelései. *Anthropologiai Közlemények*. 65: 63–74. DOI: <https://doi.org/10.20330/AnthropKozl.2024.65.63>

„Mohács 500”: A Mohácsi Nemzeti Emlékhely 3. és 4. tömegsírjának antropológiai vizsgálatai

2024-ben a mohácsi csata 500. évfordulójára készülve a Mohács 500 projekt keretében valósult meg hazai biológiai antropológia egyik legfontosabb, és volumenében legjelentősebb kutatási tevékenysége. A **komplex Mohács 500 antropológiai kutatási projekt** (antropológiai projektvezető: Pálfi György, SZTE Embertani Tanszék) a Szegedi Tudományegyetem (SZTE) Embertani Tanszékén zajlik, a pécsi székhelyű Janus Pannonius Múzeummal (JPM) és a Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóságával (DDNPI) együttműködve (intézményközi szerződés keretében). A több mint 4 éve folyó kutatások feltételeinek biztosítására Magyarország Kormánya 2023-ban és 2024-ben két ízben határozott jelentős támogatás biztosításáról (1159/2023. (IV. 27.) és 1288/2024. (IX. 19.) Korm. határozatok). A döntően biológiai és igazságügyi antropológiai kutatások 2025-ben és 2026-ban archeogenetikai, analitikai, paleoradiológiai, paleomikrobiológiai vizsgálatokkal és digitális arckonstrukciós alprojekttel is kiegészülnek. Az SZTE Embertani Tanszék Mohács 500 projektjét a Szegedi Tudományegyetem is kiemelten támogatja.

A projekten 2024 első felében 3 doktorandusz és három témavezető szenior kutató, egy főállású tudományos segédmunkatárs dolgozott, 2024 második felében a résztvevők száma másfélszeresére bővült, és számos MSc hallgatót is sikerült bevonni a projektbe. A kutatás keretében a morfológiai alapú antropológiai és paleopatológiai kutatások mellett archeogenetikai és analitikai vizsgálatokra, paleoradiológiai és mikroszkópos elemzésekre is sor került, és 2024 második felében megkezdődött a digitális arckonstrukciós tevékenység. A projektév legfontosabb feladata az SZTE Embertani Tanszék kutatócsoportja számára a Mohácsi Nemzeti Emlékhely 4. tömegsírjának feltárására történő felkészülés, az azzal kapcsolatos szakmai és adminisztratív feladatok elvégzése – többek között az Ásatási Bizottság számára elméleti és gyakorlati tájékoztatás tartása –, új terepantropológiai protokoll kidolgozása, az ásatás technikai feltételeinek biztosítása, és annak szakmai kivitelezése. A Mohácsi Nemzeti Emlékhely 4. tömegsírjának feltárása 2024. június–augusztus hónapokban lezajlott, az emberi maradványok Szegedre szállítása megtörtént, azok tisztítását is elvégezték 2024 utolsó hónapjaiban. A 3. tömegsír maradványainak specifikus vizsgálatainak elvégzése és a 4. tömegsír komplex antropológiai feldolgozása 2025-26 folyamán zajlik majd (és 2028 végére addigra 5 PhD fokozatszerzéssel teljeshet ki), amihez a 1288/2024. (IX. 19.) Korm. határozatban meghatározott kormányzati támogatás, valamint a Szegedi Tudományegyetem folyamatos támogatása biztosítják a szükséges feltételeket.

2024 végén – az SZTE Mohács-500 projekt támogatásával - megjelent a mohácsi csatával kapcsolatos legújabb kutatási eredményeket ismertető **„Temetetlen Mohács – Az 1526. és 1687. évi csata új kutatási eredményei”** című tanulmánykötet.

A biológiai és igazságügyi antropológia 2 fejezettel járult hozzá a 16. századi nemzeti tragédiához vezető ütközet értelmezéséhez:

Szabó, Á., Mai, T., Vig, V., Gellai, F., Vágvolgyi, L., Kocsmár, R., Marcos De, A., Bereczki, Zs., Pálfi, Gy. (2024): Harc közben, meneküléskor vagy kivégzés miatt? Igazságügyi orvostani magyarázatok a mohácsi III. tömegsír csontvázain megfigyelhető sérülésnyomok keletkezése kapcsán. In: Varga, Sz. (Szerk.) *Temetetlen Mohács. Az 1526. és az 1687. évi csata új kutatási eredményei*. Budapest, pp. 9–36.

Neményi, R., Györffy-Villám, Zs., Talabér, I., Simon, B., Simon, Zs., Szabó, Á., Mai, T., Kocsmár, R., Vágvolgyi, L., Vig, V., Marcos De, A., Tihanyi, B., Bereczki, Zs., Molnár, E., Pálfi, Gy. (2024): A IV. tömegsír feltárásának előzetes régészeti és antropológiai eredményei. In: Varga, Sz. (Szerk.) *Temetetlen Mohács. Az 1526. és az 1687. évi csata új kutatási eredményei*. Budapest, pp. 39–55.

A Mohács 500 projekt keretében az „**Antemurale Christianitatis – Közép-Európa és a Nyugat-Balkán, a Kereszténység Védőbástyái**” címmel rendezett nemzetközi konferencián Pálfi György és De András M. tartottak előadást. (Budapest, Várkert Bazár, 2024. december 8–9.):

De András, M., Vig, V., Bereczki, Zs., Spekker, O., Tihanyi, B., Pálfi, Gy. (2024): A mohácsi III. számú tömegsír maradványainak antropológia vizsgálata: kihívások és előzetes eredmények.

Pálfi, Gy., Kocsmár, R., Vágvolgyi, L., Szabó, Á., Mai, T., Molnár, E. (2024): A mohácsi IV. számú tömegsír feltárás antropológiai tapasztalatai.

ArchaeoSciences Seminar előadássorozat 28. ülése, Bukarest

2024 februárjában a Bukaresti Egyetem Kutatóintézete (ICUB) és a Román Tudományos Akadémia ‘Francisc J. Rainer’ Antropológiai Intézete meghívására Hajdu Tamás az ArchaeoSciences Seminar előadássorozat keretei között Bukarestben Bioarchaeology of human populations of the 2nd Millennium BC in Hungary – Old bones, new perspectives period” címmel tartott tudományos előadást a hazai bronzkori népségekre vonatkozó eddigi eredményekről, valamint a folyamatban lévő MTA Bolyai Ösztöndíja és egy nemrég zárult FK-NKFI pályázata biorégészeti eredményeiről.

Egyéb tevékenység

Felterjesztés: MTA Akadémiai újságíró díj. Kiss-Stefán Mónika az elmúlt évtized kiemelkedő teljesítményű tudomány-népszerűsítő filmrendezője és producere, játék- és dokumentumfilmek tucatjain keresztül juttatta el a hazai kutató műhelyek eredményeit a nézők százazezreihez érthető és szerethető formában. Alkotásaival a Magyarországon folyó tudományos kutatások, tudományos műhelyek és fontosabb projektek sikeres népszerűsítője. Számos szakmai díjjal kitüntetett filmje (Memento mori – A váci legenda) mellett 2024-ban bemutatott 51 perces dokumentumfilmje, „A váci múmiák” is a hazai múmiakutatást ismerteti.

10. Kapcsolatok más szervezetekkel:

A Magyar Kézilabda Szövetség Sporttudományi és Diagnosztikai Igazgatóságának (SDI) és az ELTE Embertani Tanszékének 2022-ben indult szakmai együttműködése 2024-ben az ELTE TTK Biológiai Intézetének támogatásával úgy erősödött meg, hogy az ELTE hallgatói BSc, MSc, PhD és TDK témájuk keretében Zsákai Annamária vezetésével bekapcsolódhatnak az SDI-ben végzett sportantropológiai kutatásokba.

- 11. A bizottság által legfontosabbnak tartott 1-3 nemzetközi és / vagy hazai kapcsolat, együttműködés bemutatása a közös célkitűzések-eredmények alapján.** Ezek az adatok, ismertetőik képezik majd a Parlamenti beszámoló és a kormánytájékoztató háttéranyagát.

Bizottságunk tagja, Zsákai Annamária 2010 szeptembere és 2024 decembere közt az Európai Antropológiai Társaság főttkári posztját töltötte be. **Zsákai Annamária 2025–2026 között az Európai Antropológiai Társaság (EAA) pénztárnoki posztját tölti be.**

Az ELTE TTK Embertani Tanszéke elnyerte a jogot arra, hogy az EAA jubileumi (alapításának 50. évfordulója alkalmából szervezendő) kongresszusát 2026 augusztusában megrendezhesse Budapesten.

A Szegedi Tudományegyetem (SZTE) Embertani Tanszék **Mohács 500** kutatócsoportja mintegy húsz fővel (szenior kutatók, doktoranduszok, MSc hallgatók) vesz részt, immár negyedik éve, a mohácsi csata 500. évfordulójához kapcsolódó komplex kutatásokban: munkacsoportunk, négy feltárási szezonban, 2 tömegsír (2024-ben a 4. tömegsír) teljes körű feltárását végezte el, a Janus Pannonius Múzeum (JPM) Régészeti Osztályával és a Duna-Dráva nemzeti Park Igazgatóságával (DDNPI) együttműködve. A terepantropológiai tevékenység, de különösen a laboratóriumi antropológiai vizsgálatok és speciális laboratóriumi kiegészítő vizsgálatok (archeogenomikai, analitikai, radiológiai vizsgálatok), digitális arcreekonstrukciós munkák, igazságügyi antropológiai vizsgálatok a 1159/2023. (IV. 27.) és 1288/2024. (IX. 19.) Korm. határozatokban meghatározott módon kormányzati támogatásban részesülnek. A kiemelt hazai és nemzetközi figyelmet élvező tudományos munkák az SZTE-JPM-DDNPI intézményközi szerződése keretében valósulnak meg.

Bereczki Zsolt

* * *

AZ MTA BIOLÓGIAI OSZTÁLY ANTROPOLÓGIAI OSZTÁLYKÖZI TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁGÁNAK ÖSSZEFOGLALÓJA A 2023–2024. ÉVEK LEGFONTOSABB SZAKTERÜLETI EREDMÉNYEIRŐL

Őskori és népvándorlás kori népességtörténeti kérdések elemzése – A HistoGenes kutatási keretrendszer interdiszciplináris megközelítésben vizsgálja a Kárpát-medence Kr. u. 400 és 900 közötti időszakát. A nemzetközi kutatócsoport kimutatta, hogy az európai hun korszak néhány személye közvetlen kapcsolatban állt az ázsiai Hun Birodalom egyes magas rangú tagjaival. Arra is rámutattak, hogy a korabeli Kárpát-medence népessége összességében csak kis részben volt kelet-ázsiai származású, és az újonnan érkezők is rendkívül sokféle eredetet képviseltek. A kutatásban az ELTE Régészettudományi Intézete, az ELKH Archeogenomikai Intézete, az SZTE Embertani Tanszéke és az ELTE Embertani Tanszéke működött közre. A projektet az Európai Kutatási Tanács (ERC) támogatta az Európai Unió Horizont 2020 kutatási és innovációs programja keretében.

Az ELTE Embertani Tanszékén 2024-ben zárult le egy NKFIH által finanszírozott kutatás, amely nemzetközi együttműködésben tárta fel a Kárpát-medence bronzkori népességeinek történetét, mobilitását, életmódját és betegségeit. Az eredményekről rangos nemzetközi folyóiratokban számoltak be.

A Kárpát-medence történeti és recens népességeinek genetikai vizsgálata – A Szegedi Tudományegyetem Archeogenetikai Kutatócsoportja (SZTE AK) a Kárpát-medence régészeti leleteiből származó archaikus DNS vizsgálatával tárja fel a múlt népességeinek rokonsági viszonyait, vándorlásait és keveredéseit. Kutatásaik révén rekonstruálták a hunok, avarok és honfoglaló magyarok genetikai történetét, és sikerrel azonosították az Árpád-ház több tagját.

Báthory és az Aba nemzetség tagjainak archeogenetikai azonosítása – A Magyarországi Kutató Intézet a Szilágy Megyei Történelmi és Szépművészeti Múzeummal, valamint a SZTE Archeogenetikai Kutatócsoportjával folytatott együttműködés keretében archeogenetikai módszerekkel azonosította a középkori Báthory- és Aba-nemzetség tagjait.

Paleopatológiai kutatások – A vizsgálatok középpontjában a mycobacteriális fertőzések csonttani tüneteinek elemzése és a betegségek evolúciójának kutatása állt, hazai és nemzetközi együttműködésben (francia, német, olasz, angol partnerek, az ELTE és az SZTE Embertani Tanszék részvételével). Kiemelkedő eredménynek számít a subalyuki neandervölgyi leletek elemzése, amely pontosította a leletek korát, igazolta a tuberkulózis jelenlétét, és új szempontokkal gazdagította a neandervölgyiek visszaszorulásának okairól alkotott képet.

„Mohács 500” – A Mohácsi Nemzeti Emlékhely tömegsírjainak feltárása és antropológiai vizsgálata

A Szegedi Tudományegyetem, a Duna–Dráva Nemzeti Park Igazgatósága és a Janus Pannonius Múzeum együttműködésében zajló „Mohács 500” projekt a magyar antropológia egyik legfontosabb vállalkozása. A program célja a mohácsi csatához köthető emberi maradványok feltárása, interdiszciplináris vizsgálata, valamint az eredmények tudományos és közönség számára történő bemutatása. A projekt 2023 óta kormányzati támogatásban részesül (1159/2023. (IV. 27.) Korm. határozat), amelyet 2024-ben újabb határozat is megerősített (1288/2024. (IX. 19)).

A 2022-ben teljes egészében feltárt III. számú tömegsír vizsgálata után 2024 nyarán sor került a IV. számú tömegsír régészeti feltárására is. A Szegeden 2023 óta zajló antropológiai elemzések során eddig több mint száz, szinte teljes csontváz részletes feldolgozása történt meg, amelyek fontos adatokat szolgáltatnak a korszak hadtörténetéhez, az áldozatok életkörülményeihez és betegségeihez. A munkába rendszeresen bekapcsolódnak külföldi (amerikai és francia) igazságügyi antropológus és paleopatológus szakértők is.

Az eddigi kutatási eredményeket hazai és nemzetközi konferenciákon, nemzetközi workshopokon, ismeretterjesztő előadásokon, valamint két tanulmánykötetben mutatták be. Többek között: „Elsüllyedt Mohács” (2023) és „Temetetlen Mohács” (2024). „Antemurale Christianitatis – Közép-Európa és a Nyugat-Balkán, a Kereszténység Védőbástyái” nemzetközi konferencia (2024, Budapest). „Komoly kihívások a hazai biológiai antropológia előtt: A mohácsi tömegsír-kutatások” tudományos előadás (MTA VIII. Biológiai Osztály ülése, Budapest, 2023).

Az élő/recens népességgel foglalkozó új kutatási területek – A hazai népesség biológiai állapotának felmérésével foglalkozó kutatóhelyek eredményei közül kiemelendő, hogy elemezték a magyar gyermekek tápláltsági állapotának és életmódjának mutatóit, vizsgálták a gyermekek egészségmagatartásának kockázati tényezőit (MTA-ELTE Környezetismeret Tanítása Kutatócsoport, MTA-ELTE Egészségtudatos Gyermekekért Kutatócsoport, 2023). Ehhez kapcsolódóan rendezték meg a **„Fenntarthatóságra nevelés a nevelési-oktatási intézményekben II.”** című konferenciát. Az ELTE TTK és PPK szakembereinek összefogásában elkészült egy hiánypótló, hazai auxológiai eredményekre épülő, elektronikus, gyermekek szexuális felvilágosításához használható tananyag 2023-ban.

A magyar antropológiai kutatásokhoz kapcsolódó, nemzetközi együttműködésben elnyert elismerések – A Szegedi Tudományegyetemen két külföldi kutató részesült Doctor Honoris Causa díszdoktori címben Olivier Dutour, a francia EPHE/Université Bordeaux Montaigne professzora (2023), majd Albert Zink, a müncheni Ludwig-Maximilians-Universität antropológus professzora, a bolzanói EURAC Research Múmiakutató Intézet igazgatója (2024). A szegedi felsőoktatás történetében ez a második és harmadik alkalom, hogy a biológiai antropológia területének képviselői részesültek e rangos kitüntetésben.

Bereczki Zsolt

TARTALOM – CONTENTS

Eredeti közlemények – Original papers

- SZENICZEY T. – TÓTH Z. – HAJDU T.: *Biological anthropological analysis of the Avar Period skeletal finds from Hatvan-Sportpálya, Hungary* 3
- VÁGVÖLGYI L. – KOCSMÁR R. – VIG V. – GELLAI F. – MOLNÁR E. – BERECHZI ZS. – DE ANDRÉS, M. – PÁLFI GY. – HEGYI A.: Az állkapocscsont fejlődési rendellenességeinek előfordulása a mohácsi III. tömegsír csontanyagában – *The occurrence of mandibular developmental anomalies in mass grave III at Mohács* 19
- NÉMETH E. – FEHÉR T.: Az ugor paradigma – *The Ugor paradigm* 35
- RÁTZ-SULYOK F. ZS. – JANG-KAPUY CS. – BAKONYI P. – BÉRES B. – DOBRONYI T. – SIMON G. – ZSÁKAI A. – SZABÓ T.: Válogatott kézilabdázó játkosok endokrin státuszának vizsgálata – *The analysis of the endocrine state of national-level handball players* 53
- ÁCS F. – KRISTÓF E.: *Metabolic heat flux density (M) in the human biometeorological models: Can M be parameterized based on heart rate estimated by smart devices?* 65

PhD tézisek – PhD theses

- ANNÁR D. SZ.: Növekedési hormonnal kezelt gyermekek növekedési mintázatának vizsgálata – *Investigation of growth pattern in children treated with growth hormone* 75
- ÉVINGER S.: Zalavár (Mosaburg) és környéke késő avar és Árpád-kor közötti népességváltozásainak történeti embertani vizsgálata – *Biological anthropology-based study of population changes in the Zalavár (Mosaburg) microregion between the Late Avar and the Árpadian Periods* 83
- SCHÜTZ O.: *The origin and composition of the “forgotten people”: Genetic analysis of the Sarmatian-period population of the Carpathian Basin* 93
- UTCZÁS K. E.: A csontéletkor és méret-, illetve a morfológiai életkor közötti összefüggések vizsgálata – *Examining inter-relationships between bone age, somatic age, and morphological age* 101

A magyar antropológia története – History of the Hungarian anthropology

- FARKAS L. GY.: A magyar biológiai antropológusok kitüntetései – *Awards of Hungarian biological anthropologists* 109

Köszöntések – Salutations

- PAP I. – MOLNÁR E. – PÁLFI GY. – HAJDU T.: Marcsik Antónia köszöntése – *Salutation to Prof. Antónia Marcsik* 113
- PAP I.: Susa Éva köszöntése – *Salutation to Dr Éva Susa* 115

Megemlékezések – Commemorations

PÁLFI GY. – PAP I. – MOLNÁR E. – HAJDU T. – BERECSKI ZS.: Farkas L. Gyula (1932–2025)	117
FARKAS L. GYULA: Pap Miklós (1942–2022)	123

Hírek – News	125
---------------------	-----