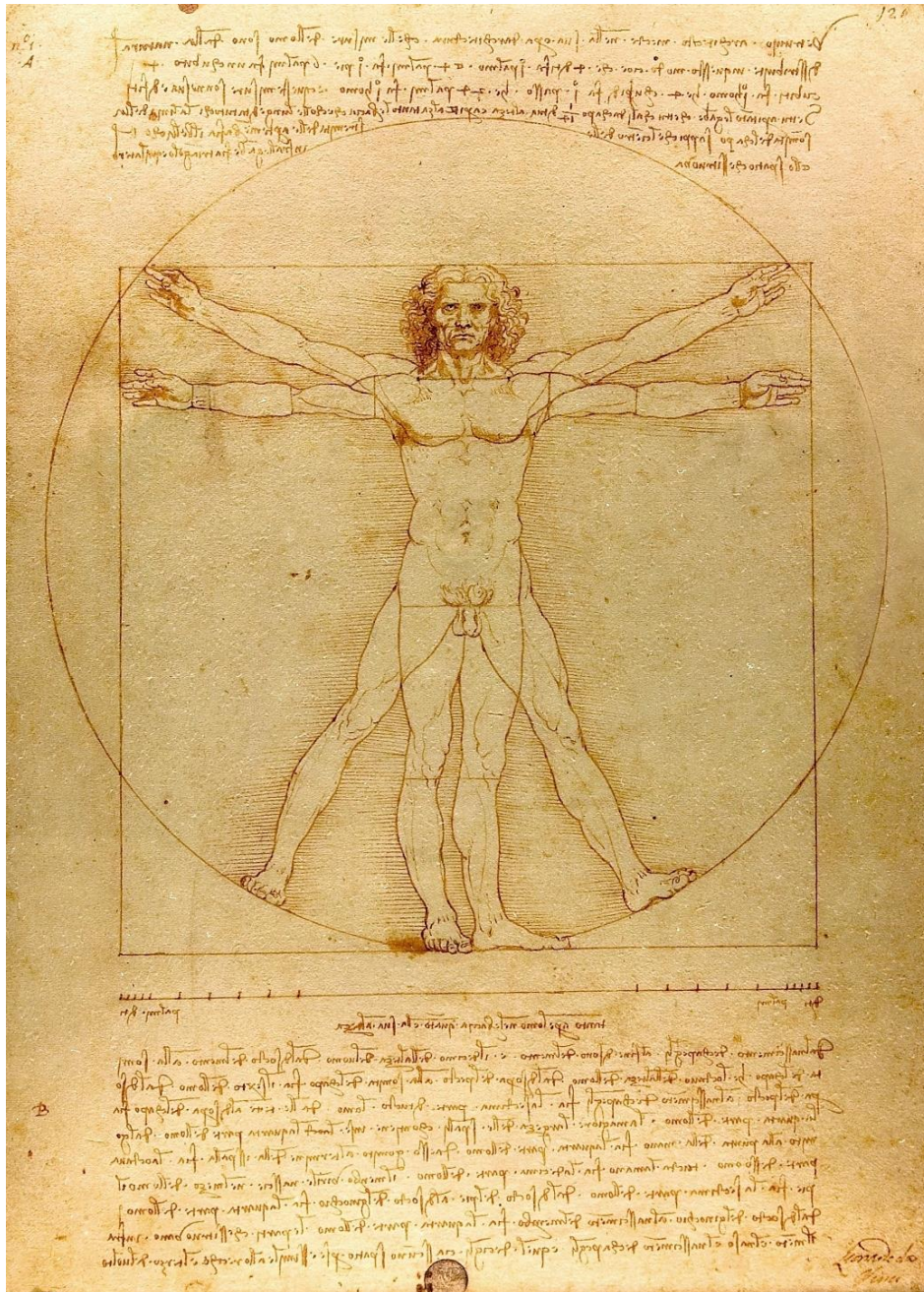


# SLOVENSKÁ ANTROPOLÓGIA

*INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOLOGICAL AND APPLIED ANTHROPOLOGY*



**BRATISLAVA  
2024**

**ROČNÍK 27  
ČÍSLO 1**

**SLOVENSKÁ ANTROPOLÓGIA**  
*INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOLOGICAL AND APPLIED ANTHROPOLOGY*

Ročník 27, číslo 1

Skratka: *Slov. Antropol.*

SLOVENSKÁ ANTROPOLOGICKÁ SPOLOČNOSŤ PRI SAV  
ILKOVIČOVA 6, 842 15 BRATISLAVA, SLOVENSKÁ REPUBLIKA

Registračné číslo MK SR: EV 32/22/EPP

ISSN 2730-0552 (Online)

**Dátum vydania:** december 2024

**Periodicita vydávania:** 2-krát ročne

**Dostupné na:** [anthropology.sk](http://anthropology.sk)

**Príspevky boli recenzované anonymne.**

**All contributions were reviewed anonymously.**

**VYDALA: © SLOVENSKÁ ANTROPOLOGICKÁ SPOLOČNOSŤ PRI SAV  
BRATISLAVA 2024**

## **REDAKČNÁ RADA:**

Doc. RNDr. RADOSLAV BEŇUŠ, PhD.  
Prof. RNDr. JARMILA BERNASOVSKÁ, PhD.  
Mgr. SILVIA BODORIKOVÁ, PhD.  
Prof. RNDr. JAROSLAV BRŮŽEK, PhD.  
RNDr. MICHAELA DÖRHNÖFEROVÁ, PhD.  
Doc. RNDr. EVA DROZDOVÁ, PhD.  
Doc. PaedDr. MIROSLAV KOPECKÝ, PhD.  
Doc. RNDr. SOŇA MASNICOVÁ, PhD.  
RNDr. ZUZANA OBERTO VÁ, PhD.  
RNDr. ALENA ŠEFČÁKOVÁ, PhD.  
RNDr. PETRA ŠVÁBOVÁ, PhD.  
Doc. RNDr. MILAN THURZO, CSc.

---

## **KONTAKT: Slovenská antropologická spoločnosť pri SAV**

Ilkovičova 6, Mlynská dolina  
842 15 Bratislava, Slovensko

**Editor:** Doc. RNDr. Milan Thurzo, CSc.  
milanthurzo@gmail.com

**Výkonné redaktorky:** RNDr. Michaela Dörnhöferová, PhD.  
michaela.dornhoferova@uniba.sk; +421 2 9014 9567  
RNDr. Petra Švábová, PhD.  
petra.svabova@uniba.sk; +421 2 9014 2013

## EDITORIÁL

Prešiel ďalší rok, takže ponúkame čitateľom 1. číslo nového – už 27. ročníka Slovenskej antropológie. Naša edičná politika sa, žiaľ, nezlepšuje, takže z finančných dôvodov vydávame už iba elektronickú verziu nášho časopisu.

Nezlepšuje sa ani situácia s dochádzajúcimi príspevkami, pretože zo všeobecne známych dôvodov medzinárodného hodnotenia odborných časopisov autori uprednostňujú zahraničné časopisy indexované vo významných databázových produktoch.

Okrem odborných článkov uverejňujeme v tomto čísle aj informácie zo života Antropologickej spoločnosti a recenziu významnej slovenskej antropolologickej publikácie *Človek v čase a priestore. Pár slov o Homo sapiens sapiens*.

Prijemné čítanie želá **editor**.

## Zo života spoločnosti

Katedra antropológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave a Prírodovedné múzeum Slovenského národného múzea v Bratislave pripravili odborný seminár **Človek v čase a priestore**, ktorý sa konal 14. mája 2024 v priestoroch Objavovne Prírodovedného múzea SNM v Bratislave. Seminára sa zúčastnilo 38 účastníkov z viacerých pracovísk zo Slovenskej a Českej republiky, celkovo odznelo 17 príspevkov z antropológie a príbuzných odborov. Oceniť možno široký tematický záber seminára, ako aj mimoriadne živú a podnetnú diskusiu. Spoločenský program zahŕňal komentovanú prehliadku expozície *Človek v čase a priestore*, ktorou účastníkov sprevádzala RNDr. Alena Šefčáková, PhD.

# ČLOVEK V ČASE A PRIESTORE

Odborný seminár

**14. mája 2024**

SNM Prírodovedného múzea v Bratislave



## ZOZNAM PRÍSPEVKOV

**Človek v čase a priestore** (Alena Šefčáková)

**Terénny a postexcavačný výskum ľudských skeletov z NKP Hrad Devín v rokoch 2022 a 2023: výsledky projektu Interreg SK-AT Kultúrne mosty cez rieku Morava** (Peter Barta, Silvia Bodoriková, Michaela Dörnhöferová, Marián Baldovič, Radoslav Beňuš, Jana Mellnerová, Marek Mochorovský)

**Záhada devínskeho "koníka". Príspevok k interpretácii ikonického artefaktu z doby bronzovej** (Pavol Jelínek, Dušan Valent)

**Stravovanie kamaldulských mníchov spod Zobora (1693 – 1782) z pohľadu archeozoológa** (Zora Bielichová)

**Hutteriti na Morave - doterajšie zistenia z pohrebiska v Přibicích** (Nikola Nikolajová, Tomáš Mořkovský, Kévin A. Salesse, Mikoláš Jurda, Robin Pěnička, Nikola Koktavá, Ondřej Kvarda, Anna Juras, Maciej Chyleński, Edvard Ehler, Josef Unger, Jana Valtrová, Bronislav Chocholáč, Andrea Štěpánková, Veronika Macháňová, Jakub Cigán, Ondřej Klíma, Miroslav Králík)

**Krehký život detí zo Školskej ulice v Nitre** (Mária Krošláková)

**Identifikácia kostrových pozostatkov objavených v krasovej priepasti Studňa Na jame v Demänovskej doline (Nízke Tatry, Slovensko)** (Silvia Bodoriková, Michaela Dörnhöferová, Zuzana Šimková, Pavel Herich, Marián Baldovič, Michaela Kerešová)

**Záhada grófkinho portrétu** (Petra Panenková, Šimonič, Mikula)

**Projekt RES - HUM a možnosti spolupráce** (Kristýna Brzobohatá, Zuzana Hofmanová)

**Využití microCT a histologické analýzy při diagnostice Pagetovy choroby** (Kateřina Vaňatková, Lenka Vargová, Ladislava Horáčková, Alena Němečková, Jiří Macháček, Kateřina Vymazalová, Michal Vopálenský)

**Obrus zubů člověka v době bronzové s přihlédnutím ke změnám v důsledku pracovního stresu** (Terezie Kelnarová, Eva Drozdová)

**Identifikácia krvných polymorfizmov ako súčasť interdisciplinárneho výskumu genómu Gregora Johanna Mendela** (Romana Sarvašová, Eva Drozdová, Lenka Falk, Eva Chocholová, Dana Fialová)

**Ovplyvňujú alergie kvalitu našich kostí?** (Alexandra Hozáková, Simona Sulis, Darina Falbová, Lenka Vorobeľová)

**Meranie hrúbky mäkkých tkanív tváre pomocou ultrazvuku a sledovanie faktorov, ktoré ich môžu ovplyvniť** (Zuzana Kozáková, Radoslav Beňuš, Petra Švábová)

**Mozaika morfoskopických znakov klenby detskej lebky** (Dominika Laššová, Michaela Dörnhöferová)

**Súčasnosť a budúcnosť antropometrie v klinickej praxi** (Lenka Matejáková, Eva Štefánková)

**Zmena upotrebitelnosti odtlačkov prstov po degradácii vplyvom environmentálnych faktorov** (Michal Soták, Mária Chovancová, Petra Švábová)

**Organizátori podujatia:** Mgr. Silvia Bodoriková, PhD.  
RNDr. Alena Šefčáková, PhD.  
RNDr. Michaela Dörnhöferová, PhD.

## OBSAH

<b>BODORIKOVÁ S.:</b> „Človek v čase a priestore. Pár slov o <i>Homo sapiens sapiens</i> . Recenzia knihy.....	1
<b>PROCHÁCKOVÁ N., KOLENA B.:</b> Tattooing as a potential source of phthalate exposure .....	6
<b>LAŠŠOVÁ D., DÖRNHÖFEROVÁ M.:</b> Hodnotenie vekových noriem uzatvárania prednej fontanely a metopického šva u slovenských detí .....	12

Recenzia knihy

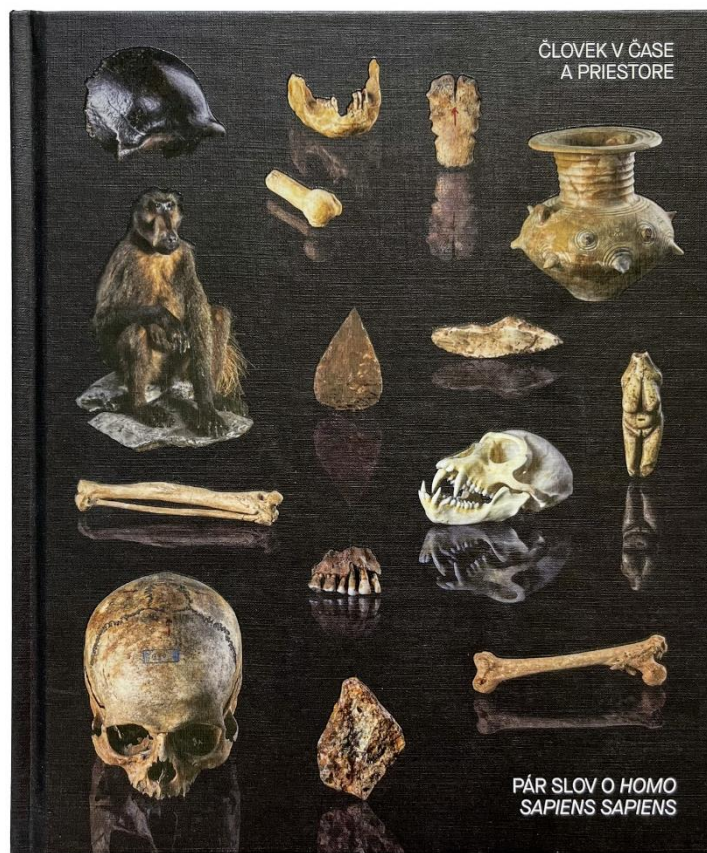
**„ČLOVEK V ČASE A PRIESTORE. PÁR SLOV O *HOMO SAPIENS SAPIENS*“**

**Hlavná autorka a zostavovateľka:** Alena Šefčáková

**Spoluautori:** Milan Thurzo, Peter Klepsatel, Dušan Magdolen, Miloš Gregor

Vydalo Slovenské národné múzeum v Bratislave, 2023

ISBN 978-80-8060-556-8



Výročná cena časopisu Pamiatky a múzeá za rok 2023 v kategórii publikácie bola udelená knihe *Človek v čase a priestore – Pár slov o Homo sapiens sapiens*. Túto výnimočnú publikáciu vydalo Slovenské národné múzeum v Bratislave a jej hlavnou autorkou a zostavovateľkou je naša kolegyňa Alena Šefčáková. Kniha je inšpirovaná rovnomennou antropologickou expozíciou v Prírodovednom múzeu SNM v Bratislave sprístupnenou ešte v roku 2021.

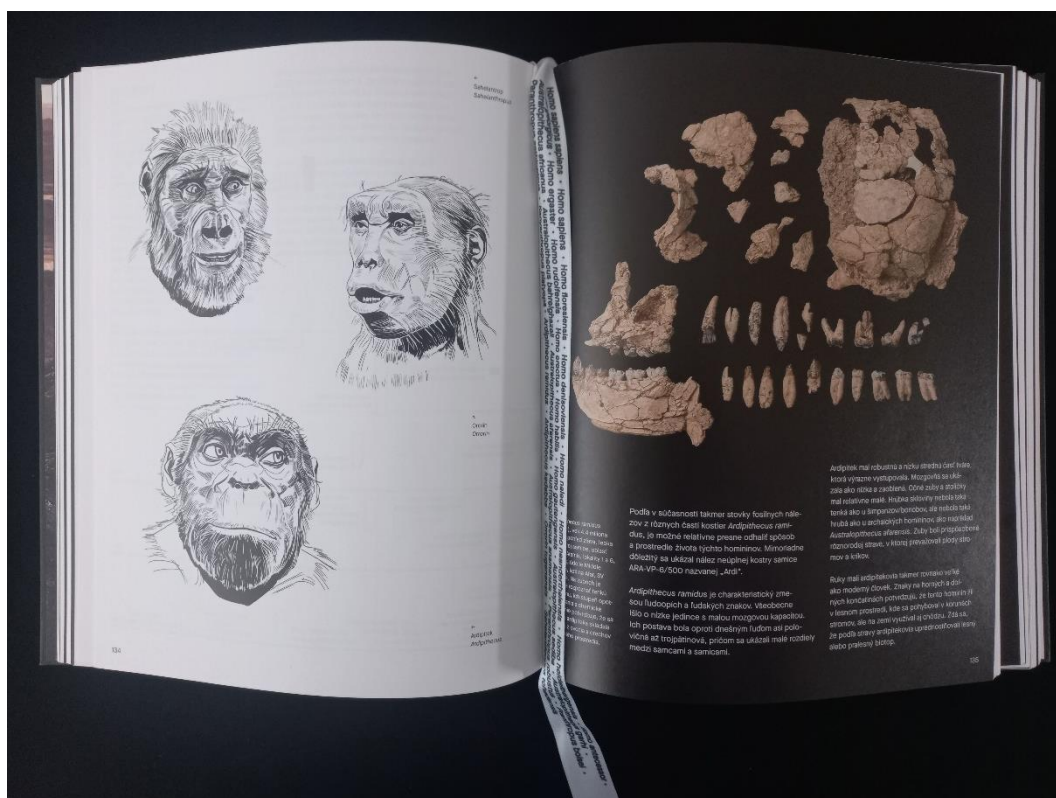
Obsah publikácie je veľmi rozmanitý. Snahou autorov je prepojiť mozaiku rôznych pohľadov na *Homo sapiens sapiens* a podkryť vlastnosti, ktoré sú pre náš druh charakteristické. V celkovom kontexte knihy autori tiež približujú vzácne antropologické nálezy z územia Slovenska, z ktorých je väčšina zrejme laickej verejnosti neznáma.

Úvodná časť knihy sa snaží zodpovedať otázku, kde sú naše korene. Venovaná je evolúcii primátov, vzniku opíc a spoločným evolučným trendom, ktoré ich charakterizujú. Približuje tiež



veľmi vzácne treťohorné nálezy pliopitekov z okolia Bratislavy. Kapitulu dopĺňajú nádherné fotografie opíc a ľudoopov, ktorých autorom je zoológ a súčasný riaditeľ Prírodovedného múzea SNM Ján Kautman.

Ďalšia časť pojednáva o tom, v čom sme odlišní od ostatných tvorov obývajúcich našu planétu. Je to predovšetkým schopnosť prispôbiť sa, výborne komunikovať a spolupracovať, predvídať a využívať veľké množstvo informácií. Je to tiež veľká predstavivosť, ktorá úzko súvisí s tzv. symbolickým spôsobom myslenia. Doklady symbolického, kreatívneho a estetického spôsobu rozmýšľania pochádzajú podľa niektorých autorov už zo spodného paleolitu. Dôkazom toho sú kamene opracované do podoby figúrok alebo skalné rytiny vo forme jamiek, rýh, či dokonca geometrických tvarov. So zámernou výtvarnou tvorbou odzrkadľujúcou symbolické myslenie veľmi úzko súvisel rozvoj artikulovanej reči.



Otázke, čo všetko je možné zistiť z kostrových a mumifikovaných pozostatkov vďaka metódam a postupom osteologickej antropológie sa venuje ďalšia časť publikácie. Autori uvádzajú prehľad najstarších pohrebísk z Bratislavy a okolia, pričom sa zamerali najmä na zaujímavosti a špecifiká jednotlivých lokalít. Mimoriadne zaujímavá je časť o mumifikáciách a mumifikovaných pozostatkoch. Málokto asi vie, že za egyptskými múmiami nie je potrebné cestovať až do Egypta. V zbierkach slovenských múzeí je deponovaných až päť kompletných tiel a jedna hlava. Tie z nich, ktoré sa nachádzajú v SNM – Prírodovednom múzeu sú opísané detailnejšie.

Aký je rozdiel medzi kostrou muža a ženy? V akom veku daný jediniec zomrel? Akú stravu počas života konzumoval? Je možné z kostry človeka vyčítať, akými ochoreniami počas života trpel? Čo bolo príčinou smrti? Na všetky tieto otázky sa snaží odpovedať časť, ktorá je tzv. biologickému profilu jedinca. Kapitola je doplnená fotografiami zaujímavých epigenetických znakov, vývinových a traumatických zmien na kostrových pozostatkoch uložených v depozitári Antropologického oddelenia.

O evolučnom procese hominínov pojednáva ďalšia kapitola, ktorá je venovaná človeku, jeho predchodcom a príbuzným. Evolúcia človeka prebiehala mozaikovito, počas viacerých období žilo súčasne niekoľko druhov hominínov, uplatňovali sa série tzv. adaptívnych radiácií. Významným

medzníkom bol vznik bipédie sprevádzaný zmenami na panve a dolných končatinách u archaických hominínov a australopitekov, nasledované zmenami na hornej končatine a ruke a napokon aj rozvojom mozgu u rodu *Homo*. Všetky podstatné vývojové zmeny sú opísané pre skupiny našich predkov, resp. pre jednotlivé druhy. Aby sa čitateľ v problematike ľahšie zorientoval, všetky spomínané druhy sú zvýraznené v prehľadných rodostromoch. Kapitulu vhodne dopĺňajú autorské fotografie amerického fotografa Davida L. Brilla, ktorý počas viacerých paleoantropologických expedícií v Afrike zdokumentoval množstvo významných lokalít a nálezov. Časť kapitoly je venovaná osobnosti vynikajúceho českého maliara a ilustrátora Zdeňka Buriana, ktorý nemalú časť svojej tvorby zasvätil paleontologickej tematike a niekoľko jeho diel sa nachádza aj v zbierkovom fonde SNM. Záver kapitoly patrí svetovo významným paleoantropologickým nálezom z územia Slovenska, ku ktorým je bezpochyby možné zaradiť travertínový výliatok mozgovne a odtlačky vretennej kosti a ihlice neandertálcov z Gánoviec, čelová kosť, ľavá polovica čelovej kosti a ľavá temenná kosť neandertálcov zo Šale, či mladopaleolitické nálezy zubov z Dzeravej Skaly a Silickej Brezovej a lebky z Moče.



Ďalšia časť publikácie opisuje migrácie anatomicky moderných ľudí z Afriky, následné osídlenie všetkých kontinentov a načrtáva aj spôsob života mladopaleolitických lovcov mamutov.

Nasleduje kapitola venovaná genetike a dedičnosti. Okrem základných informácií o DNA, jej štruktúre a funkcii, objasňuje tiež to, akým spôsobom je možné ju využiť v paleogenetických výskumoch na rekonštrukciu dávnych migrácií, ich trasovania a osídlenia jednotlivých častí sveta. Zaoberá sa tiež variabilitou morfológických znakov na tele človeka a adaptáciami anatomicky moderného človeka na rôzne prostredia. Kapitulu dopĺňajú portrétné fotografie cestovateľa a fotografa Stanislava Szenciho, ktoré nádherne ilustrujú rozdiely medzi jednotlivými varietami a zároveň poukazujú na jedinečnosť každého človeka.

Kameň v rukách človeka je názov ďalšej časti venovanej kamennej industrii. Tá je významným a nenahraditeľným zdrojom informácií o prehistorických spoločnostiach. Tvar kamenných nástrojov a spôsob ich opracovania určuje, v akom období boli vyrobené a používané, a sú tiež dokladom dávnych obchodných ciest. Priložená mapa exportovaných a importovaných surovín na výrobu

kamenných nástrojov je dôkazom toho, že sa s nimi obchodovalo aj na pomerne veľké vzdialenosti. Kapitulu dopĺňajú fotografie širokej palety surovín na výrobu kamennej industrie, ako aj ilustrácie a fotografie kamenných nástrojov používaných v paleolite.

Prečo začal praveký človek vytvárať rôzne umelecké diela? Na čo mu slúžili rôzne sošky mužov a žien, obrazy alebo figúrky zvierat? Prečo je veľa pravekých malieb ukrytých v jaskyniach na neprístupných miestach? Odpovede na tieto otázky hľadá kapitola venovaná najstaršiemu umeniu z obdobia mladého paleolitu. Prináša tiež prehľad jaskynných malieb objavených na území Slovenska a Čiech, na ktorých výskume a datovaní sa v spolupráci so speleológmi podieľala aj autorka knihy Alena Šefčáková.

Záverečná časť knihy je venovaná histórii, ale i súčasnosti Antropologického oddelenia SNM – Prírodovedného múzea a novej expozícii s názvom Človek v čase a priestore. Počiatky Antropologického oddelenia siahajú až do medzivojnového obdobia, skutočná činnosť však začala až v druhej polovici 60. rokov. Významný podiel na rozvoji oddelenia má najmä popredný slovenský antropológ doc. RNDr. Milan Thurzo, CSc., ktorý viedol oddelenie takmer tri desaťročia. Založil antropologický depozitár, ktorý v čase jeho odchodu zo SNM disponoval kostrovými pozostatkami vyše 7 500 jedincov z rôznych časových období. Na jeho prácu a výskum veľmi úspešne nadviazala Alena Šefčáková. Najmä vďaka ich práci vlastní SNM najväčšiu antropologickú zbierku na Slovensku, ktorá v súčasnosti sčíta vyše 10 000 kostier.



Samostatná kapitola je venovaná expozícii nazvanej Človek v čase a priestore, ktorá dopĺňa štyri súčasné expozície v Prírodovednom múzeu. Zrealizovaná bola v roku 2021 a nahradila tak pôvodnú antropologickú expozíciu zrušenú ešte v roku 2003. Nová antropologická expozícia je ojedinelou svojho druhu na Slovensku a vznikla po viac ako 15 rokoch absencie tohto v slovenskom múzejníctve málo zastúpeného vedného odboru. Expozícia je pripravená nápaditým spôsobom a umožňuje interaktívne poznávanie ľudského druhu. Venovaná je práve témam, ktoré sú náplňou jednotlivých kapitol tejto recenzovanej publikácie.

Kniha obsahuje tiež anglický súhrn členený po jednotlivých kapitolách a doplnený niekoľkými ilustráciami. Dôležitou súčasťou je aj register a zoznam použitých literárnych zdrojov, ktoré môžu v prípade záujmu o antropologickú problematiku poslúžiť na ďalšie štúdium.

Kniha je vlastne transformáciou a rozšírením obsahu expozície Prírodovedného múzea SNM Človek v čase a priestore, ktorá bola v roku 2022 nominovaná na národnú cenu za dizajn a v roku 2023 na cenu CE ZA AR. Napísaná je jasným, zrozumiteľným a veľmi pútavým spôsobom, doplnená je o hodnotný obrazový materiál, či už vo forme fotografií alebo ilustrácií. Publikácia určite osloví široké spektrum čitateľov, či už autorov odborných a vedeckých publikácií, študentov antropológie, archeológie alebo iných príbuzných odborov, ale celkom iste aj laickú verejnosť so záujmom spoznať náš vlastný druh – *Homo sapiens*.

**Silvia Bodoriková**

## TATTOOING AS A POTENTIAL SOURCE OF PHTHALATE EXPOSURE

Natália Prochácková, Branislav Kolena

Constantine the Philosopher University in Nitra, Faculty of Natural Sciences and Informatics, Department of Zoology and Anthropology, Nábrežie mládeže 91, Nitra, Slovakia, email: natalia.prochackova@student.ukf.sk; bkolena@ukf.sk

**Abstract:** Tattooing as a form of body modification involves the injection of inks into the *dermis*. The ink also includes additives, among others, phthalates disrupt the endocrine system, causing various dysregulations of the organism and consequent health-related outcomes. We used a casuistic approach (n=1) to observe the kinetics of phthalates during transdermal exposure within the tattooing context. Urinary samples were analyzed by high-performance liquid chromatography (HPLC-1260 Infinity, Agilent) and tandem mass spectrometry (MS/MS; 6410B, Agilent Technologies) in a 2-day monitoring period before undergoing a tattoo, as well as on the treated day and two days after the tattooing. The study is supported by monitoring of consumer behavior. Phthalate metabolites OH-MnBP, MEP, OH MEHP, McMHP, cx MEPP, MiBP, oxo MEHP, MnBP, OH MiNP, cx MiNP, MBzP, MCHP a MEHP, reached the highest concentrations on the treated day or in the days after the tattoo. Because the consumer behavior score (such as consuming meals, cosmetics, etc.) reached 0.186 out of a maximum of 1.0., it is indicating only a minimal role in the monitored route of exposure. Our results therefore suggest that tattooing is a potential source of phthalate exposure and opens a broad issue that invites further research.

**Key words:** endocrine-disrupting chemicals, body modification, human health, risk, biomonitoring, casuistic approach

### Introduction

Tattooing refers to the deliberate modification of the skin that involves the insertion of tattoo pigments into the subcutaneous tissue to create an area of coloration distinct from the surrounding skin. This phenomenon, observed across various cultures globally, show cases of an extensive historical significance (Rohith et al. 2020). Tattoos serve as intricate conduits for cultural expressions and values, encapsulating diverse sociocultural and psychosocial concepts, decipherable by individuals sharing a common cultural heritage (Krutak 2015).

The significance of mutilations and/or body modification generally lies in the information presented to the environment where the individual has undergone a particular transformation (Salvador-Amores 2002; author's note - physical or mental). However, it is not only the individual who transforms but also the environment that surrounds them (Salvador-Amores 2002). For this reason, it is necessary to look at the issue of bodily expression to concerning the cultural environment of the modern 21<sup>st</sup> century. The modern era is characterized by a consumption-oriented lifestyle, which carries risks in the form of chemicals we are exposed to daily. Phthalates are commonly used as plasticizers, but they are also known to toxicologists and epidemiologists as endocrine disruptors (EDC). EDC interferes with the hormonal system and results in health problems; in addition to hormonal dysregulation, it also affects the body systems and their functions. Our skin represents only one of the routes of exposure (Giulbudagian et al. 2020), but the least explored. Moreover, inks and additives injected into the skin belonged, and partly still belong, from a regulatory point of view, only under unspecified EU cosmetic safety regulations, which different countries could follow regarding their use and manufacture. However, the growth and widespread acceptance of tattooing need a solid scientific basis to inform those interested about the potential impact on human health and the limping

regulation by the state and the European Union. The pigments used for tattoo inks are often of the exact origin as printing inks, which are not subject to dermatological tests or other cosmetic standards. As “tattoos” are injected into the dermis during the application, where they are deposited and partially metabolized, it is appropriate to know the fate of the various ingredients of tattoo pigments (including phthalates) in the human body (Serup 2023). Although many studies have investigated chemical impurities in tattoo pigments (such as heavy metals and other contaminants), phthalates have yet to receive sufficient attention despite numerous biomonitoring studies. In this study, we investigate the biomonitoring and kinetic of phthalates through analyses of 24-hour urine samples over five consecutive days from the participant who underwent a tattooing procedure.

## **Material and methods**

The male volunteer (n=1, age 48 years) with no previous tattoos entered the study voluntarily and unpaid. The participant completed and signed an informed consent form, in which the individual was informed about the processing of personal data, the publication of results, and the potential risks that may accompany tattooing. The research participant consented to the initial collection of baseline anthropometric data, photo documentation of the completed tattoo art, provided urine samples over a 5-day monitoring period, each reflecting a 24-hour diuretic period, and compliance with a 5-day lifestyle and consumer behavior monitoring via questionnaire.

The biological material was collected from a 24-hour urine sample over five consecutive days: two days before the tattoo treatment (sample 1, 2), on the tattoo day (sample 3), and two days after the tattooing (sample 4, 5). Individual urine samples (5x2ml) were collected in Eppendorf microtubes (phthalate-free). Participant completed daily questionnaires throughout the study to capture detailed consumer behavior, including data from 24 hours before the first sample. Participant followed a 5-day monotonous diet, recording all consumed foods, beverages, medications, cosmetics, and packaging materials. On days 3 to 5 (the day of tattooing and the next two days), health status changes and tattoo care were also monitored. The Consumer Behaviors Score (CBS) was calculated from yes (1) or no (0) responses, dividing the sum by the number of questions. The use of plastic film covering the fresh tattoo was included in assessing consumer behavior. The phthalate metabolites in urine were analyzed in the Physiological and Analytical Laboratory of Constantine the Philosopher University in Nitra, Faculty of Natural Sciences and Informatics, Department of Zoology and Anthropology, according to the methodology of Koch et al. (2017) and Šidlovská (2018). Urine samples were analyzed using high-performance liquid chromatography (HPLC-1260 Infinity, Agilent) and tandem mass spectrometry (MS/MS) (6410B, Agilent Technologies). We analyzed the concentrations of 18 phthalate metabolites. Case-control analysis of the exposure trend was performed using Microsoft Excel based on curve plots (sparklines).

Tattoo documentation (length x width, cm) was conducted using a digital caliper. We utilized the freely accessible Image J software to estimate the total tattooed area and the percentage of the tattooed area.

## **Results**

The CBS reached a value of 0.186 out of a maximum of 1.0, which indicates that the monitored behavioral items (such as consuming meals, cosmetics, etc.) played only a minimal role in the monitored route of exposure. Since the diet was monotonous throughout the entire observation period, changes in the concentration of metabolites correspond to dermal exposure through tattooing. In Table 1 we present the results of metric characteristics of tattooing.

Table 1: Characteristics and metric parameters of tattoos

Length x width (cm)	Tattooed area (pixel)	Tattooed area (%)	Type of tattoo	Localization
10.00x13.00	68263	13.00%	black	mid-deltoid region of the right arm

The casuistic approach is based on the analysis of recorded urinary concentrations of phthalate metabolites (Table 2), with highlighted values below the limit of quantification (LOQ; highlighted in red cell). The table includes the sparklines that express the kinetics of phthalates, where a red point represents the maximum concentration and the minimum by a dark green point.

Metabolites OH-MiBP, OH-MnBP, MEP, OH MEHP, cxMEPP, MiBP, oxo MEHP, MnBP, OH MiNP, cx MiNP, and MBzP were detected in 100% of the samples above the LOQ (limit of quantification). The metabolite McMHP was detected in 80% of samples above LOQ, MEHP 60% above LOQ, and the metabolite MCHP 20% above LOQ. The metabolites MnPeP (mono-n-pentyl phthalate), MnOP (mono-n-octyl phthalate), MMP (monomethyl phthalate) and oxo MiNP (mono-oxo-izo-nonyl phthalate) were not included in the table because their concentrations were 100% below the LOQ. According to Table 2 the highest concentrations of metabolites OH-MnBP, MEP, OH MEHP, McMHP, cx MEPP, MiBP, oxo MEHP, MnBP, OH MiNP, cx MiNP, MBzP, MCHP, and MEHP were observed on the day of tattooing, or days after tattooing.

Table 2: Phthalate metabolites concentration levels (ng/ml)

metabolit	1. day	2. day	3. day	4. day	5. day	sparklines
OH-MiBP	3.193	1.784	2.924	2.908	2.032	
OH-MnBP	2.615	2.428	3.950	4.842	3.241	
MEP	5.150	5.687	5.017	6.691	4.840	
OH MEHP	3.178	2.221	5.052	5.439	3.342	
McMHP	3.798	1.768	5.965	5.947	3.551	
cx MEPP	3.576	2.138	5.792	5.895	3.431	
MiBP	7.974	6.113	10.334	13.524	5.775	
oxo MEHP	2.656	1.948	3.806	3.766	2.853	
MnBP	19.432	10.991	22.861	25.624	14.693	
OH MiNP	3.030	3.044	2.946	17.293	10.143	
cx MiNP	1.947	1.508	1.903	2.452	2.011	
MBzP	1.362	1.342	2.433	2.698	1.563	
MCHP	0.500	0.500	0.500	1.280	0.500	
MEHP	2.698	1.000	3.535	2.077	1.000	

Notes: OH-MiBP – mono-2-hydroxy-izo-butyl phthalate; OH-MnBP – mono-3-hydroxy-n-butyl phthalate; MEP – monoethyl phthalate; OH-MEHP – mono(2-etyl-5-hydroxyhexyl) phthalate; McMHP – mono(2-karboxymetylhexyl) phthalate; cx MEPP – mono(2-etyl-5-carboxypentyl) phthalate; MiBP – mono-izo-butyl phthalate; oxo MEHP – mono(2-etyl-5-oxohexyl) phthalate; MnBP – mono-n-butyl phthalate; OH MiNP – mono-hydroxy-izo-nonyl phthalate; cx MiNP – mono-carboxy-izo-nonyl phthalate; MBzP – monobenzyl phthalate; MCHP – monocyklo-hexyl phthalate; MEHP – mono(2-etylhexyl) phthalate

## Discussion

Body modifications familiar to today's industrial society, such as tattoos, plastic surgery, and cosmetic alterations, are incorporated into the community as a "culturally desired concept of beauty" (Bosňák 2018). These types of bodily mutilations entail risks that the individual voluntarily takes, but oftentimes, they are not adequately informed about the potential risks.

By damaging the skin's natural barrier, tattooing can, in some cases, lead to various risks. Thus, on the one hand, the skin represents an essential aesthetic role in self-perception; conversely, it is a gateway for toxins from the tattoo ink during the tattoo treatment (Buss and Hodges 2017). The first study to analyze phthalate contamination of tattoo inks is the Italian study by Leoni et al. (2021), performed by GC/MS to quantify nine phthalates in 44 tattoo and PMU inks. The authors consider the phthalate DEHP (Di-2-ethylhexyl phthalate) to be the worst and most frequently occurring diester in the analyzed ink samples available on the Italian market. Since similar inks may also be present on our market, we focused on analyzing primary and secondary metabolites of DEHP, including OH-MEHP, McMHP, cx-MEPP, oxo-MEHP, and MEHP. Our results show an increase in concentration during the day of tattooing compared to the second day (the day before tattooing) for the metabolites: McMHP (5.965 ng/ml), oxo-MEPP (3.806 ng/ml), and MEHP (3.535 ng/ml). On the fourth day of the study (the day after tattooing), we observed an increase in the metabolites OH-MEHP (5.439 ng/ml) and cx MEPP (13.524 ng/ml) compared to their concentrations on the tattooing day. It is necessary to state that it may be related to different rates of metabolism or individual variability in metabolism, as well as pigment type, location, and size of the tattooed area (Zhao et al. 2022). Leoni et al. (2021) found that numerous ink samples analyzed didn't meet current concentration limits for certain phthalates. Our study also detected increased DEHP metabolites after the third and fourth days, suggesting possible presence above the permissible limit. Conversely, MnPEP levels (as a metabolite of DnPP) were below the limit of quantification, possibly reflecting regulatory impact. These findings underscore the necessity of informing the public about potentially non-compliant tattoo inks.

A study by Bauer et al. (2022), which studied the ingredients contained in tattoo inks primarily in the Asian market, compared toxic ingredients with other inks available in the EU. The authors report that in both markets, toxic phthalates, chlorinated compounds, and/or associated contaminants - for example, in the form of additives - are present in tattoo inks (author's note - depending on the market for which the ink is intended and the type of ink). As reported by Bauer et al. (2022), divergent, updated legislation in the European market has introduced regulations on tattoo ink ingredients, while such legislation is absent in the Asian market. As there is an "open market" the authors suggest that ink composition often does not reflect regulatory restrictions. It is important to keep in mind the need to direct further research optimized for official controls of phthalates in tattoo and PMU inks, with accuracy at the 0.00005% weight fraction reported as the limit.

According to Pan et al. (2014), DBP and DEHP phthalates accumulate more extensively in the skin compared to other phthalates. In this study, we observed an increase in concentration for several of the metabolites already named, varying between the third and fourth day compared to the second and decreasing predominantly on the fifth day. The concentrations of some metabolites before tattooing are highest on the first day and gradually decrease on the second day, which we interpret by the onset and adherence to a monotonous diet (Domínguez-Romero and Scheringer 2019). We cannot exclude external exposure, such as unmonitored cosmetics, which, according to the study by Koniacky et al. (2011), contain phthalates, thus causing dermal exposures.

The casuistic approach may have influenced these findings and distorted the kinetic scenario. Nonetheless, the results are valuable due to the complexity of the research and the cooperation involved. Interpretations must consider inter-individual variability in metabolism and kinetics. Factors such as genetic variations, age, sex, lifestyle, and environmental exposures affect overall exposure levels and potential health risks. Our findings underscore the critical need for continued research and public education on tattoo safety, particularly concerning the chemicals used in tattooing.

The growing popularity of tattooing underscores the escalating necessity for legislative regulation within the industry. Yet regulatory measures often emerge reactively to specific issues rather than forming part of a holistic strategy for public health protection. Our study supports and highlights the risks associated with tattooing, emphasizing that adherence to existing legislation and enhancing



public awareness can profoundly influence the safety of this widely embraced way of personal expression.

Our findings highlight an immediate need to implement stringent safety standards and regulations for tattoo inks at both national and international levels. Specifically, this includes:

- Mandatory disclosure of all ingredients used in tattoo inks to enhance transparency and allow consumers to make informed choices.
- Comprehensive toxicological assessments of each ingredient to evaluate potential health risks associated with their use in tattooing.
- Establishment of specific legal limits on phthalate content, as phthalates are known endocrine disruptors that can lead to hormonal imbalances and other health issues.
- Additionally, there is a critical need to increase consumer awareness and education about the risks associated with tattooing. This includes information on potential adverse effects such as allergic reactions, skin infections, and long-term exposure to harmful substances like phthalates and heavy metals.
- Further research into developing safer, non-toxic alternatives to current ink formulations is essential. Investing in this research will help mitigate potential health risks and ensure the safety of tattoo materials for consumers worldwide.

## Conclusion

The research aimed to present the possible risks of the growing interest in tattoos. Based on our results, we can conclude that tattooing is a potential source of exposure to metabolites: OH-MnBP, MEP, OH MEHP, McMHP, cx MEPP, MiBP, oxo MEHP, MnBP, OH MiNP, cx MiNP, MBzP, MCHP, and MEHP. Our findings could hypothetically demonstrate the negative impact of unregulated tattoos on human health, exposure to phthalates, and their metabolism in the body. However, the casuistic nature of the study on an individual should be considered when assessing our study's conclusions.

## Acknowledgment

Our study owes a great debt of gratitude to the participant for invaluable contribution to its accomplishment.

## References

BAUER, E. M., CECCHETTI, D., GUERRIERO, E., QUARANTA, S., RIPANTI, F., POSTORINO, P., TAGLIATESTA, P., CARBONE, M., 2022: "For Asia Market Only": A Green Tattoo Ink between Safety and Regulations. *Molecules*, 27(11):3491. Online. DOI: 10.3390/molecules27113491

BOŠŇÁK, L., 2018: Rituální tetování u mobilních společností Indonésie. - 82 p. (Bakalářská práce, depon. in: Ústav antropologie Přírodovědecké fakulty Univerzity T. G. Masaryka, Brno)

BUSS, L., HODGES, K., 2017: Marked: Tattoo as an Expression of Psyche. *Psychol. Perspect.*, 60(1):4-38. DOI:10.1080/00332925.2017.1282251

DOMÍNGUEZ-ROMERO, E., SCHERINGER, M. 2019: A review of phthalate pharmacokinetics in human and rat: what factors drive phthalate distribution and partitioning? *Drug Met. Rev.*, 51(3):314-329. DOI: 10.1080/03602532.2019.1620762

GIULBUDAGIAN, M., SCHREIVER, I., SINGH, A. V., LAUX, P., LUCH, A., 2020: Safety of tattoos and permanent make-up: a regulatory view. *Arch. Toxicol.*, 94:57-369. DOI: 10.1007/s00204-020-02655-z

KOCH, H. M., RÜTHER, M., SCHÜTZE, A., CONRAD, A., PÄLMKE, C., APEL, P., BRÜNING, T., KOLOSSA-GEHRING, M., 2017: Phthalate metabolites in 24-h urine samples of the German Environmental Specimen Bank (ESB) from 1988 to 2015 and a comparison with US

- NHANES data from 1999 to 2012. *Int. J. Hyg. Environ. Health*, 220:130-141. DOI: 10.1016/j.ijheh.2016.11.003
- KONIECKI, D., WANG, R., MOODY, R. P., ZHU, J., 2011: Phthalates in cosmetic and personal care products: concentrations and possible dermal exposure. *Environmental research*, 111(3):329-336. DOI: 10.1016/j.envres.2011.01.013
- KRUTAK, L., 2015: The Cultural Heritage of Tattooing: A Brief History. *Current Problems in Dermatology*, 48:1-5. DOI: 10.1159/000369174
- LEONI, C., MAJORANI, C., FAMELE, M., FERRANTI, C., LAVALLE, R., ABENAVOLI, C., POLCI, M. L., PALLESCHI, L., FAVA, L., FIDENTE, R. M., D'LLIO, S., DRAISCI, R., 2021: Validation and measurement uncertainty evaluation of a GC/MS method for the quantification of nine phthalates in tattoo and PMU inks. *Accred. Qual. Assur.*, 26:249-260. DOI: 10.1007/s00769-021-01480-w
- PAN, T. L., WANG, P. W., ALJUFFALI, I. A., HUNG, Y. Y., LIN, C. F., FANG, J. Y., 2014: Dermal toxicity elicited by phthalates: evaluation of skin absorption, immunohistology, and functional proteomics. *Food and Chemical Toxicology*, 65:105-114. DOI: 10.1016/j.fct.2013.12.033
- ROHITH, S., BELCHER, W. R., ROY, J., ABRAHAM, S. O., CHAKRABORTY, P., NANDANIYA, N. J., JOHNSON, A., 2020: Tattoo in forensic science: An Indian perspective. *J. Forensic Leg. Med.*, 74: 102022. Online. DOI: 10.1016/j.jflm.2020.102022
- SALVADOR-AMORES, A. I. V., 2002: Batek: Traditional Tattoos and Identities in Contemporary Kalinga, North Luzon Philippines. *Humanities Diliman: A Philippine Journal of Humanities*, 3(1):105-142. Online. Available from: <https://journals.upd.edu.ph/index.php/humanitiesdiliman/article/view/32> [viewed 2023-04-20].
- SERUP, J., 2023: Chaotic Tattoo Ink Market and No Improved Customer Safety after New EU Regulation. *Dermatology*, 239(1):1-4. DOI: 10.1159/000526338
- ŠIDLOVSKÁ, M., 2018: Vplyv ftalátov ako endokrinných disruptorov na reprodukciu človeka. 116 s., ms. (Dizertačná práca, depon. in: Katedra zoológie a antropológie Fakulty prírodných vied Univerzity Konštantína Filozofa v Nitre)
- ZHAO, A., WANG, L., PANG, X., LIU, F., 2022: Phthalates in skin wipes: distribution, sources, and exposure via dermal absorption. *Environ. Res.*, 204:112041. Online. DOI: 10.1016/j.envres.2021.112041

## HODNOTENIE VEKOVÝCH NORIEM UZATVÁRANIA PREDNEJ FONTANELY A METOPICKÉHO ŠVA U SLOVENSKÝCH DETÍ

Dominika Laššová, Michaela Dörnhöferová

Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Katedra antropológie, Mlynská dolina, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava, Slovensko, e-mail: dominika.lassova@uniba.sk

**Abstract:** *Evaluation of age norms for the closure of the anterior fontanelle and metopic suture in Slovak children.* This study provides valuable insights into the timing of anterior fontanelle and metopic suture closure in the Slovak juvenile population, using advanced imaging technologies to assess ossification processes more accurately compared to traditional palpation methods. A total of 366 paediatric patients aged under three years were included in this cross-sectional analysis, with CT scans serving as the primary data source. Our results show that 21.6% of children had a closed anterior fontanelle by the age of three years, with the mean age of closure being 17.76 months. A higher closure age was observed in girls compared to boys. In terms of metopic suture, 60.7% of children had a fully closed suture, with the mean age of complete closure being 13.7 months. Intersex differences in closure times were not statistically significant for either structure. These findings align with previous studies while also highlighting regional differences and the influence of methodological approaches. Although the use of 3D CT imaging provides more precise data, longitudinal studies are needed to enhance our understanding of the natural progression of these processes. The data further underline the clinical significance of these structures as markers of cranial development and potential diagnostic tools for neurological and developmental disorders.

**Key words:** cranial sutures closure, cranial development, computed tomography, Central Europe

### Úvod

Kraniofaciálny vývin je dynamický a komplexný proces, pri ktorom dochádza k postupnému uzatváraniu fontanel a švov, zohrávajúcich kľúčovú úlohu v adaptácii lebky a umožňujúcich expanziu mozgu počas raného detstva. Medzi najdôležitejšie štruktúry tohto procesu patrí predný lupienok (predná fontanela – *fonticulus anterior*) a čelový šev (metopický šev – *sutura metopica*). Predná fontanela slúži nielen ako dôležitý diagnostický marker pri hodnotení intrakraniálneho tlaku, ale jej uzatvorenie má aj významný klinický prínos, najmä pri diagnostike neurologických porúch spojených s abnormalitami osifikačných procesov. Metopický šev, rozdeľujúci čelovú kosť, zohráva kľúčovú úlohu pri formovaní čelového skeletu, pričom jeho predčasná fúzia môže viesť k trigonocefálii – závažnej deformite čelovej a periorbitálnej oblasti lebky, ktorá môže mať vážny dopad nie len na vzhľad tváre, ale aj na neurologické funkcie (Vu et al. 2001, Krásničanová 2009).

Proces uzatvárania týchto štruktúr prebieha v rôznych vekových intervaloch, pričom literatúra uvádza priemerný vek uzatvorenia prednej fontanely na úrovni 13,8 mesiaca (Kiesler a Ricer 2003). V niektorých prípadoch môže byť fontanela stále otvorená, avšak menej detekovateľná pri palpačnom vyšetrení (Tunnessen a Roberts 1999). Informácie o fyziologickom zraste metopického švu sú v literatúre nejednotné, pričom rôzni autori uvádzajú odlišné časové rámce. Niektoré štúdie naznačujú, že metopický šev sa u detí obvykle uzatvára do 24 mesiacov, kým iní autori uvádzajú, že jeho fúzia sa v tomto období iba začína (Manzanares et al. 1988, Cohen 1993). Tieto rozdiely môžu spôsobovať rôzne faktory, vrátane genetických predispozícií, environmentálnych a klinických faktorov. V ojedinelých prípadoch môže metopický šev pretrvávajúť počas celého života v rôznej miere ako *sutura frontalis persistens* (metopizmus), s výskytom v 5 – 8 % populácie. Tento jav nezávisí

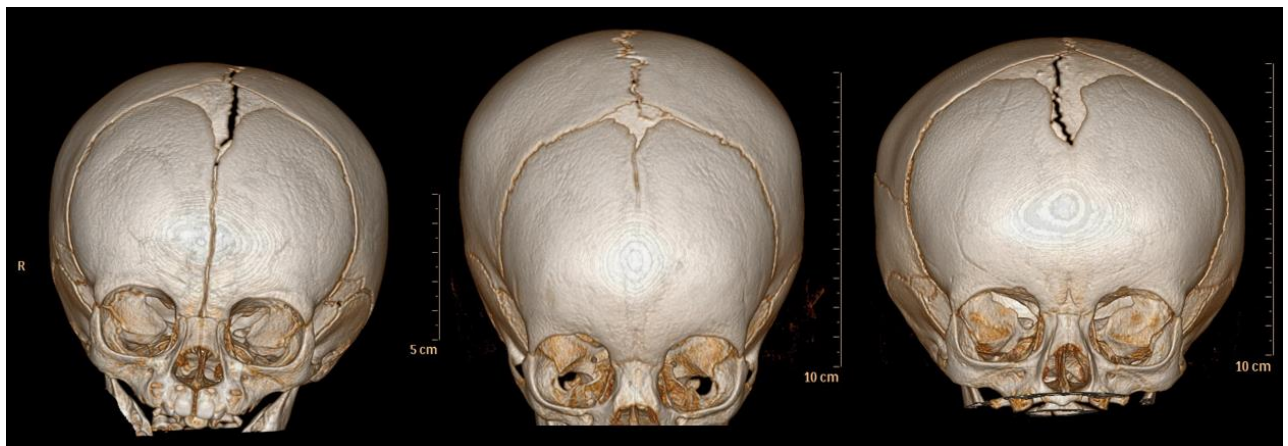
od tvaru či kapacity lebky, ale pozitívne koreluje s klenutým profilom čela (Bolk 1917, Schultz 1929, Čihák 2011).

Napriek dostupnosti zahraničných štúdií, ktoré sa venujú tejto problematike, v slovenskej literatúre chýbajú normatívne údaje o veku uzatvárania týchto štruktúr. Slovenskí a českí pediatri sa často spoliehajú na normy z iných európskych krajín, ako je Nemecko či Švajčiarsko (Krásničanová a Lesný 2001). Táto štúdia sa zameriava na analýzu veku uzatvárania prednej fontanely a metopického šva v slovenskej populácii, s využitím moderných zobrazovacích technológií, ktoré umožňujú presnejšie hodnotenie osifikačných procesov v porovnaní s menej citlivými metódami, ako je palpačné vyšetrenie.

### Súbor a metódy

Predmetom analýzy boli dostupné 3D CT snímky 366 pacientov vo veku do troch rokov, u ktorých sa diagnostikovalo povrchové poranenie hlavy (S00.-), zlomenina lebky a tvárových kostí (S02.-) alebo otras mozgu (S06.-; MKCH 2019). Dáta pochádzali z databázy Kliniky detskej chirurgie LF UK a NÚDCH v Bratislave. Výskum prebiehal v rokoch 2018 až 2021 so súhlasom Etickej komisie. Pacienti pochádzali z rôznych častí Slovenska, pričom väčšina detí bola z Bratislavy a jej okolia.

Hlavným kritériom zaradenia do analýzy bol fyziologický zdravotný stav. Zo súboru boli vylúčení pacienti s vrodenými anomáliami, genetickými syndrómami alebo inými ochoreniami, ktoré mohli ovplyvniť rast a vývin lebky, vrátane deformít. Pre štatistické spracovanie boli pacienti rozdelení do ôsmich vekových kategórií. Zastúpenie chlapcov v sledovanom súbore prevažuje a tvorí počet 209 (57,10 %), s priemerným vekom  $10,52 \pm 6,98$  mesiacov počas CT vyšetrenia. Dievčat bolo 157 (42,90 %) s priemerným vekom  $10,15 \pm 7,38$  mesiacov. Celkový priemerný vek všetkých detí, zaradených do analýzy, je  $10,36 \pm 7,15$  mesiacov, z toho najmladšie dieťa bolo vyšetrené v deň narodenia a najstaršie vo veku 36 mesiacov a troch dní. Morfológiu čelového šva sme hodnotili na základe 3D CT snímok v týchto kategóriách: prítomný (otvorený) šev pozorovaný od bodu *nasion* po bod *bregma* alebo po oblasť predného ramena veľkej fontanely, parciálne zrastený šev (lína šva je čiastočne rozlíšiteľná, zvyčajne v oblasti fontanely) a neprítomný šev (lína šva nie je v rámci zrastenej čelovej kosti rozlíšiteľná; obr. 1). Prítomnosť prednej fontanely sme hodnotili v kategóriách prítomná/uzatvorená.



Obr. 1: *Sutura metopica* v troch kategóriách: vľavo prítomný (šesťmesačné dievča), v strede parciálne zrastený (osemmesačné dievča) a vpravo neprítomný (osemmesačné dievča; Laššová 2021, archív KDCH)

*Fig. 1: Metopic suture in three categories: left - present (six-month-old girl), middle - partially fused (six-month-old girl), and right - absent (five-month-old girl; Laššová 2021, KDCH archive)*

Vizualizácia a výber snímok pre analýzu prebiehali v prehliadači TomoCon Viewer 3.0 (TatraMed Software s.r.o.). Pri porovnávaní frekvencií detí s uzavretou/otvorenou fontanelou a čelovým švom v jednotlivých vekových kategóriách sme použili Fisherov exaktný test. Štatistickú preukaznosť rozdielov sme hodnotili na hladine významnosti 5 % ( $p < 0,05$ ).

## Výsledky

V analyzovanom súbore fyziologicky zdravých detí do troch rokov bola predná fontanela uzavretá u 21,6 % detí. Podrobné zastúpenie detí s prítomnou alebo uzavretou fontanelou v jednotlivých vekových kategóriách je uvedené v tab. 1. Priemerný vek detí, u ktorých došlo k uzavretiu fontanely, bol 17,76 mesiaca, pričom u chlapcov bol zaznamenaný nižší priemerný vek (16,56 mesiaca) v porovnaní s dievčatami (19,56 mesiaca).

Tab. 1: Uzatváranie prednej fontanely podľa veku detí

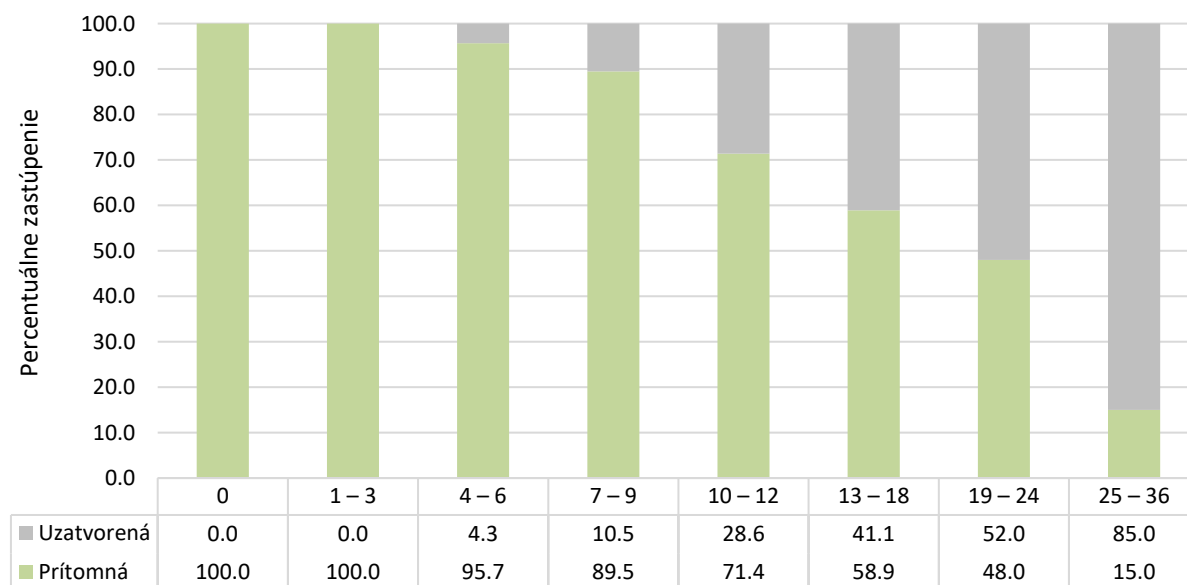
Table 1: The anterior fontanelle closure by age of children

Fonticulus anterior	Spolu		Vekové kategórie (mesiace)															
			0		1 – 3		4 – 6		7 – 9		10 – 12		13 – 18		19 – 24		25 – 36	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<b>Prítomná</b>																		
<b>Celý súbor (N = 366)</b>	<b>287</b>	<b>78,4</b>	<b>16</b>	<b>4,4</b>	<b>44</b>	<b>12,0</b>	<b>67</b>	<b>18,3</b>	<b>77</b>	<b>21,0</b>	<b>35</b>	<b>9,6</b>	<b>33</b>	<b>9,0</b>	<b>12</b>	<b>3,3</b>	<b>3</b>	<b>0,8</b>
Dievčatá (N = 157)	126	80,3	8	5,1	21	13,4	26	16,6	39	13,4	15	9,6	13	13,4	4	2,5	0	0,0
Chlapci (N = 209)	161	77,0	8	3,8	23	11,0	41	19,6	38	18,2	20	9,6	20	9,6	8	3,8	3	1,4
<b>Uzatvorená</b>																		
<b>Celý súbor (N = 366)</b>	<b>79</b>	<b>21,6</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>3</b>	<b>0,8</b>	<b>9</b>	<b>2,5</b>	<b>14</b>	<b>3,8</b>	<b>23</b>	<b>6,3</b>	<b>13</b>	<b>3,6</b>	<b>17</b>	<b>4,6</b>
Dievčatá (N = 157)	31	19,7	0	0,0	0	0,0	1	0,6	3	1,9	5	3,2	7	4,5	6	3,8	9	5,7
Chlapci (N = 209)	48	23,0	0	0,0	0	0,0	2	1,0	6	2,9	9	4,3	16	7,7	7	3,3	8	3,8

N = celkový počet jedincov v príslušnej vekovej kategórii, n = počet detí s prítomnou/uzavretou prednou fontanelou v danej vekovej kategórii, % = percentuálny podiel detí s prítomnou/uzavretou fontanelou v rámci vekovej kategórie  
*N = total number of individuals in the respective age category, n = number of children with an open/closed anterior fontanelle within the respective age category, % = percentage of children with an open/closed anterior fontanelle within the age category*

Fontanela bola prítomná u všetkých detí vo veku do štyroch mesiacov. Prvé prípady uzatvorenia sme zaznamenali vo vekovej kategórii 4 – 6 mesiacov, kde bola fontanela uzavretá u 4,3 % detí. Výraznejší nárast uzatvárania fontanely bol pozorovaný vo veku 7 – 9 mesiacov, s uzatvorenou fontanelou u 10,5 % detí. Tento trend pokračoval vo vekovej kategórii 10 – 12 mesiacov, kde bolo uzavretie pozorované už u 28,6 % detí. Najvýraznejšie zmeny sme zaznamenali v kategóriách 13 – 18 mesiacov a 19 – 24 mesiacov, kde bola fontanela zrastená u 52,0 % a 85,0 % detí. Tieto výsledky ilustruje obr. 2, ktorý ukazuje jasný trend poklesu prítomnosti fontanely s narastajúcim vekom.

## Fonticulus anterior



Obr. 2: Percentuálna distribúcia uzatvárania prednej fontanely podľa veku

Fig. 2: Percentage distribution of the anterior fontanelle closure by age

Pokiaľ ide o metopický šev, v našom súbore fyziologicky zdravých detí do troch rokov sme zaznamenali, že až 60,7 % detí malo tento šev úplne zrastený. Percentuálne zastúpenie v celom súbore, ako aj v jednotlivých vekových kategóriách, uvádzame v tab. 2.

Tab. 2: Distribúcia stavu metopického šva podľa veku detí

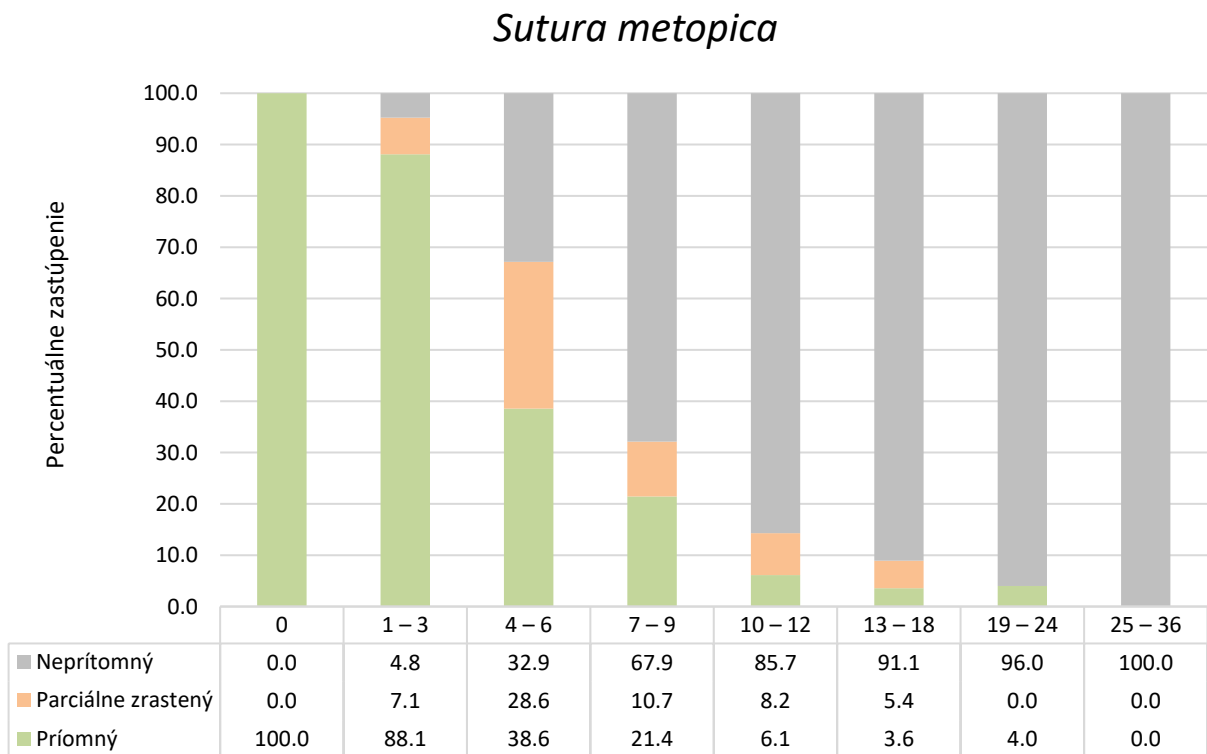
Table 2: Distribution of metopic suture status by age in children

Sutura metopica	Spolu		Vekové kategórie (mesiace)															
			0		1-3		4-6		7-9		10-12		13-18		19-24		25-36	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<b>Prítomný</b>																		
<b>Celý súbor (N = 361)</b>	<b>103</b>	<b>28,5</b>	<b>15</b>	<b>4,2</b>	<b>37</b>	<b>10,2</b>	<b>27</b>	<b>7,5</b>	<b>18</b>	<b>5,0</b>	<b>3</b>	<b>0,8</b>	<b>2</b>	<b>0,6</b>	<b>1</b>	<b>0,3</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>
Dievčatá (N = 154)	48	31,2	7	4,5	19	12,3	10	6,5	9	5,8	2	1,3	1	0,6	0	0,0	0	0,0
Chlapci (N = 207)	55	26,6	8	3,9	18	8,7	17	8,2	9	4,3	1	0,5	1	0,5	1	0,5	0	0,0
<b>Parciálne zrastený</b>																		
<b>Celý súbor (N = 361)</b>	<b>39</b>	<b>10,8</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>3</b>	<b>0,8</b>	<b>20</b>	<b>5,5</b>	<b>9</b>	<b>2,5</b>	<b>4</b>	<b>1,1</b>	<b>3</b>	<b>0,8</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>
Dievčatá (N = 154)	18	11,7	0	0,0	0	0,0	10	6,5	4	2,6	2	1,3	2	1,3	0	0,0	0	0,0
Chlapci (N = 207)	21	10,1	0	0,0	3	1,4	10	4,8	5	2,4	2	1,0	1	0,5	0	0,0	0	0,0
<b>Neprítomný</b>																		
<b>Celý súbor (N = 361)</b>	<b>219</b>	<b>60,7</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>2</b>	<b>0,6</b>	<b>23</b>	<b>6,4</b>	<b>57</b>	<b>14,1</b>	<b>42</b>	<b>11,6</b>	<b>51</b>	<b>14,1</b>	<b>24</b>	<b>6,6</b>	<b>20</b>	<b>5,5</b>
Dievčatá (N = 154)	88	57,1	0	0,0	1	0,6	7	4,5	28	18,2	16	10,3	17	11,0	10	6,5	9	5,8
Chlapci (N = 207)	131	63,3	0	0,0	1	0,5	16	7,7	29	14,0	26	12,6	34	16,4	14	6,8	11	5,3

N = celkový počet jedincov v príslušnej vekovej kategórii, n = počet detí s prítomným/parciálne zrasteným/neprítomným čelovým švom v danej vekovej kategórii, % = percentuálny podiel detí s prítomným/parciálne zrasteným/neprítomným čelovým švom v rámci vekovej kategórie

N = total number of individuals in the respective age category, n = number of children with a present/partially fused/absent metopic suture within the respective age category, % = percentage of children with a present/partially fused/absent metopic suture within the age category

Priemerný vek detí s plne prítomným metopickým švom bol 4,6 mesiaca, u detí s parciálne uzavretým čelovým švom 7,5 mesiaca a detí s kompletne zrasteným švom 13,7 mesiaca (obr. 3). Najmladšie dieťa s kompletne zrasteným čelovým švom malo 2,5 mesiaca, zatiaľ čo najstaršie dieťa s otvoreným švom malo 19,0 mesiacov. Väčšina detí s parciálne uzavretým čelovým švom patrila do vekovej kategórie 4 – 6 mesiacov. Všetky deti vo vekovej kategórii 25 – 36 mesiacov mali čelový vek kompletne zrastený.



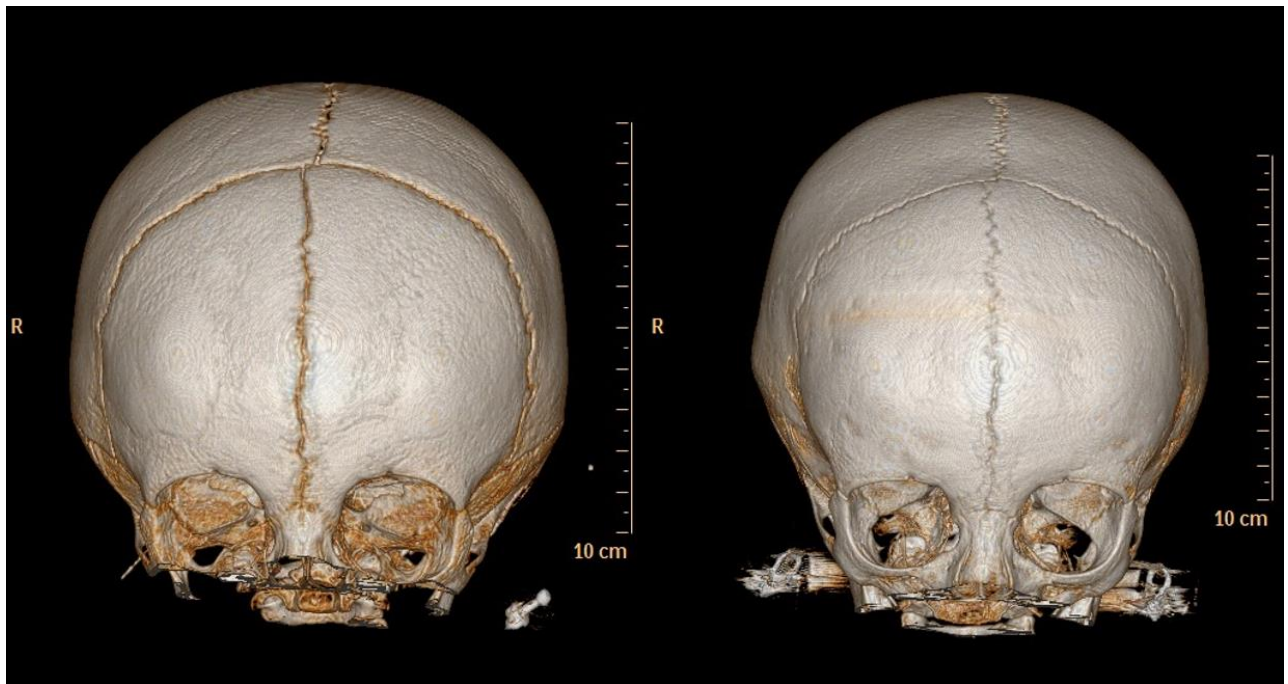
Obr. 3: Percentuálna distribúcia stavu metopického šva podľa veku

*Fig. 3: Percentage distribution of metopic suture status by age*

Pri sledovaní vzťahu medzi prítomnosťou metopického šva a uzavretím prednej fontanely sme identifikovali jediný prípad, v ktorom metopický šev zostal otvorený aj po úplnom zraze fontanely (obr. 4).

U konkrétnej pacientky bola k dispozícii aj novšia snímka (vo veku 3,5 roka), ktorá potvrdila perzistenciu metopického šva, čo môže naznačovať prítomnosť variantu metopizmu. Tento nález však nebol zahrnutý do štatistickej analýzy, keďže štúdia bola vekovo limitovaná na deti do 36 mesiacov.

Okrem toho bol metopický šev po uzavretí prednej fontanely iba v dvoch prípadoch parciálne uzavretý, kým vo všetkých ostatných prípadoch neprítomný.



Obr. 4: Komparatívna snímka dokumentujúca pretrvávanie metopického šva po uzavretí prednej fontanely u 10-mesačného dievčaťa (vľavo), s potvrdením jeho prítomnosti aj vo veku 3,5 roka (Laššová 2021, archív KDCH)

*Fig. 4: Comparative image documenting the persistence of the metopic suture after the closure of the anterior fontanelle in a 10-month-old female (left), with its presence confirmed at the age of 3.5 years (Laššová 2021, KDCH archive)*

## Diskusia

Priemerný vek uzavretia prednej fontanely je v našom súbore na úrovni 17,76 mesiaca, s miernymi rozdielmi medzi pohlaviami (chlapci: 16,56 mesiaca; dievčatá: 19,56 mesiaca). Hoci literatúra naznačuje, že predná fontanela má tendenciu uzatvárať sa skôr u chlapcov než u dievčat, tieto rozdiely nie sú štatisticky významné (Woldeyes et al. 2020, Boran et al. 2018). Priemerný vek detí s kompletne zrasteným čelovým švom bol 13,7 mesiaca, pričom intersexuálne rozdiely opäť neboli štatisticky významné, čo je v súlade s predchádzajúcimi štúdiami, ktoré naznačujú, že pohlavie nemá významný vplyv na tento proces (Weinzweig et al. 2003).

Všeobecne uvádzaný priemerný vek uzavretia fontanely na úrovni 13,8 mesiaca je nižší než v našom súbore (Kirkpatrick et al. 2019, Boran et al. 2018). Tento rozdiel môže byť ovplyvnený rôznymi metodologickými prístupmi, pričom použitie 3D CT snímkov poskytuje presnejšie výsledky v porovnaní s menej citlivými palpačnými metódami, ktoré môžu byť nepresné najmä pri fontanelách menšej veľkosti. Tento poznatok podporujú aj Acheson a Jefferson (1954), ktorí uviedli, že priemerný vek uzavretia fontanely na základe rádiologických metód bol vyšší (chlapci: 17,88 m.; dievčatá: 19,68 m.) v porovnaní s palpačným hodnotením (chlapci: 16,32 m.; dievčatá: 18,84 m.). Podobne, štúdia Nobleovej et al. (2017) na základe MDCT snímkov ukázala, že u detí starších ako 28,8 m. už nebola prítomná otvorená fontanela ani v jednom prípade, pričom najmladšie dieťa s úplne uzavretou fontanelou malo 10,2 m. Naše výsledky sú v súlade s týmito zisteniami, pričom najstaršie dieťa s prítomnou fontanelou v našom súbore bolo vo veku 26,4 mesiacov.

Okrem toho aj regionálne a etnické rozdiely môžu významne ovplyvniť čas uzavretia prednej fontanely. Zatiaľ čo v našom súbore mala vo vekovej kategórii 19 – 24 mesiacov otvorenú fontanelu takmer polovica detí (48,0 %), Pindrik et al. (2014) uvádzajú, že v americkej populácii je v tejto vekovej kategórii uzavretá fontanela až u 86,5 % detí. Štúdia Kirkpatricka et al. (2019) na Novom Zélande odhalila, že všetky deti etnicko-kultúrnych skupín Māori a Pasifika mali v tomto veku



uzavretú fontanelu (100 %), zatiaľ čo u detí európskeho pôvodu bola prítomná ešte u 50 % jedincov, čo je podobné našim zisteniam.

Väčšina detí v našom súbore, ktoré mali uzavretú prednú fontanelu, mala zároveň aj úplne zrastený alebo parciálne uzavretý čelový šev, čo podporuje zistenia o nezávislom, avšak časovo súvisiacom uzatváraní týchto dvoch štruktúr. Zaznamenali sme iba jeden prípad, kedy pretrval otvorený šev po úplnom uzavretí prednej fontanely.

Väčšina detí s parciálne uzavretým čelovým švom bola v vekovej kategórii 4 – 6 mesiacov, čo koreluje s literatúrou a predpokladaným časovým rámcom pre tento proces (Vinchon 2019). Po tomto období sme pozorovali postupné zvyšovanie podielu detí so zrasteným metopickým švom, pričom vo veku 25 – 36 mesiacov mali už všetky deti kompletný zrast šva. Tento trend naznačuje, že uzatváranie metopického šva je v zásade ukončené pred tretím rokom života.

## Záver

Rozdiely zistené medzi touto štúdiou a inými štúdiami môžu byť dôsledkom rôznych metodologických prístupov, regionálnych a genetických faktorov. Vykonaná analýza tiež naznačuje, že proces uzatvárania týchto štruktúr vykazuje variabilitu medzi jednotlivými vekovými kategóriami, čo poukazuje na individuálny priebeh každého z týchto procesov. Hoci sme pri výskume použili 3D CT snímky, ktoré poskytli presné údaje, dáta boli limitované obmedzeným počtom tomograficky vyšetrených pacientov, čo ovplyvnilo počet vzoriek v jednotlivých vekových kategóriách. Longitudinálne sledovanie by prinieslo dôležité údaje o prirodzenom vývine týchto štruktúr, takéto dáta však nie sú bežne dostupné. Prezentované výsledky poskytujú základ pre ďalší výskum.

## PodĎakovanie

Táto práca sa realizovala na základe kladného stanoviska z Etickej komisie Detskej fakultnej nemocnice s poliklinikou v Bratislave na žiadosť č. EK4/12/2023. Ďakujeme vedeniu Kliniky detskej chirurgie LF UK a NÚDCH za možnosť pracovať na vybranej problematike. Štúdia bola podporená projektom KEGA 028UK-4/2023.

## Literatúra

ACHESON, R. M., JEFFERSON, E., 1954: Some observations on the closure of the anterior fontanelle. *Arch. Dis. Child.*, 29(145):196-198. DOI: 10.1136/adc.29.145.196

BOLK, L., 1917: On metopism. *Am. J. Anat.*, 22:27-47.

BORAN, P., OĞUZ, F., FURMAN, A., SAKARYA, S., 2018: Evaluation of fontanel size variation and closure time in children followed up from birth to 24 months. *J. Neurosurg. Pediatr.*, 22:323-329. DOI: 10.3171/2018.3.PEDS17675

COHEN, N. M. Jr., 1993: Sutural Biology and the correlates of craniosynostosis (review). *Am. J. Med. Genet.*, 47:581-56.

ČIHÁK, R., 2011: Anatomie. 3. vyd., Grada, 552 s.

KIESLER, J., RICER, R., 2003: The Abnormal Fontanel. *Am. Fam. Physician*, 67(12):2547-2552.

KIRKPATRICK, J., BOWIE, S., MIRJALILI, S. A., 2019: Closure of the anterior and posterior fontanelle in the New Zealand population: A computed tomography study. *J. Paediatr. Child. Health.*, 55(5):588-593. DOI: 10.1111/jpc.14253

KRÁSNIČANOVÁ, H., 2009: Kraniosynostózy a deformity neurokrania „pediatrické minimum suturální patologie“. *Vox Paediatricae*, 3(9):26-30.

KRÁSNIČANOVÁ, H., LESNÝ, P., 2001: Kompendium pediatrické auxologie. *Čes-slov. Pediatr.*, 7:412-416.

LAŠŠOVÁ, D., 2021: Výskyt vybraných nemetrických znakov na lebkách slovenských fyziologicky zdravých detí. – 105 s., ms. (Rigor. práca; depon. in: Katedra antropológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave).

- MANZANARES, M. C., GORET-NICAISE, M., DHEM, A., 1988: Metopic sutural closure in the human skull. *J. Anat.*, 161:203-215.
- NOBLE, J., FLAVEL, A., FRANKLIN, D., 2017: Quantification of the timing of anterior fontanelle closure in a Western Australian population. *Aust. J. Forensic. Sci.*, 49(2): 142-153. DOI: 10.1080/00450618.2016.1153150
- PINDRIK, J., YE, X., JI, B. G., PENDLETON, C., AHN, E. S., 2014: Anterior fontanelle closure and size in full-term children based on head computed tomography. *Clin. Pediatr. (Phila.)*, 53(12):1149-1157. DOI: 10.1177/0009922814538492
- SCHULTZ, A. H., 1929: The metopic fontanelle, fissure and suture. *Am. J. Anat.*, 44:475-499.
- TUNNESSEN, W. W., ROBERTS, K. B., 1999: Signs and symptoms in pediatrics. 3rd ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 702 s.
- VINCHON, M., 2019: The metopic suture: Natural history. *Neurochirurgie*, 65(5):239-245. DOI: 10.1016/j.neuchi.2019.09.006
- VU, H. L., PANCHAL, J., PARKER, E. E., LEVINE, N. S., FRANCELE, P., 2001: The Timing of Physiologic Closure of the Metopic Suture: A Review of 159 Patients Using Reconstructed 3D CT Scans of the Craniofacial Region. *J. Craniofac. Surg.*, 12(6):527-532. DOI: 10.1097/00001665-200111000-00005
- WEINZWEIG, J., KIRSCHNER, R. E., FARLEY, A., REISS, F., HUNTER, J., WHITAKER, L. A., BARTLETT, S. P., 2003: Metopic Synostosis: Defining the Temporal Sequence of Normal Suture Fusion and Differentiating It from Synostosis on the Basis of Computed Tomography Images. *Plast. Reconstr. Surg.*, 112(5):1211-1218. DOI: 10.1097/01.PRS.0000080729.28749.A3
- WOLDEYES, D. H., KIROS, M. D., ABEGAZ, B. A., WOYA, A. A., 2020: The Size of Anterior Fontanelle and Its Determinants at Birth Among Neonates in Northern Ethiopia: A Cross-Sectional Study. *Pediatric Health Med. Ther.*, 11:477-483. DOI: <https://doi.org/10.2147/PHMT.S283857>