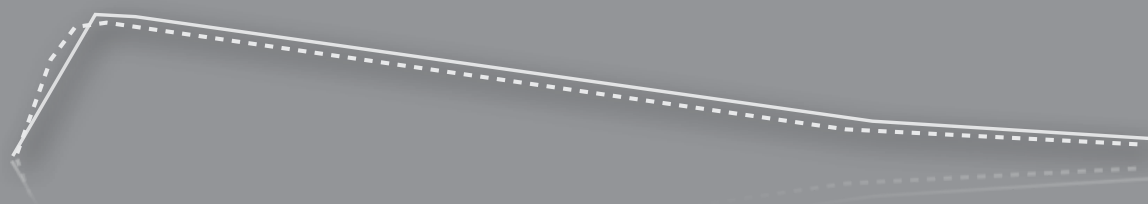


Folia Societatis Medicinae Legalis Slovacae



Vedecký recenzovaný časopis Slovenskej súdno-lekárskej spoločnosti Slovenskej lekárskej spoločnosti
Indexovaný v Bibliographia medica Slovaca

Refereed scientific journal of The Slovak Society of Forensic Medicine of Slovak Medical Society
Indexed in Bibliographia medica Slovaca

Porovnanie výsledkov rekonštrukcie profilu nosa pomocou rozdielnych štatistických testovaní

^{1,2}Panenková P, ²Beňuš R, ³Masnicová S, ⁴Katina, S

¹Kriminalistický a expertízny ústav PZ, Oddelenie biológie a genetickej analýzy, Bratislava, Slovenská republika,

²Katedra antropológie, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava, Slovenská republika.

³Katedra kriminalistiky a forenzných vied, ³Akadémia Policajného zboru v Bratislave, Bratislava, Slovenská republika.

⁴Katedra aplikovanej matematiky a štatistiky, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského v Bratislave, Slovenská republika.

Abstrakt

V rozpoznávacom procese tváre hrá veľmi dôležitú úlohu podoba nosa, najmä pri laterálnom pohľade na rozpoznávanú tvár. Napriek tomu, že bolo publikovaných viacero metód rekonštrukcie podoby profilu nosa podľa kostného podkladu, neexistuje jednotný názor na presnosť týchto metód. Medzi najpoužívanejšie metódy patrí metóda podľa Gerasimova (1955), Krogmana (1962), Prokopca a Ubelakera (2002), and Georgeova metóda (1987). Spoľahlivosť týchto metód bola testovaná na roentgenogramoch 73 jedincov. Na vyhodnotenie boli použité dva rôzne štatistické prístupy – „trojuholníková metóda“ (neparametrická metóda založená na jednotnom princípe lineárnych charakteristík) a „analýza tvarových Procrustovských vzdialeností“ (metóda geometrickej morfometrie, GMM). Podľa výsledkov „trojuholníkovej metódy“, najvhodnejšou metódou sa ukázala byť metóda podľa Georgea (1987). Najmenej presné výsledky boli získané použitím metódy podľa Prokopca a Ubelakera (2002) použitím Gerasimovovej metódy (1955). Vyhodnotenie založené na GMM ukázalo, že najpresnejšie ako i najstabilnejšie výsledky boli získané použitím Georgeovej metódy (1987). Najmenej podobné výsledky podoby profilu nosa boli získané použitím metódy podľa Gerasimova (1955). Najmenej vyvážené výsledky rekonštrukcie profilu nosa boli dosiahnuté použitím metódy podľa Prokopca a Ubelakera (2002), keďže v niektorých prípadoch boli jej použitím získané veľmi podobné výsledky skutočnému profilu a inokedy bol jej použitím vytvorený profil nosa, vôbec nie podobný profilu.

Kľúčové slová: kriminalistická antropológia, rekonštrukcia podoby tváre, metódy rekonštrukcie podoby profilu nosa, štatistické vyhodnotenie

Comparison of the results of nose profile reconstruction using of different statistics testing

Abstract

During the facial recognition process, external nose plays very important role, especially in the lateral view. Several methods for reconstructing the nose according to skull were published, however, no agreement upon their accuracy exists. The most popular methods for this purpose are the ones by Gerasimov (1955), Krogman (1962), Prokopec and Ubelaker (2002), and George (1987). The reliability of these methods was tested on a set of RTG photographs of 73 individuals. Two statistical approaches were involved – “the triangle method” (a non-parametric method based on uniform principle of lineal characteristics) and “the Procrustes shape distance metric” (a method of geometric morphometrics, GMM). According to the results of “triangle method”, the most suitable for the nasal profile prediction was the George’s method (1987). The least precise results of nose reconstruction were obtained by both the method of Prokopec and Ubelaker (2002), and the Gerasimov’s method (1955). The analysis based on GMM revealed that the most precise results were obtained by George’s method (1987); this method was also the most reliable. Least similar to the original profiles, there were the nasal profiles obtained by the method of Gerasimov (1955). As the most unreliable, the method of Prokopec and Ubelaker (2002) could be assigned; sometimes it produces not only very accurate nasal profiles, but also profiles that were not close to the original at all.

Keywords: forensic anthropology, facial approximation, methods of nasal profile reconstruction, statistics

Korešpondenčná adresa:

Petra Panenková
Kriminalistický a expertízny ústav PZ
Sklabinská 1
Bratislava
e-mail: petra.panenкова@minv.sk

Úvod:

Koncom devätnásteho storočia začali anatómovia spolu s umelcami formulovať prvé pravidlá pre rekonštrukciu podoby tváre. Rekonštrukcie mali najskôr za cieľ overiť totožnosť kostrových pozostatkov slávnych osobností, ale i priblížiť výzor prehistorických ľudí. Od tých čias sa formulovalo množstvo odporúčaní, ako čo najpresnejšie „znovuvytvoriť“ podobu jednotlivých štruktúr tváre (Caldwell 1986; Fedosyutkin a Nainys 1993), pritom však dodnes medzi vedcami neexistuje zhoda v názore na presnosť a spoľahlivosť jednotlivých metód (Stephan 2003; Wilkinson, Motwani a Chiang 2003; Rynn a Wilkinson, 2006).

Mnohí autori overujú vhodnosť publikovaných metód pri anatomických pitvách (Stephan a Davidson 2008), pričom presnosť testovaných metód odvodzujú podľa počtu milimetrov, ktorým sa líšila výsledná poloha zrekonštruovanej črty tváre od skutočnosti. Podmienkou rekonštrukcie podoby tváre podľa lebky je však schopnosť človeka rozpoznať zobrazený obraz tváre ako „povedomý – známy“, aj keď podoba nie je absolútna. Preto je pravdepodobné, že milimetrové rozdiely nemusia mať na úspešnosť rekonštrukcie rozhodujúci vplyv. Konečná rekonštrukcia sa môže vydať aj napriek tomu, že sa nebude zhodovať so skutočnou podobou.

Pre rozpoznávací proces je veľmi dôležitá stredná tretina tváre, čo sa prejavilo i pri štúdiu pohybov očí po obraze tváre (Yarbus 1967). Stredobodom tejto dôležitej oblasti je nos, ten však pri rekognícii v polohe „en face“ zohráva – v porovnaní s očami a ústami – menej významnú úlohu (Frasier a Parker 1986). Pri pohľade z profilu sa však nos stáva dominantou, ktorá veľmi významne ovplyvňuje vzhľad tváre.

Medzi najčastejšie používané metódy rekonštrukcie profilu nosa patria Gerasimova metóda (1955), Krogmanova metóda (1962), pôvodná Gerasimova metóda preformulovaná Prokopcom a Ubelakerom (2002), a metóda podľa Georgea vyvinutá na röntgenogramoch (George 1987).

Medzi najčastejšie používané metódy rekonštrukcie profilu nosa patria Gerasimova metóda (1955), Krogmanova metóda (1962), pôvodná Gerasimova metóda preformulovaná Prokopcom a Ubelakerom (2002), a metóda podľa Georgea vyvinutá na röntgenogramoch (George 1987).

Doposiaľ sa realizovalo iba málo štúdií, ktoré by porovnávali presnosť používaných metód rekonštrukcie profilu nosa so zámerom nájsť tú najpresnejšiu (Stephan, Hennenberg a Sampson 2003; Rynn a Wilkinson 2006). Zo slovenských autorov overovali presnosť metód pri ich použití v prípade nedospelých jedincov Masnicová, Beňuš a Luptáková (2005).

Metodika:

Hodnotili sme presnosť najpoužívanejších metód, ktoré sme si pre potreby testovania označili takto:

- M1 – Metóda podľa Gerasimova (1955)
- M2 – Metóda podľa Krogmana (1962)
- M3 – Metóda podľa Prokopca a Ubelakera (2002)
- M4 – Metóda podľa Georgea (1987)

Skutočný profil nosa sme si pre potreby štatistického testovania označili ako MReal.

Testovaný súbor pozostáva z laterálnych röntgenogramov 32 žien (priemerný vek 21,31 rokov; SD 5,23) a 41 mužov (priemerný vek 27,56 rokov; SD 6,21).

Podľa spomínaných metód (M1 – M4) sme u všetkých jedincov zrekonštruovali profil nosa, takže sme získali pre každého jedinca štyri rôzne profily nosa (M1 – M4) i so skutočným profilom (MReal). Získané zrekonštruované profily sme u každého jedinca superponovali so skutočným profilom.

Na hodnotenie presnosti jednotlivých metód sa použili dva štatistické prístupy:

1. „Trojuhelníková metóda“

Pri štatistickom hodnotení sme využili rovnako ako Masnicová et al. (2005) modifikovanú neparametrickú štatistickú metódu založenú na jednotnom princípe poradových charakteristík – tzv. trojuhelníkovú metódu. Tento štatistický prístup sme prvýkrát použili pri analýze pozostatkov rodiny palatína Thurzu (Thurzo, Katina a Lengyelová 2002). V sledovanom prípade sme na superponovaných profiloch nosa (M1 – M4 a MReal) určili súradnicové osi x a y, pričom fixnými bodmi pre os x boli cefalometrické body nasion (N) [0;0] a subnasale (Sn). Na x-ovej osi sme určili šesť bodov – R, S, T, U, V a Z. Ich lokalizácia bola nasledovná: bod S leží v strede úsečky N – Sn; bod U je stredom úsečky S – Sn; bod T je stredom úsečky S – U; bod R je zrkadlovým obrazom bodu T podľa kolmice v bode S; poloha bodov V a Z sa zvolila tak, aby bolo možné zachytiť hrot a sklon bázy nosa. Z týchto bodov sme viedli kolmice, ktoré rozdelili profil nosa na sedem segmentov, x-ová súradnica bola potom rovnaká pri všetkých profiloch nosa určitého jedinca. Profily M1, M2, M3, M4 a MReal sa odlišovali iba v hodnotách y-ovej súradnice. Táto hodnota predstavovala vzdialenosť od x-ovej súradnice po priesečník kolmice s danou líniou profilu nosa. Priesečníky jednotlivých profilov nosa a kolmicami vedenými z x-ovej osi sme označili R', S', T', U', V' a Z' podľa toho, na ktorej kolmici ležali.

Pre vlastné štatistické hodnotenie bolo potrebné zistiť vzdialenosť |NR'|, |NS'|, |NT'|, |NU'|, |NV'| |NZ'| a |SnR'|, |SnS'|, |SnT'|, |SnU'|, |SnV'|, a |SnZ'| pre každý z piatich profilov nosa (M1 – MReal) konkrétneho jedinca. Vypočítali sme absolútne

hodnoty rozdielu medzi profilom MReal a jednotlivými zrekonštruovanými profilmi (M1 – M4) tak, že sme postupne porovnávali hodnoty jednotlivých vzdialeností (napríklad sme vypočítali absolútny rozdiel medzi hodnotami |NR'| skutočného profilu MReal s |NR'| profilu získaného použitím M1 až M4. Takto sme postupovali až po hodnotu |SnZ'|. Potom sme určili poradie absolútnych hodnôt týchto rozdielov a vypočítali sme priemerné poradie pre jednotlivé profily M1 – M4 ako priemernú hodnotu z poradí jednotlivých vzdialeností vytvorených danou metódou. Nakoniec sme usporiadali profily M1 – M4 podľa priemerných hodnôt poradí a každej metóde (M1 – M4) sme podľa jej umiestnenia prideliť hodnotu CP (celkové poradie podobnosti profilov). Každému jedincovi boli priradené štyri hodnoty CP (pre každú metódu jedna), ktoré vyjadrovali podobnosť zrekonštruovaného profilu (M1, M2, M3 a M4) vzhľadom na skutočný profil (MReal).

Metóda, podľa ktorej sa získal profil nosa najpodobnejší skutočnému profilu, sa hodnotila ako najúspešnejšia a bola jej pridelená hodnota CP 1 (podobne metóda s najviac odlišným profilom bola ohodnotená ako CP 4). Ak boli dve metódy rovnako úspešné, dostali rovnakú hodnotu CP.

2. „Analýza tvarových Procrustovských vzdialeností“

Použitie metód geometrickej morfometrie (GMM) umožňuje hodnotiť profil nosa ako spojitú krivku prezentovanú (semi)landmarkami (Bookstein 1997). Takto sme eliminovali vplyv veľkosti nosa a podobnosť profilov sa posudzovala iba podľa kritéria podobnosti/odlišnosti profilu.

Na superponovaných profiloch (M1–M4 a MReal) sme pomocou tpsDIG (Rohlf 1996) zdigitalizovali krivky profilov nosa (M1-MReal) i potrebné (semi)landmarky (pre každý profil 25 semilandmarkov krivky nosa a dva landmarky – nasion a subnasale).

Štatistická analýza sa realizovala v softvéri R (R Development Core Team 2010). Profily nosa boli superponované upravenou zovšeobecnenou Procrustovskou analýzou (ZPA), kde sú originálne 2D súradnice posunuté, otočené a preškálované na rovnakú veľkosť tak, aby vzdialenosť medzi jednotlivými jedincami bola minimálna. Úprava ZPA spočíva v tom, že (semi)landmarky medzi bodmi glabella a prosthion (v rámci jedného jedinca pre všetkých päť použitých metód) majú identickú polohu. Pokiaľ by všetky metódy rekonštrukcie dávali rovnaký výsledok, (semi)landmarky profilu nosa by sa za optimálnej situácie presnej rekonštrukcie u jedného jedinca mali prekryvať.

Nenulová tvarová Procrustovská vzdialenosť (TPV) týchto zrekonštruovaných semilandmarkov od ich originálnej polohy bude indikovať kvalitu metódy rekonštrukcie. Preto sme pre každého jedinca vypočítali TPV každej rekonštrukcie (M1 – M4) od originálnej polohy (MReal), zoradili ich podľa veľkosti

a priradili im poradie. Nakoniec sme poradia pre každú rekonštrukciu zvlášť spriemerovali a vypočítali sme aj smerodajnú odchýlku. Aritmetický priemer poradí indikuje úspešnosť metódy (najnižšie poradie indikuje najúspešnejšiu a najvyššie najmenej úspešnú metódu). Smerodajná odchýlka predstavuje mieru variability rekonštrukcie danou metódou (najmenšia hodnota hovorí o najstabilnejšej metóde, najväčšia o najmenej stabilnej metóde). Výsledky sme vizualizovali pomocou thin-plate splajnových (TPS) sietí extrapolovaných v smere rozdielov originálnej metódy od metódy rekonštrukcie, a to dvakrát na uľahčenie vizualizácie.

Výsledky:

„Trojuholníková metóda“

Využitím „trojuholníkovej metódy“ sme získali výsledok, podľa ktorého je najpresnejšia, a teda aj najúspešnejšia metóda M4 (George 1987). Na druhom mieste sa umiestnila metóda M2 (Krogman 1967). Menej úspešnou bola metóda M3 (Prokopec a Ubelaker 2002). Najmenej úspešnou metódou sa podľa použitej „trojuholníkovej metódy“ stal postup M1 (Gerasimov 1955). Výsledky „trojuholníkovej metódy“ sumarizuje tab. 1.

	M1	M2	M3	M4
Suma	184	158	185	147
AP	2,521	2,164	2,534	2,014
Úspešnosť	3	2	4	1

Tab. 1: Vyhodnotenie presnosti metód rekonštrukcie profilu nosa

N = 73; CP – celkové poradie metódy v rámci jedného jedinca; Suma = súčet CP M_i ($i = 1,2,3,4$) v rámci celého súboru; AP = aritmetický priemer CP pre každú z metód; Úspešnosť = poradie úspešnosti metód rekonštrukcie nosa od najúspešnejšej (CP = 1) po najmenej úspešnú (CP = 4)

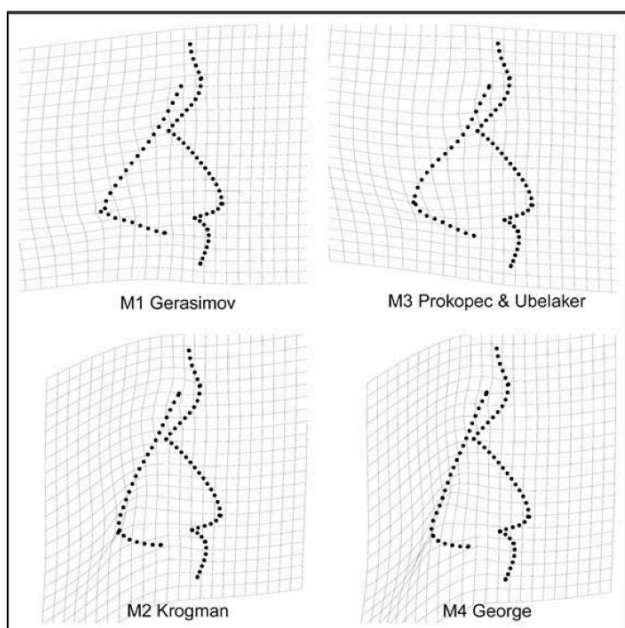
„Analýza tvarových Procrustovských vzdialeností“

Podľa tvarových Procrustovských vzdialeností je zrejmé, že pomocou metódy M4 (George 1987) bolo možné zrekonštruovať profily, ktoré sa najviac podobali skutočnému profilu (tab.2). Metóda M4 bola zároveň najstabilnejšou metódou, jej rekonštrukcie patrili často k najúspešnejším. Profily podľa metód M2 (Krogman 1967) a M3 (Prokopec a Ubelaker 2002) boli približne rovnako presné (M2 bola úspešnejšia), metóda M2 však poskytovala aj veľmi stabilné výsledky. Výsledky získané metódou Prokopca a Ubelakera (2002) boli, naopak, najmenej stabilné.

	M1 vs MReal	M2 vs MReal	M3 vs MReal	M4 vs MReal
AP	2,904	2,466	2,562	2,068
SD	1,082	1,001	1,247	0,991

Tab. 2: Aritmetické priemery (AP) a smerodajné odchýlky (SD) poradí tvarových Procrustovských vzdialeností rekonštruovaných profilov nosa v porovnaní s originálnym profilom

TPS siete na obr. 1 znázorňujú deformáciu priemerného skutočného profilu nosa preneseného do rekonštruovaného profilu podľa použitej metódy. Ohyb siete ilustruje, v ktorých oblastiach (reprezentovanými (semi)landmarkami) sa zrekonštruovaný profil líšil od skutočnosti. Z obrázkov je zrejmé, že metódy M1 a M3 oproti skutočnosti „zdvíhajú“ hrot nosa, kým metódy M2 a M4 ho kladú do nižšej pozície. Podobne sa pomocou metód M1 a M3 získavali skôr dlhšie nosy. V prípade metód M2 a M4 profily nosa menej vystupovali.



Obr. 1: Thin-plate splajnové siete priemerných rozdielov medzi originálnym profilom nosa (MReal) a rekonštrukciou; dvojnásobné zväčšenie na uľahčenie vizualizácie

V testoch presnosti iných autorov (Stephan, Hennenberg a Sampson 2003, Masnicová, Beňuš a Luptáková, 2005, Rynn a Wilkinson 2006) sa najlepšie umiestnila metóda M4 podľa Georgea (1987). Tieto výsledky sú v súlade s našimi zisteniami.

Krogmanova metóda (Krogman 1962) patrí najmä v USA medzi najpoužívanejšie metódy (Gatliff 1984, Taylor 2001), pravdepodobne pre svoju jednoduchosť a rýchlosť. V testoch presnosti sa však profily nosov vytvorených touto metódou podstatne odlišovali od skutočného profilu nosa (Stephan, Henneberg a Sampson 2003, Rynn a Wilkinson 2006). Podľa Masnicovej, Beňuša a Luptákovvej (2005) patrila táto metóda spolu s metódou podľa Gerasimova (1955)

medzi najmenej úspešné. V tejto štúdií sa však Krogmanova metóda umiestnila dobre, nielen čo sa týka podobnosti profilov, ale aj spoľahlivosti metódy. Najmenej presná bola metóda podľa Gerasimova (1955). Ako najviac nespoľahlivá sa ukázala metóda podľa Prokopca a Ubelakera (2002).

Pôvodným autorom postupu metódy M3 bol Gerasimov (1971), neskôr ju preformulovali Prokopec a Ubelaker (2002). Túto metódu overoval s dobrými výsledkami Stewart (1983) na Terryho kolekcii posmrtných masiek a lebiiek, podobne aj Rynn a Wilkinson (2006) a Stephan, Henneberg a Sampson (2003) na laterálnych cefalogramoch. Stephan, Henneberg a Sampson (2003) zistili pri metóde M1 pomerne dobrú predikciu bodu pronasale, ale metóda bola menej presná v určení celkového profilu nosa. Najnižšia úspešnosť Gerasimovovej metódy neprekvapuje, keďže pôvodným účelom tejto metódy bolo určenie pozície pronasale a nie rekonštrukcia profilu nosa. Mnohí realizátori rekonštrukcií podoby tváre však tento prístup automaticky aplikujú na zrekonštruovanie podoby celého profilu nosa a tak sa tento postup stal tiež predmetom testovania. Viaceré testy presnosti ukázali, že pri tomto postupe boli zrekonštruované nosy priveľmi dlhé (Stephan a Henneberg 2001, Stephan, Henneberg a Sampson 2003), čo potvrdili aj naše testy.

Záver:

Testovaním presnosti pomocou „trojuholníkovej metódy“ sa ako najpresnejšie ukázali výsledky získané metódou M4, potom postupne nasledovali metódy M2, M1 a M3.

Pri posudzovaní podobnosti zrekonštruovaných profilov so skutočným profilom nosa pomocou tvarových Procrustovských vzdialeností sa ako najúspešnejšia ukázala metóda M4 (George 1987), potom nasledovali metódy M2 (Krogman 1967), M3 (Prokopec a Ubelaker 2002); najmenej úspešnou bola metóda M1 (Gerasimov 1955). Zároveň nás zaujímala miera variability rekonštrukcie danou metódou – teda, či metóda poskytuje približne rovnaké poradie úspešnosti, alebo či zrekonštruované profily nosa oscilujú od najpresnejších po najmenej presné. Najstabilnejšie výsledky ponúkala metóda M4, za ňou nasledovali metódy M2, potom M1 a najmenej stabilné výsledky sa dosahovali metódou M3.

Pre rekonštrukciu profilu nosa preto odporúčame používať najmä metódu podľa Georgea (1987).

Štúdia bola finančne podporená grantom UK/516/2010: „Test presnosti rekonštrukcie profilu nosa vo forenznej antropológii“ a grantom VEGA 1/0133/10 „Aplikácia geometrickej morfometrie na stanovenie exogénnych prvkov v ranostredovekých populáciách Slovenska.“

Naše poďakovanie patrí Katedre antropologie a genetiky človeka Karlovy Univerzity v Prahe, ktorá nám umožnila pracovať s ich súborom röntgenogramov.

Literatúra:

1. Bookstein FL. Morphometric tools for landmark data: geometry and biology. Cambridge; Cambridge University Press, 1997: 456.
2. Caldwell PC. New questions (and some answers) on the facial reproductions techniques. 229-254. In: Reichs KJ (Eds). Forensic osteology. Springfield; Charles C. Thomas, 1986.
3. Fedosyutkin BA, Nainys JV. The Relationship of Skull Morphology to Facial Features. 199-214. In: İşcan MY, Helmer RP. (Eds). Forensic Analysis of the Skull. New York; Wiley-Liss, 1993.
4. Frasier I, Parker D. Reaction time measures of feature saliency in a perceptual integration tasks. In: Ellis H, Jeeres M, Newcombe F, Young A (Eds). Aspects of face processing. Dordrecht; Martinus Nijhoff, 1986.
5. Gatliff BP. Facial sculpture on the skull for identification. Am J Forensic Med Pathol 1984; 5: 327-332
6. George RM. The lateral craniographic method of facial rekonstrukcie. J Forensic Sci 1987; 32 (5): 1305-1330.
7. Gerasimov MM. Vosstanovlenie lica po čerepu. Moskva; Izdatel'stvo akademii nauk, 1955: 586.
8. Gerasimov MM. The Face Finder. Philadelphia; Lippincott, 1971. [citované podľa Wilkinsona (2004)].
9. Krogman WM. The human skeleton in forensic medicine. Springfield; Charles C Thomas, 1962: 337.
10. Masnicová S, Beňuš R, Luptáková L. Overenie spoľahlivosti metód rekonštrukcie nosa z kostného podkladu. Kriminalistika 2005; 38 (2): 159-165.
11. Prokopec M, Ubelaker D, Reconstructing the shape of the nose according to the skull. Forensic Science Communications 2002; 4: 1-4.
12. R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, 2010; Online Available: <http://www.R-project.org>, 20.01.2011.
13. Rohlf FJ. TPSDig. Ecology and Evolution. State University of New York at Stony Brook, 1996. Online Available: <http://life.bio.sunysb.edu/morph/> 21.01.2011.
14. Rynn C, Wilkinson CM. Appraisal of Relationships between the Hard and Soft Dimensions of the Nose in Profile. Am J Phys Anthropol 2006; 130: 364-373.
15. Stephan CN. Anthropological facial „reconstruction“ – recognizing the fallacies, „unembracing“ the errors and realising method limits. Sci Justice, 2003; 43: 193-200.
16. Stephan CN. Beyond the sphere of the English facial approximation literature: ramifications of German papers on western method concepts. J Forensic Sci 2006; 51 (4): 736-739.
17. Stephan CN, Davidson PL. The Placement of the Human Eyeball and Canthi in Craniofacial Identification. J Forensic Sci 2008; 53 (3): 612-619.
18. Stephan CN, Henneberg N. Building faces from dry skulls: are they recognized above chance rates ? (abstract) J Forensic Sci 2001; 46 (3): 432-440.
19. Stephan CN, Henneberg N. Recognition by forensic facial approximation: Case specific examples and empirical tests. Forensic Sci Int 2006; 156: 182-191.
20. Stephan CN, Henneberg N, Sampson W. Predicting nose projection and pronasale position in facial approximation: a test of published and proposal of new guidelines. Am J Phys Anthropol 2003; 122: 240-250.
21. Stewart TD. The points of attachment of the palpebral ligaments: their use in facial reconstructions on the skull. J Forensic Sci 1983; 28 (4): 858-863 [citované podľa Wilkinsona (2004)].
22. Taylor KT. Forensic Art and Illustration. Boca Raton; CRS press, 2001: 580.
23. Thurzo M, Katina S, Lengyelova T. Identifikácia kostrových pozostatkov dvoch ženských pozostatkov rodiny palatína Juraja Thurzu: Štatistická analýza. Bull Slov antropol Spoloč 2002; 5: 100-103.
24. Yarbus AL. Eye Movements and Vision. New York; Plenum Press, 1967: 222.
25. Wilkinson CM. Forensic facial reconstruction. Cambridge; CRP, 2004: 290.
26. Wilkinson CM, Mautner SA. Measurement of eyeball protrusion and its application in facial reconstruction. J Forensic Sci 2003; 48: 12-16. Wilkinson CM, Motwani M, Chiang E. The relationship between the soft tissues and the skeletal detail of the mouth. J Forensic Sci, 2003: 728-732.