

Ústav antropologie
Přírodovědecká fakulta
Masarykova univerzita

Praktikum z analýzy tvaru

Zadania príkladov

Stanislav Katina
Miroslav Králík
Adela Hupková



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

23. marca 2015

Obsah

1	Skeny rúk – muži a ženy	1
2	Skeny rúk – muži	4
3	RTG snímky rúk	5
4	Lebky	6

1 Skeny rúk – muži a ženy

Hodnotený súbor: Dáta predstavujú x a y súradnice 12 význačných bodov digitalizovaných na súbore snímok rúk 60 dospelých jedincov z českej populácie, z ktorých je 30 mužov a 30 žien (Hupková, nepublikované). Ruky boli zaznamenávané v štandardizovanej polohe pomocou stolného 2D skenera (v rozlíšení 150 ppi, 100 % veľkosti) s palcom v čiastočnej extenzii (radiálnej abdukcii) a trojčlánkovými prstami v addukcii. Snímky rúk každého jedinca boli digitalizované jednou osobou, v náhodnom poradí, trikrát na oboch stranách tela. Význačné body boli umiestňované na 2., 3. a 4. prste nasledovne: *body 1, 2, 3* na priesečníku obvodu distálneho konca prsta s osou distálneho článku prsta; *body 4, 5, 6* na proximálnej hranici distálnej interfalangeálnej flexnej ryhy/oblasti 2., 3. a 4. prsta uprostred jej radioulnárnej šírky; *body 7, 8, 9* na proximálnej hranici proximálnej interfalangeálnej flexnej ryhy/oblasti 2., 3. a 4. prsta uprostred jej radioulnárnej šírky; *body 10, 11, 12* na proximálnej hranici metakarpofalangeálnej flexnej ryhy/oblasti 2., 3. a 4. prsta uprostred jej radioulnárnej šírky. K dispozícii máme tri konfigurácie význačných bodov. Prvá zachytáva oblasť všetkých troch prstov i jednotlivých článkov prstov (12 bodov); druhá sa zameriava na oblasť tretieho prsta vo vzťahu k distálnemu a proximálnemu okraju prstov (6 bodov); tretia zachytáva súvislosti tvarových aspektov ruky v oblasti druhého a štvrtého prsta (4 body).

Súbor dát: data-2d-hands-scan.txt

Popis premenných:

id – poradové číslo/kód jedinca;

sex – pohlavie (m – mužské, f – ženské);

age – vek pri skenovaní (roky);

height – výška postavy (mm);

weight – telesná hmotnosť (kg);

m – opakovanie merania – digitalizácie (1 – prvé meranie, 2 – druhé meranie, 3 – tretie meranie);

s – strana tela (R – pravá, L – ľavá);

X1-X12 – súradnice bodov 1 – 12 na osi x;

Y1-Y12 – súradnice bodov 1 – 12 na osi y.

Súbor dát: data-2d-hands-scan-3d.txt

Popis premenných:

id – poradové číslo/kód jedinca;

sex – pohlavie (m – mužské, f – ženské);

m – opakovanie merania – digitalizácie (1 – prvé meranie, 2 – druhé meranie, 3 – tretie meranie);

s – strana tela (R – pravá, L – ľavá);

X1, X2, X3, X10, X11, X12 – súradnice bodov 1, 2, 3 a 10, 11, 12 na osi x;

Y1, Y2, Y3, Y10, Y11, Y12 – súradnice bodov 1, 2, 3 a 10, 11, 12 na osi y.

Súbor dát: data-2d-hands-scan-2d4d.txt

Popis premenných:

id – poradové číslo/kód jedinca;

sex – pohlavie (m – mužské, f – ženské);

m – opakovanie merania – digitalizácie (1 – prvé meranie, 2 – druhé meranie, 3 – tretie meranie);

s – strana tela (R – pravá, L – ľavá);

X1, X3, X10, X12 – súradnice bodov 1, 3, 10, 12 na osi x;
Y1, Y3, Y10, Y12 – súradnice bodov 1, 3, 10, 12 na osi y.

Biologické súvislosti: Sexuálny dimorfizmus ľudskej ruky je kombináciou prenatálne založených tvarových rozdielov (vznikajúcich pod vplyvom genetických faktorov z pohlavných chromozómov a prenatálnych pohlavných hormónov) a postnatálne (predovšetkým v puberte) dotvorených veľkostných a tvarových rozdielov. Jedným zo sexuálne dimorfných znakov viditeľných už pri narodení je pomer dĺžky 2. a 4. prsta (2D:4D pomer). Vzhľadom na celkové veľkostné rozdiely ruky je síce aj 2., aj 4. prst u mužov v priemere absolútne väčší než u žien, ale keďže je tento rozdiel výraznejší na 4. prste, 2D:4D pomer je systematicky nižší u mužov a vyšší u žien. Je otázkou, do akej miery sa do celkovej dĺžky prstov premietajú dĺžky jednotlivých článkov prstov, a do akej miery dĺžky jednotlivých metakarpov. V dôsledku odlišnej ontogenézy a funkčného zaťažovania pravej a ľavej ruky je v mnohých znakoch (morfometrických, dermatoglyfických, a i.) sexuálny dimorfizmus výraznejší na pravej strane tela. Ak je v populácii znak systematicky vyvinutý výraznejšie na jednej strane než na strane druhej, hovoríme o smerovej (direkcionálnej) asymetrii. Tento typ asymetrie je geneticky podmienený a zároveň odzrkadľuje rozdielnu mieru funkčného zaťažovania strany. Na úrovni populácie sa potom veľkosť znaku na pravej a ľavej strane v priemere systematicky líši. Ak sledujeme rozptyl hodnôt stranových rozdielov okolo priemeru, získame mieru fluktuatívnej asymetrie. Tento typ asymetrie sa vzťahuje na veľmi drobné, náhodné odchýlky od symetrie, ktoré vznikajú v dôsledku pôsobenia vývinového stresu a neschopnosti organizmu prejsť identickým vývinom na oboch stranách tela. Fluktuatívna asymetria (v rozmeroch ale aj v tvare) sa používa ako nepriamy indikátor kvality ontogenézy, pretože vo svojej podstate odzrkadľuje neschopnosť organizmu dosiahnuť cieľový fenotyp. Vzhľadom na to, že veľkostné a tvarové rozdiely sa vytvárajú v priebehu ontogenézy pri pôsobení vývinového stresu, ktorý ovplyvňuje veľkostnú i tvarovú symetriu, tvarové rozdiely (zmeny) medzi jedincami by mohli súvisieť s mierou tvarovej asymetrie (čím vyššia miera stresu, tým väčšia fluktuatívna asymetria) a rozdiely v asymetrii s odlišným hormonálnym prostredím mužských a ženských plodov. Pri hodnotení subtílnych biologických trendov (ako v prípade analýzy jemných sexuálnych rozdielov a stranových rozdielov) je však veľmi dôležité kvantifikovať chybu merania, keďže niektoré z rozdielov sú natoľko jemné, že ich skutočná hodnota môže byť skreslená nepresným meraním. Pri hodnotení sexuálneho dimorfizmu je preto potrebné porovnať veľkosť sexuálnych rozdielov voči chybe merania a veľkosť chyby merania medzi mužmi a ženami. Rovnako tak je veľmi dôležité porovnať chybu merania so stranovými rozdielmi, ktoré musia byť signifikantne vyššie než chyba merania.

Ciele:

(A) Reliabilita merania

1. porovnať tri opakované digitalizácie a vyhodnotiť chybu merania (u všetkých jedincov dohromady);
2. zistiť, či sú stranové rozdiely u mužov aj u žien významne väčšie než chyba merania;
3. zistiť, či sa chyba merania líši medzi mužmi a ženami.

(B) Sexuálny dimorfizmus

1. zistiť, či sa líši veľkosť a tvar skúmanej oblasti ruky medzi mužmi a ženami;
2. zistiť, či je dimorfizmus väčší na pravej alebo ľavej ruke.

(C) Stranové rozdiely (*Matching symmetry*)

1. zistiť, či sa veľkosť a tvar skúmanej oblasti ruky u mužov a u žien na pravej a ľavej strane tela líši;

2. zistiť, či je asymetria väčšia u mužov alebo u žien.

(D) Súvislosť tvaru a asymetrie

1. zistiť, či súvisia zmeny vo veľkosti, tvare a asymetrii skúmanej oblasti ruky s vekom v dospelosti;
2. zistiť, či súvisia zmeny vo veľkosti, tvare a asymetrii skúmanej oblasti ruky s telesnými charakteristikami, konkrétne s výškou postavy a telesnou hmotnosťou.

(E) Zmeny tvaru a súvislosti uhla s uhlovou a dĺžkovou premennou

1. zistiť, ako súvisí veľkosť uhla s vrcholom v bode 2 (1-2-3) s dĺžkou 3. prsta (vzdialenosť medzi bodmi 2 a 11) na oboch stranách tela u mužov a u žien;
2. zistiť, ako súvisí veľkosť uhla s vrcholom v bode 2 (1-2-3) s veľkosťou uhla s vrcholom v bode 11 (10-11-12) na oboch stranách tela u mužov a u žien;
3. zistiť, či veľkosť uhla definovaného bodmi 1-2-3 súvisí viac s dĺžkou 3. prsta alebo s veľkosťou uhla definovaného bodmi 10-11-12;
4. zistiť, či sú tieto súvislosti u mužov a u žien zhodné.

(F) Zmeny tvaru a súvislosť dvoch tvarov

1. zistiť, ako súvisí tvar oblasti 2. a 4. prsta definovanej bodmi 1, 3, 10 a 12 so zmenami vzájomných vzdialeností medzi týmito bodmi u mužov a žien, na oboch stranách tela;
2. zistiť, či sú zistené závislosti u mužov a u žien na oboch stranách tela zhodné;
3. zistiť, ako súvisí veľkosť uhla s vrcholom v bode 1 (3-1-12) s veľkosťou uhla s vrcholom v bode 10 (3-10-12) u mužov a u žien, na oboch stranách tela;
4. zistiť, či sú zistené závislosti u mužov a u žien na oboch stranách tela zhodné.

2 Skeny rúk – muži

Hodnotený súbor: Dáta predstavujú x a y súradnice 12 význačných bodov digitalizovaných na štandardizovaných snímkach rúk 75 vybraných jedincov mužského pohlavia z 5 vzoriek – kohort (Králík, nepublikované; Koprlová 2010; Gimunová 2012; Kozinová 2012). Ruky boli zaznamenávané v štandardizovanej polohe pomocou stolného 2D skenera (v rozlíšení 150 ppi, 100 % veľkosti) s palcom v čiastočnej extenzii (radiálnej abdukcii) a trojčlánkovými prstami v addukcii. Význačné body boli umiestňované na 2., 3. a 4. prste pravej a ľavej ruky nasledovne: *body 1, 2, 3* na priesečníku obvodu distálneho konca prsta s osou distálneho článku prsta; *body 4, 5, 6* na proximálnej hranici distálnej interfalangeálnej flexnej ryhy/oblasti 2., 3. a 4. prsta uprostred jej radioulnárnej šírky; *body 7, 8, 9* na proximálnej hranici proximálnej interfalangeálnej flexnej ryhy/oblasti 2., 3. a 4. prsta uprostred jej radioulnárnej šírky; *body 10, 11, 12* na proximálnej hranici metakarpofalangeálnej flexnej ryhy/oblasti 2., 3. a 4. prsta uprostred jej radioulnárnej šírky.

Súbor dát: data-2d-hands-scan-cohorts.txt

Popis premenných:

sample – kohorta, vzorka mužov v určitom veku (A – 14–16 rokov, B – 18–20, C – 21–23, D – 24–26, E – 27–59);

id – poradové číslo/kód jedinca;

s – strana tela (R – pravá, L – ľavá);

X1–X12 – súradnice bodov 1 – 12 na osi x;

Y1–Y12 – súradnice bodov 1 – 12 na osi y.

Biologické súvislosti: Ľudské populácie sa systematicky líšia v niektorých tvarových ukazovateľoch ruky (2D:4D pomer). K zmenám dochádza aj v rámci jednej populácie v priebehu času (rozdiely medzi generáciami), pričom tieto rozdiely môžu byť rovnako výrazné ako medzi rôznymi ľudskými populáciami. Je otázkou, či sa v tvare ruky medzi sebou líšia aj časovo úzke a vekovo blízke kohorty jednej populácie.

Ciele:

(A) Medziskupinové rozdiely

1. zistiť, či sa priemerný tvar skúmanej oblasti pravej a ľavej ruky medzi kohortami líši;
2. vizualizovať prípadné rozdiely a zistiť, kde sú najväčšie tvarové rozdiely.

(B) Stranové rozdiely (*Matching symmetry*)

1. zistiť, či sa veľkosť a tvar skúmanej oblasti ruky na pravej a ľavej strane tela v každej kohorte líši;
2. zistiť, v ktorej kohorte je asymetria najväčšia.

3 RTG snímky rúk

Hodnotený súbor: Dáta predstavujú x a y súradnice 8 význačných bodov digitalizovaných na súbore naskenovaných (v rozlíšení 450 ppi, 100 % veľkosti) röntgenových snímok rúk 20 jedincov – 10 párov dvojčiat mužského pohlavia z poľskej populácie, z ktorých 5 párov je monozygotických a 5 párov dizygotických (Králík, nepublikované). Každému jedincovi bola v priebehu piatich rokov (vo veku 10, 11, 12, 13 a 14 rokov) röntgenograficky snímaná ľavá ruka v dorzopalmárnom pohľade. Na získaných snímkach bolo definovaných 8 význačných bodov, odpovedajúcich ôsmym polohám na proximálnych a distálnych koncoch 2. – 5. záprstnej kosti (*os metacarpale II. – V.*).

Súbor dát: data-2d-hands-x-rays.txt

Popis premenných:

id – číslo snímky v súbore (od 1 do 100);

pair – číslo páru dvojčiat v rámci longitudinálneho výskumu;

child – identifikácia konkrétneho dvojčaťa v rámci daného páru (nesúhlasí s poradím narodenia);

year – kalendárny rok skenovania ruky;

age – identifikácia veku jedinca v čase skenovania (10, 11, 12, 13 alebo 14 rokov);

sex – pohlavie (m – mužské);

type – typ zygotity dvojčiat (MZ – monozygotické (jednovaječné), DZ – dizygotické (dvojvaječné));

X1-X8 – súradnice bodov 1 – 8 na osi x ;

Y1-Y8 – súradnice bodov 1 – 8 na osi y .

Biologické súvislosti: Základný tvar ruky sa utvára v rannej fáze ontogenézy a v ďalších fázach prenatálneho vývinu ruka ďalej rastie. V priebehu postnatálneho obdobia sa však veľkosť ruky mení a dotvára sa jej tvar. Výrazné veľkostné zmeny prebiehajú v puberte a v adolescencii, kedy sa tvar ruky mení v závislosti na odlišnom čase uzatvárania rastových zón jednotlivých kostných elementov ruky.

Ciele:

(A) zistiť, ako sa mení tvar kostného podkladu dlane ruky v rozmedzí od 10 do 14 rokov veku;

(B) zistiť, či sa tvar kostného podkladu dlane ruky u skupiny jedincov z monozygotického páru dvojčiat a skupiny jedincov z dizygotického páru dvojčiat líši (vo veku 14 rokov);

(C) zistiť, či sa viac podobá tvar kostného podkladu dlane ruky u súrodencov z monozygotického alebo dizygotického páru dvojčiat (vo veku 14 rokov).

4 Lebky

Hodnotený súbor: Dáta predstavujú x , y a z súradnice 19 význačných bodov digitalizovaných na 60 vybraných lebkách dospelých jedincov (40 mužov a 20 žien) z kostrovej zbierky z archeologickej lokality Pohansko – Pohřebiště okolo kostela (Jurda 2008). K dispozícii máme štyri konfigurácie význačných bodov. Prvá zachytáva tvar celej lebky (12 bodov); druhá sa zameriava na oblasť očníc – vchodu do očnice, *aditus orbitae* (10 bodov); tretia sa zameriava na oblasť lebečnej bázy (3 body); štvrtá obsahuje body definujúce vybrané trojuholníky na lebke popisujúce oblasť predného neurokrania a hornej časti splanchnokrania (4 body). Hodnoty súradníc význačných bodov boli zaznamenávané priamo na lebkách (pripevnených v kraniofore a orientovaných vo frankfurtskej horizontále) pomocou prenosného ramenového digitizéra MicroScribe G2X, ktorý generuje súradnice bodov v milimetroch. Digitalizované body boli definované nasledovne¹ (väčšina definícií vychádza z publikácie Urbanová 2009):

basion (BA) – bod v priesečníku predného okraja *foramen magnum* s mediánnou rovinou;

bregma (B) – bod v priesečníku *sutura coronalis* a *sutura sagittalis*;

frontomalare orbitale dx ($FMOdx$) – bod v priesečníku laterálneho okraja pravej očnice a *sutura frontozygomatica*;

frontomalare orbitale sin ($FMOsin$) – bod v priesečníku laterálneho okraja ľavej očnice a *sutura frontozygomatica*;

glabella (G) – bod ležiaci najviac vpredu v mediánnej rovine na vyvýšenom mieste spodného okraja *os frontale* medzi oboma *arcus superciliares*;

lambda (L) – bod v priesečníku *sutura sagittalis* a *sutura lambdoidea*;

maxillofrontale dx ($MFdx$) – bod na prednom okraji pravej očnice v priesečníku *crista lacrimalis anterior* a *sutura frontomaxillaris*;

maxillofrontale sin ($MFsin$) – bod na prednom okraji ľavej očnice v priesečníku *crista lacrimalis anterior* a *sutura frontomaxillaris*;

nasion (N) – bod v priesečníku mediánnej roviny a *sutura nasofrontalis*;

porion dx ($POdx$) – bod, v ktorom kolmica vedená stredom *porus acusticus externus* pretína horný okraj pravého *meatus acusticus externus*;

porion sin ($POsin$) – bod, v ktorom kolmica vedená stredom *porus acusticus externus* pretína horný okraj ľavého *meatus acusticus externus*;

prosthion (PR) – bod ležiaci v mediánnej rovine medzi strednými rezákmi tam, kde alveolárne septum vystupuje najviac dopredu;

supraorbitálny bod dx ($SORdx$) – najkranialnejší bod *incisura supraorbitalis/foramen supraorbitale* na pravej strane;

supraorbitálny bod sin ($SORsin$) – najkranialnejší bod *incisura supraorbitalis/foramen supraorbitale* na ľavej strane;

zygoorbitale dx ($ZOdx$) – bod v priesečníku spodného okraja pravej očnice a *sutura zygomaticomaxillaris*;

zygoorbitale sin ($ZOsin$) – bod v priesečníku spodného okraja ľavej očnice a *sutura zygomaticomaxillaris*.

jugale dx ($JUdx$) – bod vo vrchole uhla, ktorý zvierá horný horizontálny okraj *arcus zygomaticus* so zadným okrajom *processus frontalis ossis zygomatici* pravej strany;

jugale sin ($JUsin$) – bod vo vrchole uhla, ktorý zvierá horný horizontálny okraj *arcus zygomaticus* so zadným okrajom *processus frontalis ossis zygomatici* ľavej strany;

¹Definície antropometrických bodov sa môžu v štúdiách aplikujúcich metódy geometrickej morfometrie líšiť od definícií štandardne používaných v tradičnej antropometrii.

opisthocranion (*OP*) – najdorzálnejšie vystupujúci bod okcipitálnej oblasti v mediánnej rovine.

Súbor dát 1: data-3d-skull-xyz.txt

Popis premenných:

id – kód jedinca;

sex – pohlavie (m – mužské, f – ženské);

x – súradnice bodov *G*, *P*, *FMOdx*, *FMOsin*, *JUdx*, *JUsin*, *B*, *L*, *OP*, *BA*, *POdx*, *POsin* na osi x;

y – súradnice bodov *G*, *P*, *FMOdx*, *FMOsin*, *JUdx*, *JUsin*, *B*, *L*, *OP*, *BA*, *POdx*, *POsin* na osi y;

z – súradnice bodov *G*, *P*, *FMOdx*, *FMOsin*, *JUdx*, *JUsin*, *B*, *L*, *OP*, *BA*, *POdx*, *POsin* na osi z.

Súbor dát 2: data-3d-orbits-xyz.txt

Popis premenných:

id – kód jedinca;

sex – pohlavie (m – mužské, f – ženské);

x – súradnice bodov *G*, *N*, *MFdx*, *MFsin*, *SORdx*, *FMOdx*, *ZORdx*, *SORSin*, *FMOsin* a *ZORSin* na osi x;

y – súradnice bodov *G*, *N*, *MFdx*, *MFsin*, *SORdx*, *FMOdx*, *ZORdx*, *SORSin*, *FMOsin* a *ZORSin* na osi y;

z – súradnice bodov *G*, *N*, *MFdx*, *MFsin*, *SORdx*, *FMOdx*, *ZORdx*, *SORSin*, *FMOsin* a *ZORSin* na osi z.

Súbor dát 3: data-3d-base-xyz.txt

Popis premenných:

id – kód jedinca;

sex – pohlavie (m – mužské, f – ženské);

x – súradnice bodov *BA*, *POdx*, *POsin* na osi x;

y – súradnice bodov *BA*, *POdx*, *POsin* na osi y;

z – súradnice bodov *BA*, *POdx*, *POsin* na osi z.

Súbor dát 3: data-3d-triangles-xyz.txt

Popis premenných:

id – kód jedinca;

sex – pohlavie (m – mužské, f – ženské);

x – súradnice bodov *N*, *P*, *B*, *BA* na osi x;

y – súradnice bodov *N*, *P*, *B*, *BA* na osi y;

z – súradnice bodov *N*, *P*, *B*, *BA* na osi z.

Biologické súvislosti: Rozmery oboch hlavných častí lebky – mozgovej (*neurocranium*) a tvárovej (*splanchnocranium*) – sú počas vývinu riadené inými faktormi. Rast mozgovej časti lebky je spojený s rastom mozgu a prebieha najvýraznejšie v prvých siedmich či ôsmych rokoch postnatálneho vývinu a pubertálny rast (vrátane jeho vplyvu na veľkostný dimorfizmus) sa na ňom prejaví menej. Intenzívny rast tvárovej časti lebky pokračuje aj v priebehu puberty a adolescencie a pubertálne hormonálne vplyvy sa na nej prejavajú viac, čo vplýva aj na rozvoj medzipohlavných rozdielov. Jedným z významov výskumu sexuálneho dimorfizmu ľudskej lebky je hľadanie vysoko sexuálne dimorfných

znakov a štúdium vnútro- a medzipopulačnej variability v týchto znakoch, keďže rozdiely vo veľkosti a tvare lebky sa v kostrovej antropológii okrem iného používajú aj ako prostriedok na odhad pohlavia. Odhad pohlavia komplikuje existencia plynulého prechodu medzi hypermaskulínnymi a hyperfeminínnymi formami sledovaných morfoskopických znakov a zóny prekrývajúcich sa hodnôt mužských a ženských rozmerov. Nevýhodou použitia metrických znakov je tiež veľká populačná špecifickosť používaných diskriminačných rovníc. Morfoskopické metódy odhadu pohlavia sú zas zaťažené chybou subjektívneho posudzovania pozorovateľom. V poslednej dobe sa preto objavuje trend vedúci k výskumu sexuálneho dimorfizmu lebky pomocou postupov geometrickej morfometrie, smerujúci k vývoju nových metód a objektívnejšiemu morfometrickému hodnoteniu. Sledovanie tvarových zmien v jednotlivých oblastiach lebky má z hľadiska odhadu pohlavia význam aj pre vývoj metód aplikovateľných pri fragmentárnych a nekompletných nálezoch. Napriek tomu, že ľudská lebka je tvorená mnohými vývinovo a funkčne prepojenými štruktúrami (modulmi), všetky jej časti tvoria komplexný funkčný celok. Jednou z oblastí štúdia ontogenetických súvislostí na lebke sú zmeny v oblasti predného neurokrania v súvislosti s vývinom hornej časti splanchnokrania a stupňom alveolárneho prognatizmu. Komplexné usporiadanie jednotlivých lebečných štruktúr je navyše zdrojom veľkej variability vo veľkosti aj tvare, ktorá zároveň odráža schopnosť lebky reagovať na zmeny životných podmienok. V bioarcheologických štúdiách sa pri rekonštruovaní a hodnotení životných podmienok minulých populácií okrem iného používa ako indikátor stresu a životných podmienok fluktuálna asymetria (malé náhodné odchýlky od dokonalej symetrie) a platybázia (sploštenie lebečnej bázy). Výška lebečnej bázy, ako ukazovateľ platybázie, býva u ľudí trpiacich v priebehu vývinu nutričným stresom nižšia než u ľudí, ktorí boli nutričnému stresu vystavení v menšej miere, hodnota fluktuáčnej asymetrie by mala byť naopak vyššia. Je otázkou, ako uvedené indikátory životných podmienok súvisia s variabilitou v tvare lebky.

Ciele:

(A) Sexuálny dimorfizmus

1. zistiť, či sa priemerný tvar celej mužskej a ženskej lebky líši;
2. zistiť, či sa priemerný tvar mužskej a ženskej lebky líši v oblasti očníc;
3. vizualizovať prípadné rozdiely a zistiť, kde sú najvýraznejšie tvarové rozdiely medzi mužmi a ženami.

(B) Stranové rozdiely (*Object symmetry*)

1. zistiť, či sa u mužov a u žien líši veľkosť a tvar očnice na pravej a ľavej strane tela;
2. zistiť, či je miera fluktuáčnej asymetrie väčšia u mužov alebo u žien;
3. zistiť, či sa u mužov a u žien líši veľkosť a tvar pravého a ľavého bazálneho trojuholníka, ktoré vznikajú rozdelením trojuholníka definovaného bodmi *porion sin*, *basion*, *porion dx* výškou lebečnej bázy (t. j. minimálnou vzdialenosťou bodu *basion* k spojnici pravostranného a ľavostranného bodu *porion*);
4. zistiť, či je miera fluktuáčnej asymetrie väčšia u mužov alebo u žien.

(C) Zmeny tvaru a súvislosť dvoch tvarov

1. zistiť, ako súvisí tvar oblasti definovanej bodmi *bregma*, *basion*, *prosthion* a *nasion* so zmenami vzájomných vzdialeností medzi týmito bodmi u mužov a u žien;
2. zistiť, či sú zistené závislosti u mužov a u žien zhodné;
3. zistiť, ako súvisí veľkosť uhla v nasiu (t. j. uhla, ktorý zvierá línia prechádzajúca bodmi *bregma* a *nasion* s líniou prechádzajúcou bodmi *nasion* a *basion*) s veľkosťou uhla tvárového trojuholníka v

prothiu (t. j. uhla, ktorý zvierá línia prechádzajúca bodmi *basion* a *prosthion* s líniou prechádzajúcou bodmi *prosthion* a *nasion*);

4. zistiť, či celkový tvar lebky súvisí s tvarom pravej a ľavej očnénice u mužov rovnako ako u žien;
5. zistiť, či celkový tvar lebky súvisí s oblasťou očníc ako celkom u mužov rovnako ako u žien.

(D) Súvislosť tvaru a asymetrie

1. zistiť, ako súvisí veľkosť a tvar trojuholníka definovaného bodmi *porion sin*, *basion*, *porion dx* a výška lebečnej bázy (t. j. minimálna vzdialenosť bodu *basion* k spojnici pravostranného a ľavostranného bodu *porion*) s mierou fluktuatívnej asymetrie pravého a ľavého bazálneho trojuholníka;
2. zistiť, či sú zistené závislosti u mužov a žien zhodné.

Literatúra

Gimunová, M., 2012: *Morfometrické vzťahy chodidla k ostatným častem ľudského tela*. Bakalárska práca. Brno: Masarykova univerzita

Jurda, M., 2008: *Tafonomické zmeny ľudskej lebky z pohľadu geometrické morfometrie*. Magisterská diplomová práca. Brno: Masarykova univerzita

Koprdová, A., 2010: *Fluktuálna asymetria dermatoglyfických a morfometrických znakov ľudskej ruky*. Magisterská diplomová práca. Brno: Masarykova univerzita

Kozinová, M., 2012: *Lokálna variabilita v tloušťce epidermální lišty distálních článků prstů*. Bakalárska práca. Brno: Masarykova univerzita

Urbanová, P., 2009: *A Study of Human Craniofacial Variation by Using Geometric Morphometrics*. Dizertační práca. Brno: Masarykova univerzita











