

Marjana Udovič¹, Maja Ovsenik²

Tridimenzionalna študija obraza pri slovenskih mladostnikih³

Three-Dimensional Facial Morphology for Slovenian Youth³

IZVLEČEK

KLJUČNE BESEDE: obraz, holografija, mladostniki

Izhodišče: Diagnostika obraznih proporcij v zobni in čeljustni ortopediji temelji na analizi standardizirane fotografije obraza. Fotografija obraza je slikovna metoda, katere glavna pomanjkljivost je, da je dvodimenzionalna projekcija obraza in je hkrati zelo subjektivna metoda analize. Preiskovanci in metode: V raziskavo smo vključili 80 preiskovancev, 40 mladostnic ($\bar{x}$ = 22,9 let, SD $\pm$ 1,4 leta) in 40 mladostnikov ($\bar{x}$ = 23,1 let, SD $\pm$ 1,6 leta), starih med 19 in 27 let, in jih slikali s trodimenzionalnim slikovnim sistemom. Ta je sestavljen iz dveh visoko resolucijskih laserskih kamer (Minolta Vivid VI900 3D), ki delujeta v paru in sta povezani z računalnikom (2GHz Pentium 4). Izmerjene razlike med skupinama smo analizirali s Student t-testom, za značilne vrednosti p smo določili vrednosti $<0,05$. Ugotovitve: Izdelali smo povprečen videz obraza slovenske mladostnice in mladostnika. Ugotovili smo povprečno razliko med obraznima videzoma mladostnice in mladostnika ($\bar{x}$ = 0,98 mm $\pm$ SD = 0,60 mm). Določili smo morfološke razlike med obraznima videzoma mladostnice in mladostnika, ki se nahajajo v ličnem področju, v področju obrisa spodnje čeljustnice in v področju rasti obrvi. Zaključki: Digitaliziran zapis povprečnega videza obraza, ki smo ga razvili, pomeni nov in objektivnejši pristop k diagnostiki obraza. Glavna prednost metode je, da je neinvazivna, zato je primerna za spremljanje rasti in razvoja v določeni populaciji ter primerjanje rasnih značilnosti obraznega videza. Omogoča možnost količinskega spremljanja in vrednotenja različnih metod zdravljenja kot tudi objektivnejše spremljanje rezultatov zdravljenja. Metoda omogoča izdelavo norm obraznih razmerij na nov, natančnejši, objektivnejši in sodobnejši način.

313

ABSTRACT

KEY WORDS: face, holography, adolescence

Background: Many orthodontic abnormalities appear as morphological abnormalities of the face, and the most disturbing to the observer is the asymmetry of the face. The diagnostics of facial abnormalities rely on the analysis of standardised photographs. Analysis of facial photographs is an important diagnostic tool, but unfortunately it shows a three-dimensional object in two dimensions. Subjects and methods: A total of 80 adults, 40 females (= 22.9 years, SD $\pm$ 1.4 years) and 40 males (= 23.1 years, SD $\pm$ 1.6 years), were selected for the study. The laser-scanned system that we used was composed of two Minolta Vivid VI900 optical laser-scanning devices assembled as a stereo pair connected to a 2GHz Pentium 4 processor. Results: The average Slovenian male and female face at the mean age of 22 years was constructed. The mean difference between the male and female facial templates was 0.98 $\pm$ 0.60 mm.

¹ Marjana Udovič, absolventka dentalne medicine, Istrskega odreda 58, 6320 Portorož.

² Doc. dr. Maja Ovsenik, dr. dent. med., Katedra za čeljustno in zobno ortopedijo, Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Hrvatski trg 6, 1000 Ljubljana.

³ Delo je prejelo študentsko Prešernovo priznanje v letu 2007.

The areas of the greatest deviation were the zygomatic area, the lower jaw line and the eye-brow area. Differences between the groups were analysed using the Student's t test and p values < 0.05 were considered significant. Conclusions: Our hypothesis was confirmed by the construction of the average face. The evolution of the laser-scanned system has brought a new, more objective approach to the diagnosis of facial asymmetry, which is a useful method for the comparison of craniofacial anomalies. It is a precious tool that allows following facial changes due to growth and treatment methods.

UVOD

Videz obraza določajo mehka in trda tkiva. Med njimi obstaja tesna povezava, ki jo specialisti zobne in čeljustne ortopedije ter maksilofacialne kirurgije že desetletja uspešno izkoriščajo za analizo in diagnostiko obraznih razmerij (1).

V zobni in čeljustni ortopediji uporabljamo za diagnostiko obraznih nepravilnosti številne diagnostične postopke. Delimo jih na biogenetično, funkcionalno in morfološko diagnostiko (2, 3). Med najpogostejše uporabljene diagnostične metode so: klinični pregled, analiza študijskega modela, fotografije glave in obraza in telerentgenskih posnetkov (4). Metode za diagnostiko obraznih nepravilnosti lahko v splošnem delimo v dve skupini: v 2D-slikovne in v 3D-slikovne metode. Največja pomanjkljivost prvih je prav njihova ploskovna omejenost, pri drugi skupini pa se pogosto soočamo z neželenim izpostavljanjem škodljivemu sevanju (5).

Analiza fotografije obraza je temeljni diagnostični pripomoček v zobni in čeljustni ortopediji. Pri vsakdanjem kliničnem delu uporabljamo analizo fotografije od spredaj, v profilu in polprofilu (4).

Fotografija obraza je od vseh metod najbolj subjektiven postopek, saj ocenjujemo 3D-subjekt iz 2D-posnetkov. Merimo in opazujemo točke, ki na preiskovancu v resnici ne obstajajo. Vendar pa je za oceno estetskega videza obraza to najcelovitejša in najpomembnejša preiskava. Pri analizi obraznega profila z digitalizirano fotografijo se zaradi težavnosti pri ugotavljanju natančnega položaja referenčnih točk kljub dobrim rezultatom še vedno pojavljajo večja odstopanja v meritvah (6).

Človeški obraz je 3D-objekt in je torej njegova 2D-projekcija zelo občutljiva na spre-

membe položaja glave, svetlobne razmere in izražanje razpoloženja (7).

Z namenom objektivnejšega ugotavljanja morfološkega obraza je bil cilj raziskave ugotoviti povprečen obraz mladostnikov s tridimenzionalno slikovno metodo. Nova laserska slikovna metoda omogoča kakovostno 3D-slikanje brez stranskih učinkov, ki ga lahko brez predsodkov uporabljamo v raziskovalne in diagnostične namene na vsej populaciji.

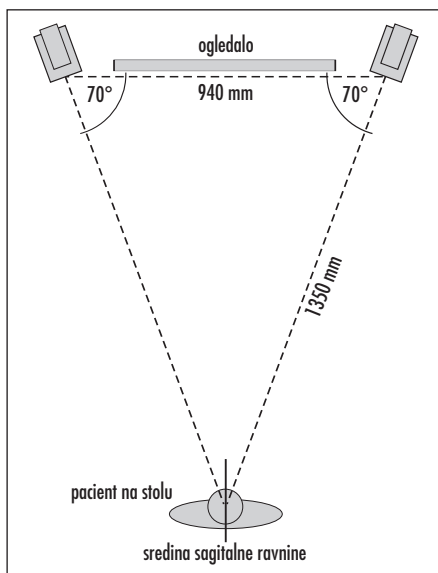
Z izdelavo povprečnega videza obraza slovenske mladostnice in mladostnika (v nadaljnjem besedilu: povprečen obraz mladostnice in mladostnika) smo pridobili pomembno izhodišče za opazovanje slovenske populacije. Povprečen obraz mladostnice in mladostnika omogočata objektivnejši pristop pri ocenjevanju obraznih nepravilnosti, morfološke razlike med spoloma in primerjavo obrazne morfološke med različnimi populacijami.

PREISKOVANCI IN METODE

V raziskavo smo vključili 80 študentov Univerze v Ljubljani, starih med 19 in 27 let. Vključili smo vsako drugo mladostnico in vsakega drugega mladostnika iz seznama prijavljenih prostovoljcev, do števila 40 preiskovancev vsakega spola. Vzorec preiskovancev je bil naključen.

Uporabili smo laserski snemalni sistem, sestavljen iz dveh visoko resolucijskih kamer Minolta Vivid VI900, s preverjeno natančnostjo 0,1 mm. Delovali sta obojestransko usklajeno. Merilni napravi so določili natančnost do $0,56 \pm 0,25$ mm in napako v računalniški zaznavi levega in desnega posnetka za $0,13 \pm 0,18$ mm (8).

Vsaka kamera oddaja očesu varen laserski žarek prvega razreda, valovne dolžine $\lambda = 690$ nm pri 30 mW. Razdalja med predmetom in kamero je bila med 600 in 2500 mm, hitrost odčitavanja pa 0,3 sekunde. Sistem



Slika 1. Shematičen prikaz namestitve kamer in preiskovanja.

uporablja polovičen sistemski prenos obremenitve naprav in lahko privzema 307,000 podatkovnih točk. Pridobljeni podatki se prikazujejo s 640×480 slikovnih točk za 3D-sliko v rdeči, zeleni in modri barvi. Podatki se posnamejo in zapišejo na računalnik s procesorjem 2 GHz Pentium 4 (Dell, Wicklow, Irsko). Za površinsko slikanje smo uporabili leče srednjega razreda Minolta z goriščno razdaljo 14,5 mm. Kamero smo postavili 1350 mm od preiskovanca (slika 1).

Podatke smo obdelovali z računalniškim programom Multi-Scan (Cebas Computer, GmbH, Eppelheim, Nemčija) in podatke shranili v obliki koordinatnega zapisa. Tako pridobljene podatke smo za nadaljnjo uporabo prenesli v program za oblikovanje Rapidform 2004-RF (INUS Technology, Seul, Koreja). Vse linearne meritve smo opravili v milimetrih. Sistem kamer z vso potrebno opremo smo umestili v prenosno delavnico, v kateri so svetlobni pogoji vedno enaki. Namestimo jo lahko tudi v ordinacijo ali manjšo sobo. Preiskovanec je sedel na nastavljenem stolu z glavo v naravnem položaju, ki se je izkazal za klinično ponovljivega (9). Preiskovanec je med slikanjem gledal naravnost predse v ogledalo, kjer sta bili vrisani navpična in vodoravna linija.

Oči je prilagodil vodoravni liniji, obrazno središčnico pa navpični liniji. Med slikanjem je

preiskovanec pogoltnil slino in zadržal čeljust v fiziološki mirni legi. Slikanje z obema kamerama je potekalo istočasno in trajalo v povprečju 7,5 sekund. V primeru, da se je preiskovanec med slikanjem premaknil, smo slikanje ponovili. Končni posnetek je sestavljen iz posnetka leve in desne polovice obraza.

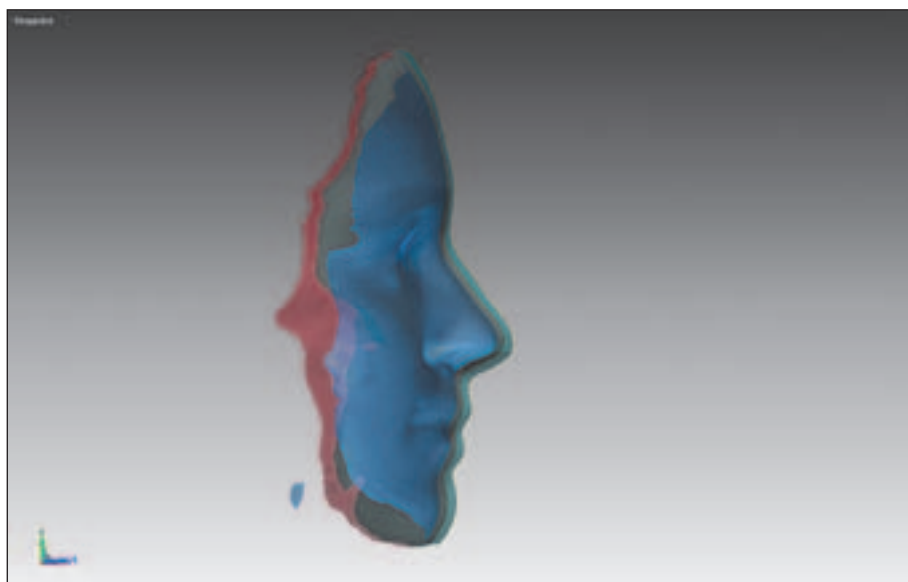
Posnetke leve in desne polovice obraza smo uskladili s pomočjo področij prekrivanja obrazov. Od glavne slike površinskega prikaza obraza smo ročno odstranili nezaželeno šume in za vsakega preiskovanca pridobili zapis celotnega obraza (10).

Za analizo statističnih podatkov smo uporabili računalniški program RF4. Izdelali smo mape odklonov površinskih posnetkov in tako pridobili vrednost površine povprečnega obraza mladostnice in mladostnika z odklikom v smeri večjih in manjših vrednosti od povprečja. Te smo uporabili za statistično analizo odklonov od povprečnega obraza med levim in desnim usklajenim posnetkom površine obraza v skupini mladostnic in mladostnikov. Končne obdelane podatke smo uporabili za statistično analizo razlik pri preiskovankah in preiskovancih ter razlik med spoloma (9).

REZULTATI

V raziskavo smo vključili 80 preiskovancev, 40 mladostnic ($\bar{x} = 22,9$ let, $SD \pm 1,4$ leta) in 40 mladostnikov ($\bar{x} = 23,1$ let, $SD \pm 1,6$ leta). Posnetke vseh štiridesetih preiskovank smo združili v povprečen obraz mladostnice, prikazan s sivo barvo. Zelena barva prikazuje površino obraza, ki odstopa od povprečnega obraza mladostnice za $1,63 \text{ mm} \pm 0,52 \text{ mm}$ v smeri večjih vrednosti od povprečja. Modra barva prikazuje površino obraza, ki odstopa od povprečnega obraza mladostnice za $1,63 \text{ mm} \pm 0,52 \text{ mm}$ v smeri manjših vrednosti od povprečja. V tem območju, ki ju označujeta zelena in modra barva, je zajetih 68,26 % obraznih površin mladostnic (slika 2).

Posnetke vseh štiridesetih preiskovancev smo združili v povprečen obraz mladostnika, prikazan z modro barvo. Zelena barva prikazuje površino obraza, ki odstopa od povprečnega obraza mladostnika za $1,87 \text{ mm} \pm 0,55 \text{ mm}$ v smeri višjih vrednosti od povprečja. Svetlo modra barva prikazuje površino obraza, ki

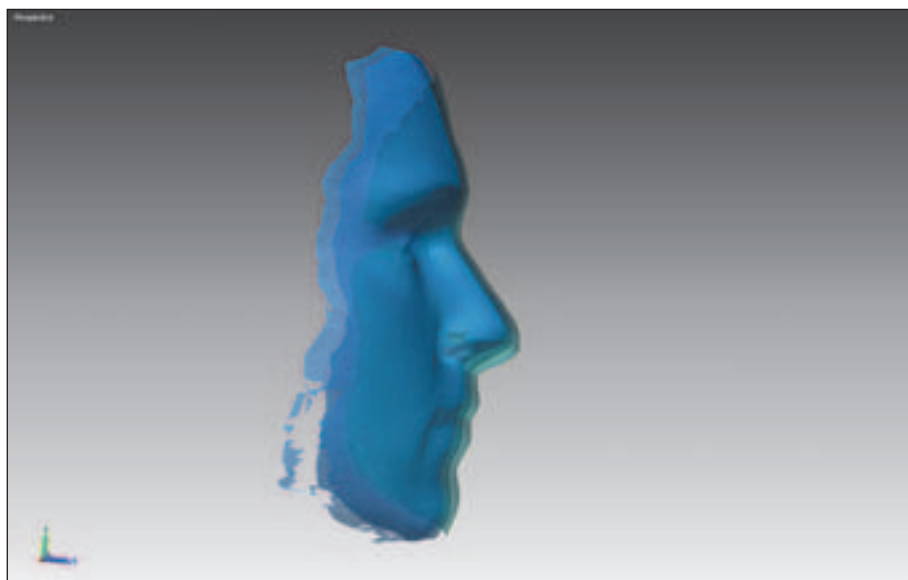


Slika 2. Povprečen obraz mladostnice in površini odmika v smeri večjih in manjših vrednosti od povprečja.

Legenda k sliki 2:

- siva barva, povprečen obraz mladostnice
- modra barva, površina obraza manjše vrednosti od povprečja za vrednost ene standardne deviacije ($x = -1,63 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$)
- zelena barva, površina obraza večje vrednosti od povprečja za vrednost ene standardne deviacije ($x = +1,63 \text{ mm} \pm 0,52 \text{ mm}$)

316



Slika 3. Povprečen obraz mladostnika in površini odmika v smeri večjih in manjših vrednosti od povprečja.

Legenda k sliki 3:

- temno modra barva, povprečen obraz mladostnika
- svetlo modra barva, površina obraza manjše vrednosti od povprečja za vrednost ene standardne deviacije ($x = -1,87 \text{ mm} \pm 0,55 \text{ mm}$)
- zelena barva, površina obraza večje vrednosti od povprečja za vrednost ene standardne deviacije ($x = +1,87 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$)



Slika 4. Vrednosti prekrivanja povprečnega obraza mladostnice s povprečnim obrazom mladostnika z največjim odklikom od popolnega prekrivanja v smeri večjih in manjših vrednosti od povprečja.

Legenda k sliki 4:

- siva barva področje prekrivanja med površinama povprečnih obrazov ($x = 0,0 \text{ mm} \pm 0,75 \text{ mm}$)
- rdeča barva, odstopanja v smeri večjih vrednosti od popolnega prekrivanja ($x = 0,7 \text{ mm}$ do $2,5 \text{ mm}$)
- modra barva, odstopanja v smeri manjših vrednosti od popolnega prekrivanja ($x = \text{od } -0,7 \text{ mm}$ do $-2,5 \text{ mm}$)

odstopa od povprečnega obraza mladostnika za $1,87 \text{ mm} \pm 0,55 \text{ mm}$ v smeri manjših vrednosti od povprečja. V tem območju, ki ju označujeta zelena in svetlo modra barva, je zajetih 68,26 % obraznih površin mladostnikov (slika 3).

Temno siva barva prikazuje prekrivanje med površinama obeh povprečnih obrazov. Povprečna obraza mladostnice in mladostnika se prekrivata v razmaku $0,75 \text{ mm}$ v smeri večjega in manjšega odklika od popolnega prekrivanja na področju 39,68 % celotne površine obraza. Področja največjega odklika od popolnega prekrivanja v smeri večjih vrednosti so področje hrbtišča nosu, zgornje ustnice, obris spodnje čeljustnice v področju brade in izraščanja obrvi. Največji odklik v tej smeri je znašal $+2,56 \text{ mm}$, ki je na sliki označen s temno rdečo barvo. Obrazne površine, kjer so največji odkliki od popolnega prekrivanja v smeri manjših vrednosti, so: predel med spodnjo ustnico in brado ter predel oči in lic, ki sta označena s temno modro barvo. Tu je največji odklik od popolnega prekrivanja znašal $-2,52 \text{ mm}$ (slika 4).

RAZPRAVLJANJE

Pri ocenjevanju obraznega videza se sprašujemo, kako pomemben je zunanji videz za delovanje posameznika v družbi in kolikšnje vpliv simetrije, estetike zob in spolnih značilnosti za lepoto obraza. Lepi ljudje imajo številne vsakdanje prednosti. Veljajo za prijaznejše, pametnejše, zanimivejše ter socialno bolj usposobljene. To so razlogi, da se povečuje želja po čim lepšem zunanjem videzu telesa, obraza in zob. Zato tudi narašča povpraševanje po estetskem zobozdravstvu, ortodontskih in kirurško-ortognatskih posegih (11).

Pri ocenjevanju obraznega videza se srečamo z določeno stopnjo asimetrije. Številni avtorji so si zastavljali vprašanje, kolikšna stopnja asimetrije oz. simetrije pripomore k prijetnemu videzu obraza. Nekateri simetričnosti ne pripisujejo večjega pomena, vendar hkrati priznavajo, da so skrajno asimetrični obrazi manj privlačni. Drugi avtorji pravijo, da daje simetrija obrazu privlačen videz (12), medtem ko so določene raziskave pokazale,

da se najprivlačnejši obrazi ne približujejo povprečju (13). Torej obstaja odprto vprašanje simetrije, kolikšna je stopnja simetrije, ki bi jo potrebovali, da nas okolica ne bi ožigosala, in kolikšna, da bi bili uspešni v življenjskem okolju.

Burke (1971) je v raziskavi na 48 preiskovancih ugotovil določeno stopnjo asimetrije obraza in jo označil za stopnjo normalne asimetrije obraza.

Chebib in Chamma (1981) sta poudarila potrebo po izdelavi indeksa obrazne asimetrije in opisala uporabo dvoosnega koordinatnega sistema in računalniškega programa za analizo telerentgenskih posnetkov v anteroposteriorni smeri.

V čeljustni in zobni ortopediji razpolagamo s številnimi diagnostičnimi pripomočki, ki vodijo do pravilne postavitve diagnoze v posameznem primeru. Postavitev diagnoze je temelj za načrtovanje ortodontskega zdravljenja (2, 3).

Nova laserska slikovna metoda omogoča objektivno in kakovostno 3D-slikanje brez škodljivih stranskih učinkov. Zato jo bo mogoče brez predsodkov uporabljati v raziskovalne in diagnostične namene na vsej populaciji. Laserska slikovna metoda omogoča posamezno spremljanje rasti v vseh treh smereh, z neinvazivno metodo, ki jo lahko ponavljamo v poljubnem časovnem razmiku. Tako lahko točno zaznamo najprimernejši čas za uvedbo ortodontske obravnave pri odpravljanju obraznih asimetrij. Ob primerni časovni obravnavi lahko natančno spremljamo napredovanje oz. nazadovanje nepravilnosti. V ta namen so bile že izvedene študije, ki so dale osupljive rezultate. Omogočile so volumensko vrednotenje asimetrije pred kirurško obravnavo in po njej (10).

Specialisti zobne in čeljustne ortopedije in maksilofacialne kirurgije posvečajo veliko pozornost zunanji podobi celotnega obraza in ne samo kostnim in zobnim strukturam (1, 10, 14). 3D-laserska slikovna metoda, ki se v zadnjih letih razvija, se je izkazala za neinvazivno, posredno in popolnoma neš-

kodljivo metodo za analizo zunanje podobe obraza (15).

Uporaba laserske slikovne metode omogoča natančnejšo diagnostiko nepravilnosti, lažje načrtovanje operacijskih posegov, sledenje pacientov med obravnavo in po njej, predvidevanje rezultatov končnega zdravljenja. 3D-upodobitev obraza in obraznih kosti omogoča vpogled v rezultate zdravljenja v vseh ravninah in natančno analizo sprememb, do katerih je prišlo (16).

Povprečen obraz mladostnice zajema 68,26 % površine kože obraza vseh preiskovank. To pomeni, da imajo mladostnice iz Slovenije pri povprečni starosti 22,9 let obrazne značilnosti povprečnega obraza mladostnice z 68,26 % verjetnostjo prekrivanja.

Povprečen obraz mladostnika zajema 68,26 % površine kože obraza vseh preiskovancev. Torej imajo mladostniki iz Slovenije pri povprečni starosti 23,1 let značilnosti povprečnega obraza mladostnika z 68,26 % verjetnostjo prekrivanja.

ZAKLJUČEK

Z izdelavo povprečnega obraza mladostnice in mladostnika smo pridobili standardne vrednosti obraza mladostnikov iz Slovenije. Povprečna obraza mladostnice in mladostnika omogočata objektivnejši pristop pri ocenjevanju obraznih nepravilnosti, prikazujeta morfološke razlike med spoloma in omogočata primerjavo obraznega videza med različnimi rasnimi populacijami.

Digitaliziran zapis povprečnega obraza, kot smo ga prikazali v nalogi, pomeni objektivni, tridimenzionalni pristop k diagnostiki obraza. Omogoča proučevanje rasti in razvoja obraznega področja, diagnostiko obraznih nepravilnosti in spremljanje uspešnosti zdravljenja kot tudi možnost vrednotenja različnih metod zdravljenja. Predlagana metoda ima številne prednosti pri proučevanju in spremljanju rasti in razvoja obraznega področja, v zobni in čeljustni ortopediji kot tudi na področju oralne in maksilofacialne kirurgije ter estetske in plastične kirurgije.

LITERATURA

1. Hyoung-Seon B, Hwa JL, Kee-Joon L. A proposal for soft tissue landmarks for craniofacial analysis using 3-dimensional laser scan imaging. *World J Orthod* 2006; 7: 7–14.
2. Rant J. Fotografija. In: Rant J, ed. Čeljustna in zobna ortopedija. Ljubljana: Univerza v Ljubljani; 1970. p. 114–22.
3. Kavčič P, Mance R, Markelj M. Določitev standardnih vrednosti nekaterih antropometričnih parametrov glave pri otrocih prvih razredov osnovnih šol na območju mesta Ljubljane [raziskovalna naloga]. Ljubljana: Univerza v Ljubljani; 1999.
4. Drevenšek M, Farčnik F. Pregled griza in razpoznavna ortodontskih nepravilnosti. In: Skalerič U, ed. Stomatološka klinična preiskava. Ljubljana: Društvo zobozdravstvenih delavcev Slovenije; 2006. p. 110–41.
5. Burke PH. Stereophotogrammetric measurement of normal facial asymmetry in children. *Hum Biol* 1971; 43 (4): 536–45.
6. Fernández-Riveiro P, Smyth-Chamosa E, Suárez-Quintanilla D, et al. M. Linear photogrammetric analysis of the soft tissue facial profile. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002; 122: 59–66.
7. Berger JL, Pangrazio-Kulbersh V, Thomas BW, et al. Photographic analysis of facial changes associated with maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999; 116: 563–71.
8. Kau CH, Zhurov A, Richmond S, et al. Facial templates: a new perspective in three dimensions. *Orthod Craniofac Res* 2006; 9: 10–7.
9. Kau CH, Zhurov AI, Richmond S, et al. The three-dimensional construction of the average 11-year-old child face: A clinical evaluation and application. *J Oral Maxillofac Surg* 2006; 64 (7): 1086–92.
10. Kau CH, Cronin A, Durning P, et al. A new method for the 3D measurement of postoperative swelling following orthognatic surgery. *Orthod Craniofac Res* 2006; 9: 31–7.
11. Hönn M, Göz G. The ideal of facial beauty: A review. *J Orofac Orthop* 2007; 68: 6–16.
12. Baudouin JY, Tiberghien G. Symmetry, averageness, and feature size in the facial attractiveness of women. *Acta Psychol* 2004; 117: 313–32.
13. Chebib FS, Chamma AM. Indices of craniofacial asymmetry. *Angle Orthod* 1981; 51 (3): 214–26.
14. Wahl N. Orthodontics in 3 millennia. Chapter 8: The chephalometer takes its place in the orthodontic armamentarium. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 129: 574–80.
15. Kau CH, Zhurov A, Scheer R, et al. The flexibility of measuring three-dimensional facial morphology in children. *Orthod Craniofac Res* 2004; 7: 198–204.
16. Moss JP. The use of three-dimensional imaging in orthodontics. *Eur J Orthod* 2006; 28: 416–25.

Prispelo 28. 2. 2008