

Tine Malgaj¹, Jasmina Primožič², Maja Ovsenik³

Tridimenzionalno ovrednotenje oblikovnih značilnosti obraza otrok v obdobju mlečnega zobovja

Three-dimensional Evaluation of Children's Facial Morphology During the Primary Dentition Phase

IZVLEČEK

KLJUČNE BESEDE: 3D-slikovni sistem, obraz, obdobje mlečnega zobovja, razlike med spoloma

IZHODIŠČA. Razpoznavanje in načrtovanje obravnave zobnih in čeljustnih nepravilnosti temelji na medsebojnem odnosu čeljustnic, predvsem pa na zunanjem videzu mehkih tkiv obraza. Z namenom ugotoviti oblikovne značilnosti obraza otrok brez zobnih in čeljustnih nepravilnosti v obdobju mlečnega zobovja smo ovrednotili razlike med povprečnima obrazoma dečkov in deklic pri 5. letu starosti. **METODE.** V raziskavo smo vključili 28 otrok v obdobju mlečnega zobovja (16 dečkov in 12 deklic), starih od 5 do 6 let ($5,45 \pm 0,34$ let), brez zobnih in čeljustnih nepravilnosti. S tridimenzionalnim laserskim slikovnim sistemom smo pridobili tridimenzionalne posnetke obrazov otrok in izdelali tridimenzionalni mrežni model povprečnega obraza dečkov in deklic. Razlike med oblikovnimi značilnostmi obraza dečkov in deklic smo kvalitativno in kvantitativno ovrednotili. Za kvalitativno vrednotenje smo uporabili barvne zemljevide, ki ponazarjajo razlike med prekritima povprečnima 3D-modeloma obrazov. S primerjavo vrednosti posameznih spremenljivk, ki so opisovale površino obraza in njegovih sestavin, smo razlike med spoloma ovrednotili tudi kvantitativno. Za preverjanje razlik v spremenljivkah med dečki in deklicami smo uporabili Mann-Whitneyjev U-test. Za raven statistične značilnosti smo izbrali standardno vrednost vsaj 95 % intervala zaupanja ($p < 0,05$). **REZULTATI.** 3D-model povprečnega obraza dečkov je bil večji od 3D-modela povprečnega obraza deklic. Vrednosti dveh spremenljivk, ki opisujeta velikost obraza in njegovih struktur v prečni (širina leve očesne reže) in navpični smeri (dolžina srednjega dela obraza), sta bili pri dečkih značilno večji ($p < 0,05$). **ZAKLJUČKI.** Dečki so imeli v času merjenja večji obraz kot deklice.

309

ABSTRACT

KEY WORDS: 3D imaging system, face, primary dentition phase, gender dimorphism

BACKGROUNDS. The diagnosis and treatment of dentofacial deformities are based on optimal functional occlusion and especially on the facial soft tissues appearance. The aim of this study was to assess soft tissue characteristics of the face in children without malocclusion during the primary dentition phase in order to evaluate the differences between the average boy's and girl's faces. **METHODS.** 28 children (16 boys, 12 girls) during the primary den-

¹ Tine Malgaj, dr. dent. med., Ulica bratov Mravljakov 13, 3000 Celje

² Doc. dr. Jasmina Primožič, dr. dent. med., Katedra za čeljustno in zobno ortopedijo, Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Hrvatski trg 6, 1000 Ljubljana; jasmnaprimozic@gmail.com

³ Prof. dr. Maja Ovsenik, dr. dent. med., Katedra za čeljustno in zobno ortopedijo, Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Hrvatski trg 6, 1000 Ljubljana

tion phase, aged from 5 to 6 years (5.95 ± 0.34), without malocclusion were included in the study. Surface facial images using 3D laser surface scanner system were obtained and the 3D average facial template of an average boy's and girl's face was constructed. Differences between boy's and girl's facial templates were qualitatively and quantitatively evaluated. The color deviation maps were used to qualitatively evaluate the differences between the overlapping facial template. For a quantitative evaluation the values of different parameters that described the facial surface of each subject were compared. To verify the differences in variables between the boys and girls, we used the Mann-Whitney's U-test. For the level of statistical significance a standard value of at least 95% confidence interval ($p < 0.05$) was determined. RESULTS. The average boy's facial template was larger than the average girl's facial template. Two variables that described the size of the face in the lateral (left eye width) and vertical (middle facial height) directions were significantly larger in boys ($p < 0.05$). CONCLUSIONS. Boys had bigger faces than girls at the time of measurement.

UVOD

Razpoznavanje in načrtovanje obravnave zobnih in čeljustnih nepravilnosti temelji na medsebojnem odnosu čeljustnic, predvsem pa na zunanjem videzu mehkih tkiv obraza (1). Ker pa je v stroki dolgo prevladovalo mnenje, da so mehka tkiva le pasiven pokazatelj položaja in oblike spodaj ležečih trdih tkiv, je le nekaj raziskav preučevalo oblikovne značilnosti mehkih in trdih tkiv obraza kot celote (2).

Oblikovne značilnosti obraza dečkov in deklic so preučevali na fotografijah obraza in na stranskih rentgenskih posnetkih glave in vratu tako, da so merili razdalje ali kote med referenčnimi točkami na površini obraza. Ker obe metodi prikazujeta tridimenzionalni (3D) subjekt v dveh dimenzijah, kar je njuna glavna slabost, ponujata omejene možnosti za vrednotenje sprememb globine in oblikovnih značilnosti obraza (5). Poleg tega je uporaba stranskih rentgenskih posnetkov za spremljanje rasti obraza otrok etično vprašljiva, saj zahteva obsevanje preiskovanca (6).

Napredek tehnologije je pripeljal do uvažanja novih, neinvazivnih metod, ki omogočajo prikaz mehkih tkiv obraza v treh dimenzijah. Razvili so različne svetlobne metode, kot so stereofotogrametrija in laserski slikovni

sistem, ki so se razlikovale glede na uporabljeni svetlobni spekter (7). Stereofotogrametrijo in lasersko skeniranje obraza so uporabili za podatkovno bazo in določitev norm v populaciji, spremljanje rasti obraza in ugotavljanje ter vrednotenje videza obraza pred ortodontsko obravnavo in po njej ali po maksilofacialnem kirurškem posegu.

Večina raziskav v pregledani literaturi se je osredotočila na preučevanje oblikovnih značilnosti obraza v poznem obdobju zobovja in v obdobju pubertete, medtem ko se je na oblikovne značilnosti mehkih tkiv obraza že v obdobju mlečnega zobovja osredotočilo le nekaj študij, katerih preučevanje pa je bilo omejeno le na dve dimenziji. Mehka tkiva lahko v zgodnjem razvojnem obdobju prikrijejo težke skeletne nepravilnosti, ki zahtevajo zgodnjo obravnavo (15). Torej bi bilo smiselno raziskovati oblikovne značilnosti trdih in mehkih tkiv obraza kot celote že v obdobju mlečnega zobovja (16).

Z namenom ugotoviti oblikovne značilnosti obraza otrok brez zobnih in čeljustnih nepravilnosti v obdobju mlečnega zobovja smo kvalitativno in kvantitativno ovrednotili razlike med povprečnima obrazoma dečkov in deklic pri 5. letu starosti s 3D-laserskim slikovnim sistemom.

PREISKOVANCI IN METODE

Raziskavo je odobrila Etična komisija Republike Slovenije. Vanjo smo vključili 28 otrok v obdobju mlečnega zobovja, starih od 5 do 6 let, in sicer 16 dečkov ($5,53 \pm 0,40$ let) in 12 deklic ($5,35 \pm 0,23$ let) brez zobnih in čeljustnih nepravilnosti.

Junija 2006 smo ob pregledu izmerili težo in višino preiskovanca, zabeležili izrasle zobe v ustni votlini in slikali obraz otroka s 3D-laserskim slikovnim sistemom. Izračunana povprečna vrednost indeksa telesne mase (ITM) dečkov je znašala $15,82 \pm 1,85$, deklic pa $15,71 \pm 1,74$. Povprečna vrednost ITM vseh otrok je znašala $15,77 \pm 1,77$.

Za pridobitev 3D-posnetkov obraza otrok smo uporabili 3D-slikovni sistem, sestavljen iz dveh laserskih kamer *Minolta Vivid VI910*, ki delujeta obojestransko usklajeno in oddajata po klasifikaciji ameriškega vladnega urada za hrano in zdravila (angl. *Food and Drug Administration*, FDA) očesu neškodljivo lasersko svetlobo prvega razreda valovne dolžine $\lambda = 690$ nm pri 30 mW (17). Za slikanje površine obraza smo uporabili leče srednjega razreda *Minolta* z goriščno razdaljo 14,5 mm, kameri pa smo postavili na razdaljo 1350 mm od preiskovančeve glave. Otroci so sedeli na nastavljivem stolu z glavo v naravnem polo-

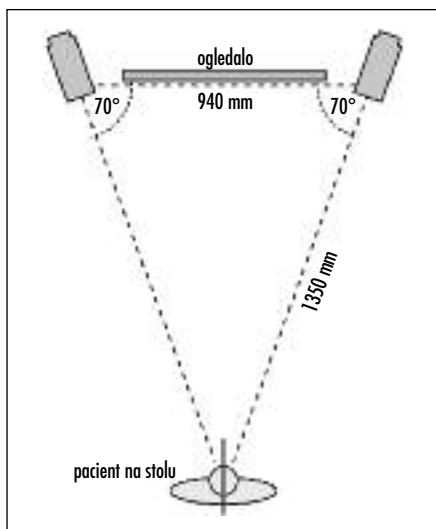
žaju, ki se je izkazal za klinično najbolj ponovljivega (18). Naravni položaj glave smo dosegli s postavitvijo ogledala pred otroka tako, da se je v njem gledal naravnost v oči (slika 1). Slikanje z obema kameraama je potekalo sočasno in je trajalo v povprečju 7,5 sekund.

Levi in desni posnetek površine obraza smo shranili v obliki koordinatnega zapisa in ju za nadaljnjo obdelavo ter analizo prenesli v program *RapidForm™ 2006* (INUS Technology Inc., Seul, Koreja). Po odstranitvi odvečnih šumov smo na podlagi največjega prekrivanja srednjega področja obraza levi in desni posnetek obraza združili v 3D-podobo obraza.

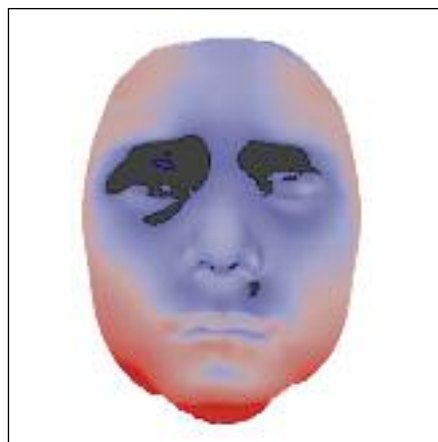
Kvalitativno vrednotenje razlik med površinama obraza dečkov in deklic

Za kvalitativno vrednotenje razlik med dečki in deklicami smo izdelali 3D-mrežna modela povprečnega obraza dečkov in deklic ter ju primerjali.

Mrežni model povprečnega obraza smo izdelali tako, da smo najprej umestili 3D-podobe posameznih obrazov otrok v isti koordinatni sistem z enotnim izhodiščem (odstranitev rotacije in translacije). Kot izhodišče koordinatnega sistema smo izbrali točko *Mid-en* (Mid-en), ki je središčna točka na črti



Slika 1. Shematski prikaz pridobivanja tridimenzionalnih posnetkov obraza.



Slika 2. Prikaz barvnega zemljevida, ki ponazarja razlike med 3D-modeloma povprečnega obraza dečkov in deklic. Področja površine obraza, ki se med spoloma najbolj razlikujejo, so opredeljena z rdečo in modro barvo, področja, kjer so razlike neznatne, pa s sivo barvo.

med notranjima očesnima kotoma in je bila dokazana kot najstabilnejša točka v času rasti obraza (19). 3D-podobe obrazov smo po odstranitvi razlik v velikosti s pomočjo algoritma najboljšega prekrivanja postavili v primerno medsebojno lego in jih združili v 3D-mrežni model povprečnega obraza.

3D-modela povprečnega obraza dečkov in deklic smo poravnali s prekrivanjem točk Mid-en. Razlike med površino 3D-modelov smo kvalitativno ovrednotili s pomočjo barvnega zemljevida. Na barvnem zemljevidu smo ugotavljali področja obraza, ki se med spoloma najbolj razlikujejo, in področja, kjer ni bilo razlik (slika 2).

Kvantitativno vrednotenje razlik med površinama obraza dečkov in deklic

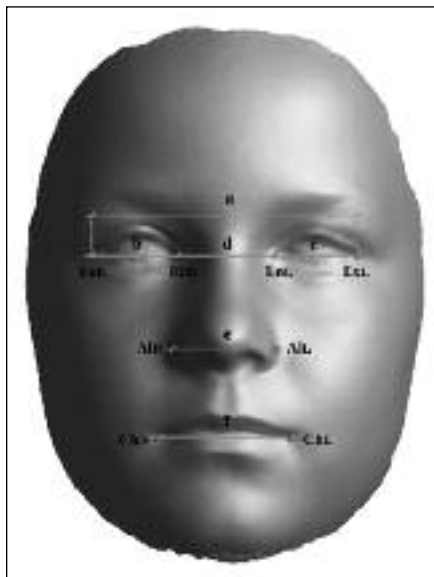
Razlike med površinama obraza dečkov in deklic smo kvantitativno vrednotili kot razlike med koti in razdaljami, določenimi z referenčnimi točkami, in kot razlike v položaju referenčnih točk v prostoru (njihovega koordinatnega zapisa). Dvaindvajset referenčnih točk smo nanесли na 3D-podobe obraza vsakega posameznika glede na njihovo opredelitev po Farkasu (5).

Razlike med obrazoma dečkov in deklic smo kvantitativno vrednotili v prečni (slika 3), sagitalni (slika 4) in navpični (slika 5) smeri.

Razlike v prečni smeri smo vrednotili s primerjanjem širin obraza v področju oči tako, da smo merili razdaljo med zunanjsima očesnima kotoma (razdalja ExD-ExL, slika 3 a). V sagitalni smeri smo vrednotili razlike v konveksiteti obraza s primerjanjem kotov Gl-Prn-Pg z vrhom v točki Prn (slika 4 a) in kotov Gl-Ls-Pg z vrhom v točki Ls (slika 4 b). Slednji kot ne zahteva upoštevanja nosne konice. V navpični smeri smo razlike vrednotili s primerjanjem višin srednjega (razdalja Gl-Sn, slika 5 a) in spodnjega dela obraza (razdalja Sn-Gn, slika 5 b).

Razlike v področju oči smo vrednotili v prečni smeri, in sicer s primerjanjem širin desne očesne reže (razdalja ExD-EnD, slika 3 b), širin leve očesne reže (razdalja ExL-EnL, slika 3 c) in medočesnih razdalj (razdalja EnD-EnL, slika 3 d).

Razlike v področju nosu v prečni smeri smo vrednotili s primerjanjem širin nosnih



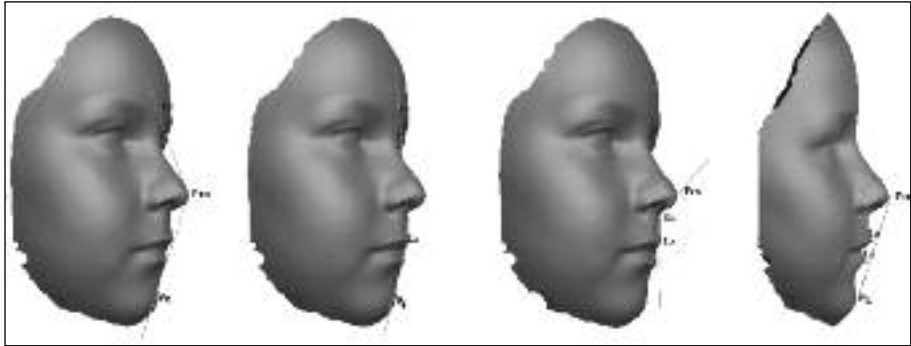
Slika 3. Prikaz spremenljivk v prečni smeri. a – širina obraza, b – širina desne očesne reže, c – širina leve očesne reže, d – medočesna razdalja, e – širina nosnih kril, f – širina ustne reže.

kril (razdalja AID-AIL, slika 3 e), v sagitalni smeri s primerjanjem Z-koordinat točke Prn (razdalja med točko Mid-en in najbolj izbočeno točko nosne konice v Z-smeri, PrnZ) in nazolabialnih kotov (kot med točkami Prn-Sn-Ls z vrhom v točki Sn, slika 4 c), v navpični smeri pa s primerjanjem dolžin nosu (razdalja N-Prn, slika 5 c).

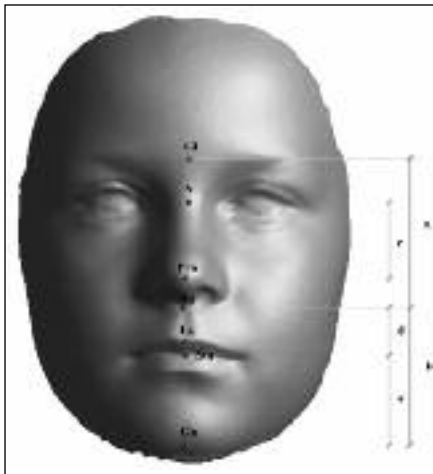
Razlike v področju ust smo v prečni smeri vrednotili s primerjanjem širin ustne reže (razdalja ChD-ChL, slika 3 f), v navpični smeri pa s primerjanjem dolžin zgornje ustnice (razdalja Sn-Sto, slika 5 d) in dolžin dela obraza, ki je zajemal spodnjo ustnico in brado (razdalja Sto-Gn, slika 5 e).

Razlike v odnosu ustnic do nosu in brade smo vrednotili s primerjanjem pravokotnih razdalj roba zgornje (Ls) in spodnje ustnice (Li) do estetske črte (E-črta, slika 4 d), ki povezuje najbolj izbočeni točki nosu (Prn) in brade (Pg).

Razlike v področju brade smo vrednotili v sagitalni in navpični smeri s primerjanjem Y- in Z-koordinat točke Pg (razdalji med točko Mid-en in najbolj izbočeno točko brade v Y- in Z-smeri, PgY in PgZ).



Slika 4. Prikaz spremenljivk v sagitalni smeri. a – obrazna konveksiteta, b – obrazna konveksiteta brez upoštevanja nosne konice, c – nazolabialni kot, d – pravokotni razdalji robov zgornje in spodnje ustnice do E-črte.



Slika 5. Prikaz spremenljivk v navpični smeri. a – srednji del obraza, b – spodnji del obraza, c – dolžina nosu, d – dolžina zgornje ustnice, e – dolžina spodnja ustnica–brada.

Statistična obdelava podatkov

Za statistično obdelavo podatkov smo uporabili program SPSS (The Statistical Package for Social Science SPSS Inc., Chicago, Illinois, ZDA). Po testiranju normalne porazdelitve spremenljivk s testom Shapiro-Wilk in grafi Q-Q normalne porazdelitve ter Levenovim testom enakosti varianc smo za analizo podatkov uporabili neparametrične metode. Kljub temu so za opis vzorca podane povprečne vrednosti in standardne deviacije.

Za preverjanje razlik v spremenljivkah med dečki in deklicami, vključno z ITM, smo

uporabili Mann-Whitneyjev U-test. Za raven statistične značilnosti smo izbrali standardno vrednost vsaj 95% intervala zaupanja ($p < 0,05$).

Za ugotavljanje ponovljivosti uporabljene metode smo uporabili koeficient Intraclass Correlation Coefficient (ICC), za njegovo razlaganje pa interpretacijo po Landisu in Kochu (20).

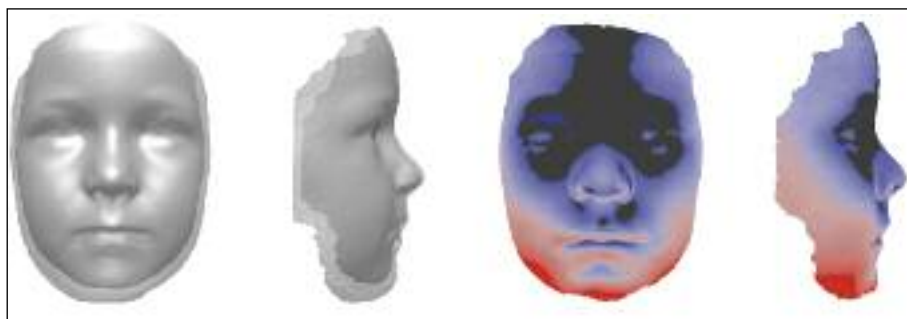
REZULTATI

Razlike med površinama 3D-modelov povprečnega obraza dečkov in deklic – kvalitativno ovrednotenje

Razlike med površinama 3D-modelov povprečnega obraza dečkov in deklic smo kvalitativno ovrednotili s pomočjo barvnega zemljevida.

Razlike med površinama 3D-modelov povprečnega obraza dečkov in deklic v času merjenja so prikazane na sliki 6. Siva barva na barvnem zemljevidu prikazuje področja, kjer se modela povprečnih obrazov dečkov in deklic ne razlikujeta za več kot 1 mm v vseh smereh. Področja modre in rdeče barve prikazujejo razlike med povprečnima obrazoma, in sicer razlike od 1 do 3 mm z modro, od 3 do 6 mm pa z rdečo barvo.

3D-model povprečnega obraza dečkov je bil večji od 3D-modela povprečnega obraza deklic. Razlike med površinama modelov povprečnih obrazov dečkov in deklic so vidne na celotni površini obraza, razen v področju srednjega dela čela, oči in korena nosu. Naj-



Slika 6. Prikaz prekrivanja dveh modelov povprečnega obraza dečkov in deklic od spredaj (a) in s strani (b) ter barvni zemljevid razlik med povprečnima obrazoma od spredaj (c) in s strani (d).

večje razlike so opazne v področju stranskega dela lic ter v področju ustnic in brade, manjše v področju stranskega dela čela in srednjega dela lic ter v področju nosu (slika 6).

Razlike med površinama obraza dečkov in deklic – kvantitativno ovrednotenje

Spremenljivke, ki so se med spoloma statistično značilno razlikovale, so prikazane v tabeli 1.

Povprečni vrednosti dveh od 19 spremenljivk, ki opisujejo površino obraza, sta bili pri dečkih značilno večji kot pri deklicah. Vrednosti ITM se med spoloma nista statistično značilno razlikovali.

Ponovljivost postavljanja referenčnih točk in merjenja spremenljivk

Za vse spremenljivke, s katerimi smo kvantitativno vrednotili spremembe obraza in njegovih struktur, smo ugotovili odlično ponovljivi-

vost z najnižjo vrednostjo ICC 0,85 za spremenljivke okoli oči.

RAZPRAVA

V literaturi ni veliko študij, ki bi na podlagi površine obraza sočasno preučevale oblikovne značilnosti trdih in mehkih tkiv obraza kot celote. Dolgo je namreč prevladovalo mnenje, da so mehka tkiva le pasiven pokazatelj položaja in oblike spodaj ležečih trdih tkiv (2). Nekateri raziskovalci so preučevali debelino mehkih tkiv in ugotovili njihovo razmerje do trdih tkiv, s tem pa določili vpliv slednjih na obrazno estetiko (21). Raziskave Burstona in Subtelnija so pokazale, da imajo mehka tkiva lastni rastni potencial (22, 23). Razpoznavanje in načrtovanje obravnave zobnih in čeljustnih nepravilnosti temelji tako na medsebojnem odnosu čeljustnic kot tudi na zunanjem videzu mehkih tkiv obraza (1). Ker je treba začeti z obravnavo nekaterih zobnih in čeljustnih nepravilnosti že v obdobju mleč-

Tabela 1. Statistično značilne razlike med dečki in deklicami. PV – povprečne vrednosti, SD – standardne deviacije, Min in Max – najmanjše in največje vrednosti srednjega dela obraza in širine leve očesne reže, Gl–Sn – srednji del obraza, ExL–EnL – širina leve očesne reže.

	DEČKI				DEKLICE				Razlika
	PV	SD	Min	Max	PV	SD	Min	Max	
OBRAZ									
Gl–Sn (mm)	57,51	3,25	51,20	64,30	54,14	1,99	51,10	58,50	0,001
OČI									
ExL–EnL (mm)	22,73	2,24	19,80	28,60	20,91	2,50	17,80	27,00	0,037

nega zobovja, je za natančno razpoznavanje in obravnavo nepravilnosti treba poznati oblikovne značilnosti obraza že v tem obdobju.

Preiskovanci in metode

Oblikovne značilnosti mehkih tkiv pri preiskovancih v obdobju mlečnega zobovja je poleg naše raziskave preučevalo le nekaj longitudinalnih študij v pregledani literaturi, tridimenzionalen subjekt pa so za razliko od naše študije preučevali le v dveh dimenzijah.

Ker so ugotovili povezanost med ITM in rastjo mehkih tkiv obraza ter oblikovnimi značilnostmi obraza, predvsem pri otrocih z visokim ITM, smo iz naše raziskave izključili otroke, katerih vrednost ITM je bila ob času merjenja nad 95. percentilom (25, 26). Prav tako se povprečni vrednosti ITM dečkov in deklic nista značilno razlikovali.

Oblikovne značilnosti obraza smo preučevali na 3D-posnetkih obrazov otrok. Možnost ugotavljanja in vrednotenja razlik med obrazoma dečkov in deklic v prostoru je bila poleg neinvazivnosti metode glavna prednost pred večino dosedanjih študij (27). Za pridobitev 3D-posnetkov smo uporabili laserski slikovni sistem Minolta Vivid VI910 z natančnostjo 0,22 mm (28). 3D-mrežne modele povprečnih obrazov smo poravnali s prekrievanjem točke Mid-en, ki je bila dokazana kot najstabilnejša točka v času rasti obraza (19). Razlike med dvema mrežnima modeloma povprečnih obrazov smo ugotavljali na barvnih zemljevidih. Področij odstopanja dveh povprečnih obrazov, ki so bila manjša od enega mm, pri preučevanju razlik med površinama obrazov nismo upoštevali, saj bi bila lahko le posledica napake uporabljene metode prekrivanja dveh mrežnih modelov.

Ponovljivost postavljanja referenčnih točk je bila primerljiva z dosedanjimi raziskavami, saj smo ugotovili odlično ponovljivost (ICC nad 0,85) pri merjenju vseh opazovanih spremenljivk v najmanjšo vrednostjo za spremenljivke v področju oči (30). Z laserskim slikovnim sistemom je namreč oči zaradi njihove zapletene geometrije najtežje zajeti (30).

Razlike med površinama obraza dečkov in deklic

V prečni smeri so imeli dečki značilno širšo levo očesno režo, v navpični smeri pa značilno daljši srednji del obraza kot deklice. Upoštevati pa moramo tudi kvalitativno vrednotenje prekrivajočih se 3D-modelov povprečnega obraza dečkov in deklic, pri čemer je bil obraz dečka v vseh treh smereh večji. Na ta način smo primerjali celotni površini obrazov in ne samo velikosti spremenljivk, ki so zgolj razdalje in koti, določeni z referenčnimi točkami.

Te ugotovitve so delno v skladu z ugotovitvami drugih raziskav, ki poleg razlik, ugotovljenih v naši raziskavi, navajajo značilne razlike med dečki in deklicami še v nekaterih drugih spremenljivkah, ki opisujejo površino obraza. Najmanjše razlike med dečki in deklicami smo ugotovili v področju površine obraza okrog oči, kar potrjujejo tudi drugi avtorji (14).

ZAKLJUČEK

Ugotovili smo kvalitativne in kvantitativne razlike med površinama povprečnega obraza dečkov in deklic pri 5. letu starosti. Dečki so imeli večji obraz v vseh treh smereh.

LITERATURA

1. Sarver DM, Ackerman JL. Orthodontics about face: the re-emergence of the esthetic paradigm. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000; 117 (5): 575-6.
2. Fishman L. A longitudinal cephalometric study of the normal cranio-facial profile, utilizing a proportional analysis of skeletal, soft-tissue and dental structures. *Int Dent J.* 1969; 19: 352-79.
3. Bishara SE, Jorgensen GJ, Jakobsen JR. Changes in facial dimensions assessed from lateral and frontal photographs. Part I-Methodology. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995; 108 (4): 389-93.
4. Genecov JS, Sinclair PM, Dechow PC. Development of the nose and soft tissue profile. *Angle Orthod.* 1990; 60 (3): 191-8.

5. Farkas L. Anthropometry of the head and face. 2nd ed. New York: Raven Press; 1994.
6. Kau CH, Richmond S, Palomo JM, et al. Three-dimensional cone beam computerized tomography in orthodontics. *J Orthod.* 2005; 32 (4): 282–93.
7. Hajeer MY, Millett DT, Ayoub AF, et al. Applications of 3D imaging in orthodontics: part I. *J Orthod.* 2004; 31 (1): 62–70.
8. Kau CH, Richmond S, Zhurov A, et al. Use of 3-dimensional surface acquisition to study facial morphology in 5 populations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 137 (4): S56.e1–S.e9.
9. Nute SJ, Moss JP. Three-dimensional facial growth studied by optical surface scanning. *J Orthod.* 2000; 27 (1): 31–8.
10. Božič M, Kau CH, Richmond S, et al. Novel method of 3-dimensional soft-tissue analysis for Class III patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 138 (6): 758–69.
11. Marmulla R, Hassfeld S, Luth T, et al. Laser-scan-based navigation in cranio-maxillofacial surgery. *J Craniomaxillofac Surg.* 2003; 31 (5): 267–77.
12. Nanda RS, Meng H, Kapila S, et al. Growth changes in the soft tissue facial profile. *Angle Orthod.* 1990; 60 (3): 177–90.
13. Kau CH, Richmond S. Three-dimensional analysis of facial morphology surface changes in untreated children from 12 to 14 years of age. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008; 134 (6): 751–60.
14. Bishara SE, Jorgensen GJ, Jakobsen JR. Changes in facial dimensions assessed from lateral and frontal photographs. Part II-Results and conclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995; 108 (5): 489–99.
15. Wisth PJ. Changes of the soft tissue profile during growth. *Trans Eur Orthod Soc.* 1972: 123–31.
16. Tollaro I, Baccetti T, Bassarelli V, et al. Class III malocclusion in the deciduous dentition: a morphological and correlation study. *Eur J Orthod.* 1994; 16 (5): 401–8.
17. Kau CH, Zhurov A, Scheer R, et al. The feasibility of measuring three-dimensional facial morphology in children. *Orthod Craniofac Res.* 2004; 7 (4): 198–204.
18. Chiu CS, Clark RK. Reproducibility of natural head position. *J Dent.* 1991; 19 (2): 130–1.
19. Zhurov A, Richmond S, Kau CH, et al. Averaging facial images. In: Kau CH, Richmond S, editor. *Three-Dimensional Imaging for Orthodontics and Maxillofacial Surgery.* Oxford: Blackwell Publishing; 2010. p. 126–47.
20. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics.* 1977; 33 (1): 159–74.
21. Riedel RA. Esthetics and its relation to orthodontic therapy. *Angle Orthod.* 1950; 20 (3): 168–78.
22. Burstone CJ. Integumental contour and extension patterns. *Angle Orthod.* 1959; 29: 93–103.
23. Subtelny JD. A longitudinal study of soft tissue facial structures and their profile characteristics, defined in relation to underlying skeletal structures. *Am J Orthod.* 1959; 45: 481–507.
24. Bishara SE, Jakobsen JR, Hession TJ, et al. Soft tissue profile changes from 5 to 45 years of age. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 114 (6): 698–706.
25. Riolo M, Moyers RE, TenHave TR, et al. Monograph 20. Facial soft tissue changes during adolescence. In: Carlson D, Ribbens KA, editor. *Craniofacial growth during adolescence.* Ann Arbor: Center for Human Growth and Development: University of Michigan; 1987.
26. Kuczmariski RJ, Ogden CL, Grummer-Strawn LM, et al. CDC growth charts: United States. *Adv Data.* 2000; 314: 1–27.
27. Moss JP. The use of three-dimensional imaging in orthodontics. *Eur J Orthod.* 2006; 28 (5): 416–25.
28. Keating AP. An evaluation of virtual and actual three-dimensional occlusal records [doktorsko delo]. Cardiff (UK): University of Cardiff; 2004.
29. Kau CH, Richmond S, Zhurov AI, et al. Reliability of measuring facial morphology with a 3-dimensional laser scanning system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005; 128 (4): 424–30.
30. Toma AM, Zhurov A, Playle R, et al. Reproducibility of facial soft tissue landmarks on 3D laser-scanned facial images. *Orthod Craniofac Res.* 2009; 12 (1): 33–42.
31. Ferrario F, Spriano G, Piantanida R, et al. [Surgical treatment of otosclerosis in the aged. Results of retrospective analysis]. *Acta Otorinolaryngol Ital.* 1997; 17 (6): 419–24.