

Usporedba statističkih metoda pri praćenju rasta zubnih nizova

Comparison of the Statistical Methods in the Follow-up of the Growth of Dentition

Rajka Brčić
Vesna Gaži-Čoklica*
Asja Miličić*

Dom zdravlja Velika Gorica
* Zavod za ortodontiju
Stomatološkog fakulteta
Zagreb

Sažetak

Razvojne promjene u području zubnih nizova tijekom rasta od velikog su značenja u ortodontiji. Istraživanje je poduzeto s namjerom da se ispituju prednosti, odnosno nedostaci statističkih analiza pri longitudinalno praćenom uzorku ispitanika u različitim razvojnim stadijima denticije. Uzorak od 51 ispitanika, obaju spolova, inicijalno selekcioniran kao »normalan« (bez izrazitijih simptoma ortodontskih anomalija) istraživao je longitudinalno, od potpune mliječne do kompletiranja trajne denticije (od 4,7 do 11,5 godina).

Evidentirane su promjene analizom 22 varijable. Dentometrijski i gnatometrijski rezultati su obrađeni longitudinalnom regresijskom statističkom analizom prema Goldsteinu i osnovnom sumarnom statističkom metodom, analizom prosječnih vrijednosti i mjera varijabiliteta za pojedinačne preglede kao i ukupno za čitavo ispitivano razdoblje.

Nalazi su prikazani tablicama i grafički. Učinjena usporedba pokazuje sukladne rezultate, a razlike koje se eventualno iskazuju kreću se u okviru $\pm 1/2$ standardne devijacije, osim u početnim pregledima ponegdje, oko ± 1 standardne devijacije.

Zaključno se može konstatirati da su obje statističke metode podjednako pouzdane ako se njihovi rezultati razumno interpretiraju, imajući u vidu ograničenja koja nam nameću.

Ključne riječi: rast i razvoj, denticija, gnatometrija

Acta Stomatol. Croat.
1994; 28: 33-39

IZVORNI
ZNANSTVENI RAD

Primljeno: 2. prosinca 1993.
Received: December 2, 1993

Promjene tijekom rasta, posebice u području zubnih nizova, te dinamika i intenzitet rasta, oduvijek su zaokupljali znanstvenike. Iako su se istraživanja takve vrste ranije zasnivala na ispitivanju uzoraka s malim brojem ispitanika ili na longitudinalnom praćenju nekolicine dje-

ce, a podaci se evaluirali statističkim metodama poprečnoga presjeka, u biti su bila vrlo slična današnjima (1).

U novije vrijeme, sve se više osjeća potreba za iznalaženjem »više razine« statističke obrade podataka. U tom je smislu statističku analizu

longitudinalno sakupljenih podataka o rastu, u vidu longitudinalne regresijske analize, prvi predočio Goldstein (2) 1986. godine. Statistički model je, nedugo zatim, primijenio Bushang (3) 1988. i 1989., van der Beek (4) 1991., te u nas Brčić (5) 1993. godine.

Svrha istraživanja

Istraživanja rasta i razvoja maksilofacijalnog kompleksa nisu mimoišla ni naše područje (6–18), no relativno je malen broj radova proizašao iz longitudinalnog praćenja uzorka, ali bez primjene longitudinalne regresijske analize za vrednovanje dobivenih podataka.

Stoga smo poduzeli istraživanje sa svrhom da se:

- ispituju prednosti, odnosno nedostaci longitudinalne statističke regresijske analize pri praćenju ispitanika u različitim razvojnim stadijima denticije;
- usporede rezultati dobiveni osnovnom sumarnom statistikom i longitudinalnim regresijskim modelom;
- doprinese istraživanjima takve vrste na našem nacionalnom području.

Ispitanici i postupak

Ispitivanje je provedeno longitudinalno, na inicijalno selekcioniranom uzorku 51 ispitanika obaju spolova.

Istraživanje je provedeno u razdoblju od kompletne mliječne (prosječna dob od 4,7 godina) do druge faze mješovite denticije, kroz 6 pregleda tijekom 8 godina.

Odabrana su djeca koja pri prvom pregledu nisu iskazivala izrazitije simptome ortodontskih nepravilnosti, dakle »normalnih« okluzija s potpunom mliječnom denticijom u relativno stabilnom razvojnom stadiju.

Promjene zubnih nizova registrirane su analizom 20 kvantitativnih dentometrijskih i gnatometrijskih varijabli, te dviju kvalitativnih varijabli, koje su se odnosile na promjene u klasi i na anomalije. Kvantitativne varijable obuhvaćale su veličinu gornjih i donjih inciziva, širine gornjeg i donjeg zubnog niza mjerenih u području kanina, oba mliječna molara, odnosno premolara, dužine gornjeg i donjeg zubnog niza mjerenih u istim mjernim točkama, te odnos

među incizivima – horizontalnu incizalnu stepenicu i dubinu zagriža.

Dobiveni podaci obrađeni su metodama osnovne sumarne statistike i longitudinalnim regresijskim modelom prema Goldsteinu.

Osnovna sumarna statistika uključivala je izračunavanje aritmetičkih sredina, te mjere varijabiliteta za sve ispitanike u svakom pojedinačnom pregledu. Rezultati su uspoređivani ispitivanjem razlika aritmetičkih sredina i testiranjem njihovih značajnosti Studentovim »t« testom.

Longitudinalna Goldsteinova regresijska metoda temelji se na izračunavanju individualnih krivulja rasta za svaki subjekt, prema polinomskom izrazu oblika

$$y = b_0 + b_1 \times \text{dob} + b_2 \times \text{dob}^2.$$

- odsječak b_0 odgovara ishodišnoj vrijednosti varijable, kada je dob jednaka 0;
- koeficijent uz linearni član b_1 označuje veličinu rasta;
- koeficijent uz kvadratni član b_2 označuje akceleraciju rasta.

Rezultati su prikazani tabelarno i grafički.

Tabelarni prikaz (tablica 1) uključuje: 1. fikсни dio, koji sadrži elemente polinomskog mate-

Tablica 1. Rezultati Goldsteinove regresijske analize za varijablu gornja interkanina širina

Table 1. The results of Goldstein's regression analysis for the upper inter canine width variable

GS3			
Eksplanatorne	Procjene	SE	
Fiksni dio			
odsječak	13,88	3,36	P < 0,05
dob	3,4	0,67	P < 0,05
dob (2)	-0,15	0,03	P < 0,05
Slučajna odstupanja između subjekata			
sigma 0 (2)	565,02	98,61	
sigma 1 (2)	22,6	4,25	
sigma 2 (2)	0,62	0,01	
sigma 01	-112,04	20,29	
sigma 02	5,55	1,05	
sigma 12	-1,13	0,22	
unutar subjekata			
sigma (2)	7,02	1,34	
Korelacije			
odsječak i lin. koeficijent (dob)			-0,99148
odsječak i kvadr. koeficijent (dob ²)			0,953203
lin. i kvadr. koeficijent			-0,97039

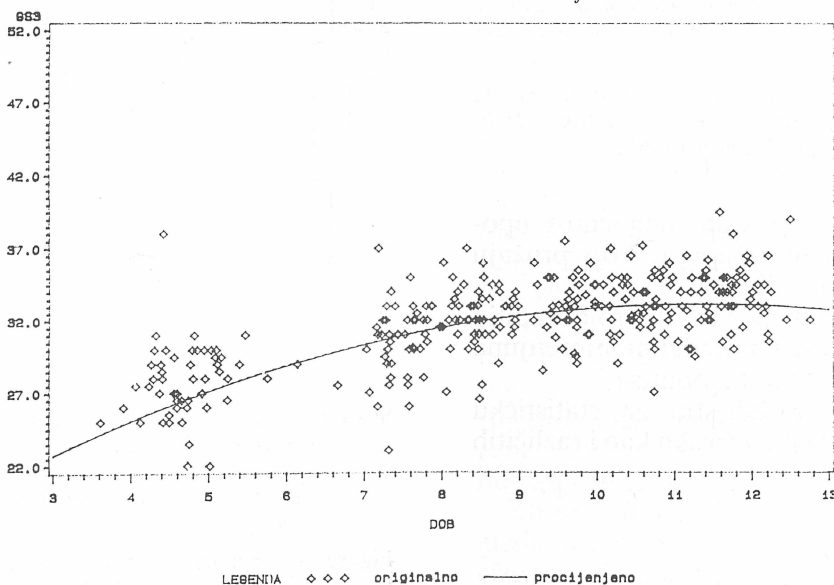
matičkog izraza; 2. procjenu signifikantnosti svih elemenata fiksnog dijela modela, dakle početne vrijednosti varijable, veličine rasta i akceleracije; 3. varijance i kovarijance, kao individualna odstupanja pojedinaca od procijenjene krivulje; 4. standardnu pogrešku; 5. korelacije između koeficijenata i odsječka, te između koeficijenata, gdje je vidljiv obrnuto razmjeran odnos ishodišne vrijednosti i veličine rasta s akceleracijom, što primjerice govori da manje početne vrijednosti varijable pokazuju veći porast, a veće se manje povećavaju (slika 1).

Grafički prikaz rezultira izgladenom krivuljom (smoothed curve), procijenjenom na temelju individualnih krivulja (slika 2).

Za procjenu odstupanja od prosječnih krivulja rasta, učinjen je i usporedni grafički prikaz krivulja srednjih vrijednosti i procijenjenih krivulja, pri čemu se opažaju razlike u okviru $\pm 1/2$ standardne devijacije, odnosno oko ± 1 standardne devijacije ili više samo ponegdje u početnim pregledima (slika 3).

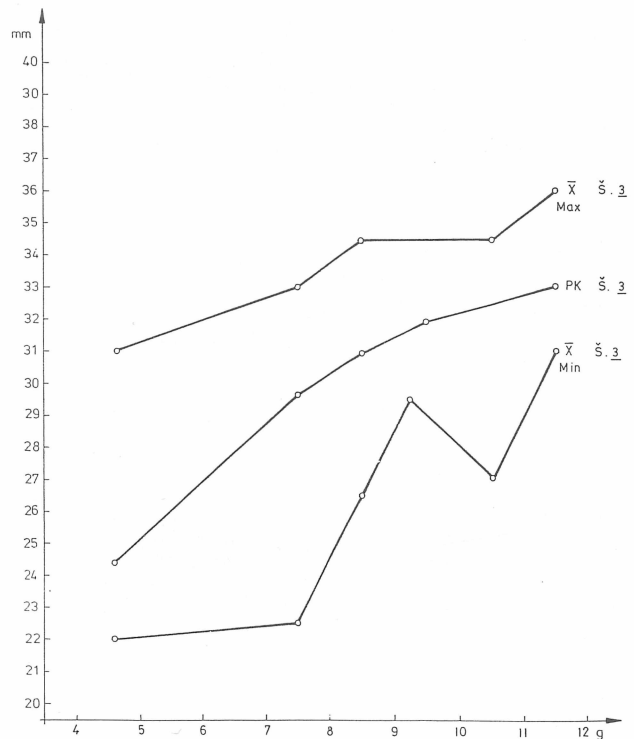
Autor navodi slijedeće prednosti ove metode:

- statistički model opisuje individualne, odnosno procijenjene krivulje rasta;
- model je vrlo fleksibilan jer se koristi polinomima koji mogu opisati krivulje rasta gotovo svih oblika;



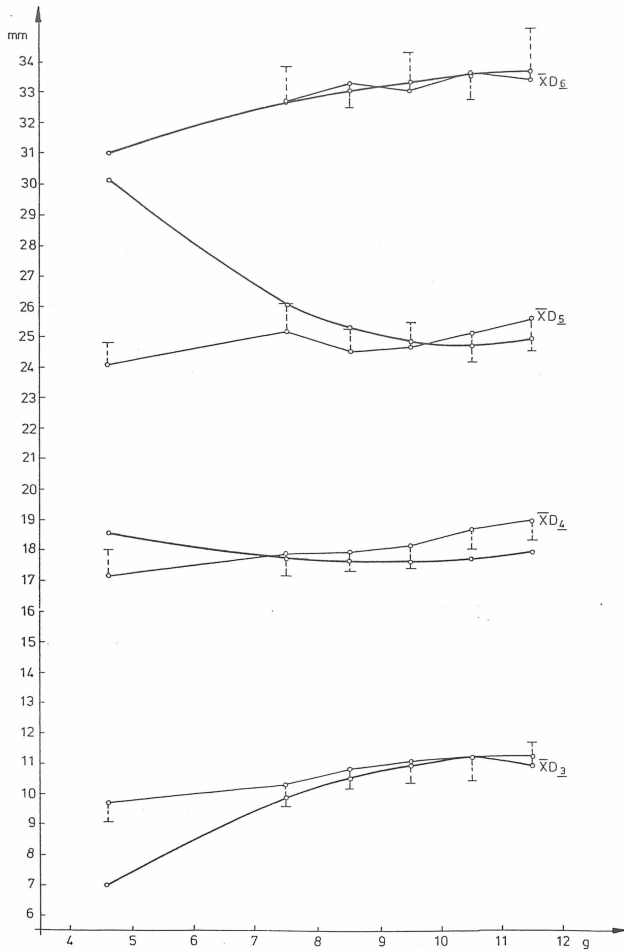
Slika 2. Procijenjena krivulja za varijablu gornja interkanina širina

Figure 2. Evaluated curve of the upper inter canine width variable



Slika 1. Usporedba procijenjene krivulje (PK) varijable gornja interkanina širina s apsolutnim vrijednostima najvećeg i najmanjeg ispitanika pri prvom pregledu

Figure 1. Comparison of the evaluated curve (PK) of the upper inter canine width variable and absolute values of the biggest and smallest subjects at the first examination



Slika 3. Odnos procijenjene krivulje i krivulje srednjih vrijednosti s + ili - 0.5 standardne devijacije za varijable gornjih dužina

Figure 3. Relationship between the evaluated curve and the curve of means with + or - 0.5 standard deviation for the upper length variables

- statistički model predviđa mogućnost uporabe polinoma višeg stupnja, koji pružaju znatno više informacija;
- statistička analiza može vrlo dobro obraditi i one vrijednosti koje u pojedinim mjerenjima nedostaju - tzv. »missing points«;
- modelom se može koristiti za statističku obradu različitih vrsta uzoraka kao i različitih vrsta istraživanja.

Rezultati i rasprava

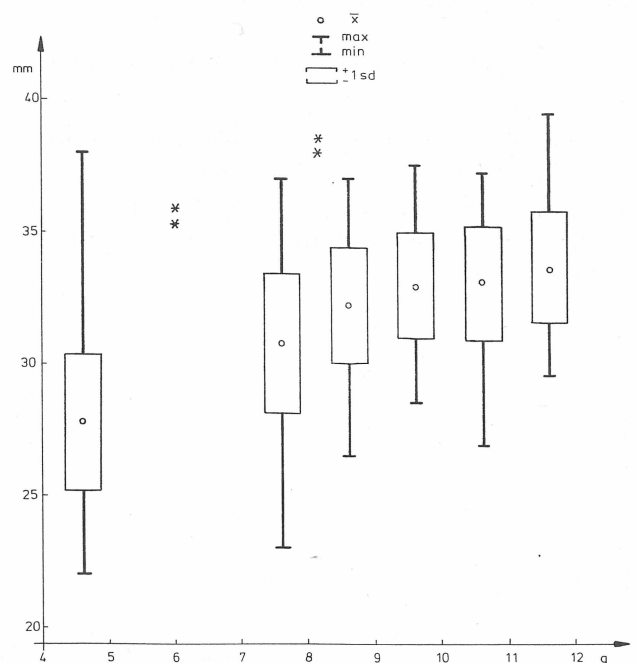
Komentar se odnosi na promjene nekoliko varijabli, koje su uzete kao primjeri različitih oblika prikaza rezultata opisanim postupcima.

Varijabla gornje interkanine širine (GŠ 3) pokazuje signifikantnost promjena u sva tri segmenta fiksnog dijela modela, dakle ishodišne vrijednosti, veličine rasta i akceleracije (tablica 1).

Procijenjena krivulja rasta (slika 2) iskazuje porast ove dimenzije tijekom cijelog ispitivanog razdoblja.

Prema provedenoj osnovnoj sumarnoj statističkoj analizi, parametar gornje interkanine širine pokazuje značajno povećanje srednjih vrijednosti na razini od 1% između 1. i 2. pregleda, te 2. i 3. pregleda, u doba kada se odvija mijena zubi frontalne regije (slika 4). Prosječne su vrijednosti do kraja ispitivanog razdoblja i dalje u porastu, a značajnost ukupne razlike od 1. do 6. pregleda ponovno se iskazuje na razini od 1%.

Koeficijenti varijabilnosti najveći su među varijablama širina (gornjih i donjih), a smanjuju se do dobi od oko 9,5 godina.



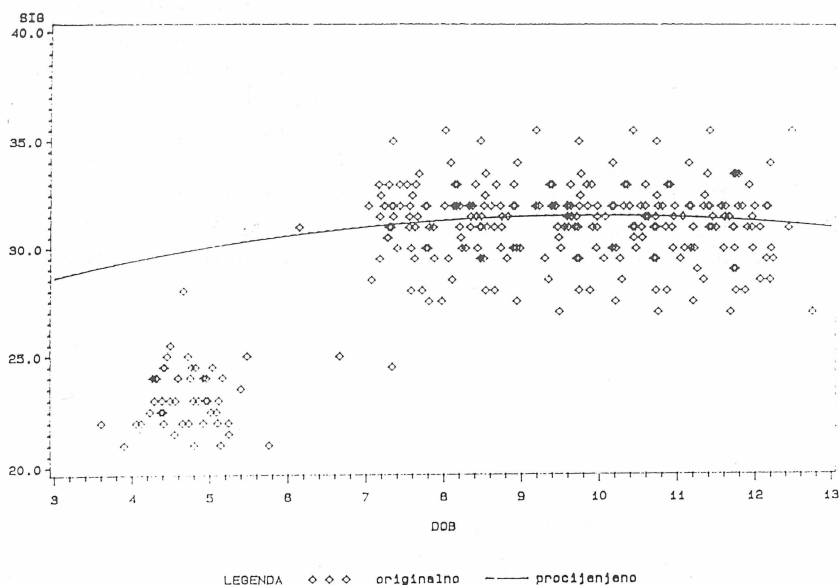
Slika 4. Prikaz aritmetičkih sredina, minimalnih i maksimalnih vrijednosti, + i - 1 standardna devijacija, sa značajnostima razlika između aritmetičkih sredina ($p < 0,01$) za varijablu gornja interkanina širina

Figure 4. Arithmetical means, minimal and maximal values, +/-1 standard deviations, with significance of differences between arithmetical means ($p < 0.01$) for the upper inter canine width variable, according to examinations

Parametar gornje dužine regije drugih mliječnih molara odnosno premolara (GD5) također pokazuje statističku značajnost promjena svih elemenata fiksnog dijela modela, a na grafičkom prikazu procijenjene krivulje rasta uočava se depresija s najnižom točkom u doba mijene potporne zone (slika 3). Analizom prosječnih vrijednosti iskazuje se znatno produženje od 1,09 mm u dobi od 4,7 do 7,5 godina, što je statistički značajna promjena na razini 1%.

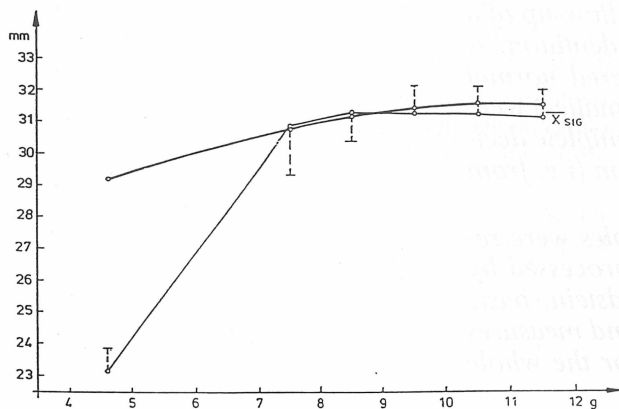
Između 2. i 3. pregleda diferencija je mala i negativna, ali statistički značajna na razini 5%, što može biti posljedica karioznih lezija mliječnih molara. Ukupna diferencija je statistički značajna na razini 1%.

Zanimljiva je usporedba rezultata za veličinu gornjih i donjih inciziva. Na tablici je vidljivo da fiksni dio analize za zbroj gornjih inciziva pokazuje statistički značajne promjene na razini ishodišne vrijednosti varijable i veličine ras-



Slika 5. Procijenjena krivulja za varijablu zbroj gornjih inciziva

Figure 5. Evaluated curve for the upper incisor sum variable



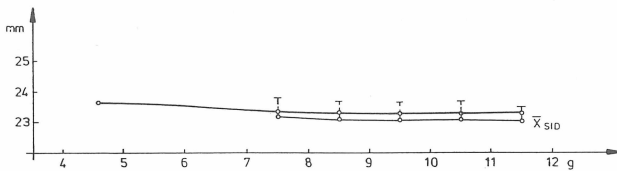
Slika 6. Odnos procijenjene krivulje i krivulje srednjih vrijednosti za varijablu zbroj donjih inciziva

Figure 6. Relationship between the evaluated curve and the curve of means of the upper incisor sum variable

ta, prema čemu se može zaključiti da se s porastom dobi i vrijednost veličine inciziva povećava. Naime, mjerenja su u 1. pregledu vršena na mliječnim incizivima, te se njihov zbroj u 2. pregledu i djelomično u 3. pregledu bitno povećao zbog smjene s trajnim nasljednicima. Taj porast utječe i na oblik procijenjene krivulje (slika 5 i 6), koja u početku pokazuje izrazit uspon usprkos činjenici da zbog svoje »izglađenosti« mimoilazi cijelu grupu rezultata prvog mjerenja, a nakon 3. pregleda vrijednosti se linearno raspoređuju.

Zbroj donjih inciziva mjereno je tek od 2. pregleda, u doba mješovite denticije na trajnim incizivima. Fiksni dio Goldsteinovog modela upućuje na statistički značajne promjene samo u dijelu ishodišne vrijednosti varijable, te se kao grafički rezultat iskazuje ravna linija (slika 7).

Pri tom treba spomenuti još jedno ograničenje koje nam ovaj postupak nameće pri očitavanju i tumačenju rezultata s procijenjene krivulje. Ekstrapoliranje rezultata pri očitavanju naime nije dopušteno, jer može dovesti do pogrešnog zaključka, npr. da i 4,5-godišnjaci imaju iste vrijednosti za zbroj donjih inciziva kao i ispitanici u starijoj dobi.



Slika 7. Odnos procijenjene krivulje i krivulje srednjih vrijednosti za varijablu zbroj donjih inciziva

Figure 7. Relationship between the evaluated curve and the curve of means of the lower incisor sum variable

Zaključci

Na temelju provedenog istraživanja, zaključno se može kazati:

- da su rezultati dobiveni osnovnom sumarnom statistikom i longitudinalnim statističkim modelom uglavnom sukladni;
- da prednosti pruža potonja statistička metoda zahvaljujući zornijem sagledavanju dinamike biometrijskih promjena tijekom rasta zbog »izglađenog« oblika krivulje, premda to nosi i mogućnost »mimoilaženja« s grupom rezultata, posebno na njenim krajevima;
- da se usporedbom obiju statističkih metoda uočavaju razlike, uglavnom u okviru $\pm 1/2$ standardne devijacije, a samo ponegdje u početnim pregledima one iznose oko ± 1 standardne devijacije;
- obje su metode podjednako pouzdane ako se dobiveni rezultati razumno interpretiraju imajući u vidu ograničenja koja se nameću.

COMPARISON OF THE STATISTICAL METHODS IN THE FOLLOW-UP OF THE GROWTH OF DENTITION

Summary

Developmental alterations occurring in the region of dentition during the process of growth are of utmost importance in orthodontics. The aim of this study was to assess the advantages and shortcomings of statistical analyses in a longitudinal follow-up of a sample of subjects in various developmental stages of dentition. A sample of 51 subjects of both sexes, initially considered normal (i.e. free of any marked symptoms of orthodontic anomalies) were observed in a longitudinal study, from the stage of a complete deciduous dentition to the completion of permanent dentition (i.e. from the age of 4.7 to 11.5 years).

Alterations observed by the analysis of 22 variables were recorded. Dentometric and gnathometric results were processed by the longitudinal regression analysis according to Goldstein, basic summary statistical method, analysis of mean values and measures of variability for both individual examination and for the whole study period.

The findings are tabularly and graphically presented. A comparison shows consistent results, with the possible differences falling within ± 0.5 standard deviation, except for the initial examinations occasionally revealing about ± 1 standard deviation.

Adresa za korespondenciju:
Address for correspondence:

Doc. dr. sc. Vesna Gaži-Čoklica
Zavod za ortodonciju
Stomatološkog fakulteta
Gundulićeva 5
41000 Zagreb, Croatia

In conclusion, both statistical methods appear to be almost equally reliable, provided their results are reasonably interpreted and taking their inherent limitations into consideration.

Key words: *growth, dentition, gnathometry*

Literatura

1. MOORREES C F A. The dentition of the growing child. Cambridge: Harvard University Press 1959.245
2. GOLDSTEIN H. Efficient statistical modelling of longitudinal data. *Annals of Human Biol* 1986; 13(12):129-41
3. BUSHANG P H, TANGUAY R, DEMIRIJAN A, LA PALME L, GOLDSTEIN H. Modelling longitudinal mandibular growth: Percentiles for gnathion from 6 to 15 years of age in girls. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1989; 95(1):60-6
4. HOEKSMAN J B, van der BEEK M C J. Multilevel modelling of longitudinal cephalometric data explained for orthodontists. *Eur J Orthod* 1991; 13:197-201
5. BRČIĆ R. Dinamika gnatometrijskih promjena tijekom rasta. Magistarski rad. Zagreb 1993.
6. MILIČIĆ A, GAŽI-ČOKLICA V, HUNSKI M. Razvojne karakteristike kasne mliječne i rane mješovite denticije u prevenciji ortodontskih anomalija. *Acta Stomatol Croat* 1980; 14:72-80
7. LAPTEV V, MAIWALD H J, MORAVEK S, PENNEMANN K, SORIĆ V. Neke morfološke, fiziognomične i antropološke karakteristike ispitanika jednog jugoslavenskog priobalnog područja. *Acta Stomatol Croat* 1968; 3:183-8
8. TRIFUNOVIĆ M, OZEROVIĆ B. Transverzalni razvitak interkaninog predela vilica, između 3. i 6. godine života. *Zbor III Kongr Ortod Jug* 1978; 1:29-31
9. GAŽI-ČOKLICA V. Prilog iznalaženju bioloških vrijednosti kraniofacijalnih mjera, temeljenih na kefalometrijskim parametrima kod ispitanika u toku rasta. *Disertacija*. Zagreb 1984.
10. MILIČIĆ A, GAŽI-ČOKLICA V, HUNSKI M. Ortodontske anomalije i razvojne osobitosti djece predškolskog uzrasta. *Bilten UOJ* 1981; 14:29-39
11. TRIFUNOVIĆ M. Normalan rast i razvoj orofacijalnog sistema i okluzije. U: Marković M. *Ortodoncija*. Beograd: OOS 1982. 408
12. MILIČIĆ A, GAŽI-ČOKLICA V. Razvojne karakteristike kasne mliječne i rane mješovite denticije u prevenciji ortodontskih anomalija. *Acta Stomatol Croat* 1980; 14:72-80
13. GAŽI-ČOKLICA V. Korelacija između definiranih kraniofacijalnih raspona i mjera maksile. Magistarski rad. Zagreb 1977.
14. MILIČIĆ A, GAŽI-ČOKLICA V, BRČIĆ R. Longitudinalno ispitivanje mliječne denticije u zagrebačke djece. *Bilten UOJ* 1986; 19:5-23
15. LEGOVIĆ M, ŽUPAN M. Nepravilnosti okluzije kod djece s mješovitom denticijom. *Acta Stomatol Croat* 1992; 26(2):123-132
16. MILIČIĆ A, GAŽI-ČOKLICA V, BRČIĆ R. Okluzijske osobitosti mliječne denticije u djece novijeg gradskog i prigradskog zagrebačkog naselja (drugi dio). *Acta Stomatol Croat* 1986; 20(4):263-71
17. MILIČIĆ A, ŠLAJ M, GAŽI-ČOKLICA V, BRČIĆ R. Promjene okluzijskih odnosa na prijelazu mliječne u trajnu denticiju kod longitudinalno praćenog uzorka. *Acta Stomatol Croat* 1990; 24(3):157-65
18. MILIČIĆ A, GAŽI-ČOKLICA V, ŠLAJ M, BRČIĆ R. Gnatometrijska obilježja ispitanika sa znakovima koronarne kompresije i bez njih. *Acta Stomatol Croat* 1992; 26(3):163-8
19. PETZ B. *Osnovne statističke metode*. Zagreb: JAZU 1970.231
20. SOLOW B. Computers in cephalometric research. *Comp Biol Med* 1970; 1:41-5