

UNIVERZITET U BEOGRADU

STOMATOLOŠKI FAKULTET

Vladimir B. Ristić

**KRANIOFACIJALNE PROMENE KOD
PACIJENATA II SKELETNE KLASE
LEČENIH APARATOM SA ZAVRTNJEM
ZA MEZIJSALNO POMERANJE DONJE
VILICE**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Beograd, 2015

UNIVERSITY OF BELGRADE

SCHOOL OF DENTISTRY

Vladimir B. Ristić

CRANIOFACIAL CHANGES IN PATIENTS

WITH SKELETAL CLASS II TREATED

WITH APPLIANCE WITH SCREWS FOR

MESIAL SHIFT OF THE LOWER JAW

DOCTORAL THESIS

Belgrade, 2015

STOMATOLOŠKI FAKULTET UNIVERZITETA U BEOGRADU

KLJUČNA DOKUMENTACIONA INFORMACIJA

Redni broj

RBR

Identifikacioni broj

IBR

Tip dokumenta

monografska publikacija

TD

Tip zapisa

tekstualni štampani materijal

TZ

Vrsta rada

doktorska disertacija

VR

Autor

Dr Vladimir Ristić

AU

Mentor

Profesor dr Branislav Glišić

MN

Naslov rada

Kraniofacijalne promene kod pacijenata II
skeletne klase lečenih aparatom sa
zavrtnjem za mezijalno pomeranje donje
vilice

NR

Jezik publikacije

JZ

srpski

Jezik izvoda

JI

srpski,engleski

Zemlja publikovanja Republika Srbija

ZP

Godina 2015.

GO

Izdavač autorski reprint

IZ

Mesto i adresa Trebinjska 1, 11000 Beograd

MA

Fizički opis rada 184 strane, 8 poglavlja, 24 slike, 31 grafikona, 61
tabela, 210 reference

FO

Naučna oblast stomatologija

NO

Naučna
disciplina ortopedija vilica (ortodoncija)

ND

Predmetna odrednica / Ključne reči Malokluzije, funkcionalni aparati, druga klasa,
ortodontska terapija, "M blok"

PO

Univerzalna decimalna
klasifikacija **616.314-089.23(043.3)**

UDK

Čuva se u biblioteci Stomatološkog fakulteta

ČU Rankeova 4, 11 000Beograd

Datum prihvatanja teze

22.05.2012.

DP

Datum odbrane

DO

Članovi komisije za odbranu teze

KO

Predsednik komisije: Prof. dr Ivana Šćepan,

Stomatološki fakultet u Beogradu

Član komisije: Doc. dr Željko Milosavljević,

Stomatološki fakultet u Beogradu

Član komisije: Prof. dr Predrag Vučinić,

Klinika za stomatologiju,

Medicinski fakultet u Novom Sadu

SCHOOL OF DENTISTRY UNIVERSITY OF BELGRADE

KEY WORD DOCUMENTATION

Accession number

ANO

Identification number

INO

Document type

a monograph

DT

Type of
record

textual printed material

TR

Contents code

doctoral thesis

CC

Author

Vladimir Ristić, DDS

AU

Mentor

Professor Branislav Glišić

MN

Titl
e

Craniofacial changes in patients with skeletal
class II treated with appliance with screws for
mesial shift of the lower jaw

TI

Language of text

Serbian

LT

Language of abstract

Serbian, English

LA

Country of publication the Republic of Serbia
CP

Publication year 2015.
PY

Publisher author's reprint
PU

Publication place Trebinjska 1, 11000 Belgrade
PP

Physical description 184pages, 8 chapters, 24 figures, 31 diagrams, 61 tables, 210references
PD

Scientific field dentistry
SF

Scientific discipline dentofacial orthopaedics (orthodontics)
SD

Subject / Key words Malocclusion, functional appliances, class II, orthodontic treatment, "M block"
SKW

Universal decimal classification **616.314-089.23(043.3)**
UDC

Holding data Library, School of Dentistry
HD Rankeova 4, 11 000 Belgrade

Accepted by the Scientific
Board

22.05.2012.

ASB

Defended

DE

Thesis Defense Board

DB

President of the Board: Professor Ivana Šćepan ,
School of Dentistry, Belgrade

Member of the Board: Assistant professor Željko Milosavljević,
School of Dentistry, Belgrade

Member of the Board: Professor Predrag Vučinić,
Clinic of Stomatology,
School of Medicine, Novi Sad

Zahvaljujem se svom mentoru prof. dr Branislavu Glišiću na ideji i pomoći u osmišljavanju cele studije, kao i svim kolegama koje su mi pružile podršku i pomoć tokom izrade ove disertacije. Takođe, posebno hvala Zorani Stamenković, Nedi Stefanović, Tijani Sessa, Jovani Juloski i Jovani Stašić na pomoći prilikom izrade ove disertacije. Na kraju, hteo bih da se zahvalim Ljiljani Gvozdenović Ristić na svim godinama podrške i ljubavi.

APSTRAKT (REZIME)

Uvod. Biološki najprihvatljivija metoda lečenja druge klase je modifikacija rasta funkcionalnim aparatima. Aparat sa zavrtnjem za mezijalno usmeravanje donje vilice (M blok) zahvaljujući svojoj konstrukciji ima osobine i funkcionalnog i aktivnog ortodontskog aparata.

Cilj rada. Cilj istraživanja bio je utvrđivanje skeletnih i dentoalveolarnih promena, kao i promena na mekotkivnom profilu nakon terapije M blokom u poređenju sa Frankel-ovim regulatorom funkcije tip I i bionatorom po Balters-u tip I.

Metode rada. Istraživanjem je obuhvaćeno 70 pacijenata podeljenih u 3 grupe prema vrsti korišćenog aparata (M blok, Frankel-ov regulator funkcije tip I, bionator po Balters-u tip I). Pre terapije svakom od pacijenata uzeta je anamneza i urađen klinički pregled. Pre početka, kao i na kraju terapije, urađen je ortopantomografski i profilni teleradiografski snimak i uzeti su otisci za studijske modele. Na kraju terapije analizirane su promene u položaju i razvijenosti kako gornje, tako i donje vilice, međuviličnih odnosa, promene na kranijalnoj bazi i mekotkivnom profilu lica, kao i promene u položaju sekutića i TMZ-a.

Rezultati. Statistički značajne razlike dobijene su prilikom korišćenja M bloka u analizama razvijenosti i položaja gornje vilice i donje vilice, međuviličnih uglova, dužine prednje i zadnje kranijalne baze, pravca rasta lica, dužine prednje i zadnje visine lica, položaja gornje usne u odnosu na estetsku liniju i položaja gornjih i donjih sekutića i TMZ-a.

Zaključak. M blok dovodi do preusmeravanja položaja gornje i donje vilice i korekcije II klase u I.

Ključne reči. II skeletna klasa, modifikacija rasta, M blok aparat, Fränkel aparat tip I, Bionator po Baltersu tip I.

ABSTRACT (SUMMARY)

Introduction. Biological most appropriate method of treatment class II is a modification of the growth with functional appliances. The machine screw in the mesial direction of the mandible (M block) due to design has features of both functional and active orthodontic appliances.

Objective. The aim of the study was to evaluate the skeletal and dentoalveolar changes as well as changes in soft tissue profile after treatment with M block compared with Frankel's function regulator type I and Balters' bionator type I.

Methods. The study included 70 patients divided into 3 groups according to the type of device used (M block, Frankel's function regulator type I, Balters' bionator type I). Before the therapy each patient's medical history was taken and the clinical examination was performed. At the beginning of the therapy orthopantomographic and profile cephalograph were shot and impressions were taken for study models. At the end of treatment, the changes in the position and development of both the upper and lower jaw, intermaxillary relationships, changes in the cranial base and soft tissue facial profile, as well as changes in the position of the incisors and TMJ.

Results. Statistically significant differences were found when using the M block in the analysis of the development and position of the maxilla and mandible, intermaxillary angles, length of anterior and posterior cranial base, the direction of facial growth, length of anterior and posterior face height, the position of the upper lip in relation to the aesthetic line and position of the upper and lower incisors and TMJ.

Conclusion. M block leads to redirection of the position of the upper and lower jaw and corrections of class II into class I.

Key words. Skeletal Class II, modification of growth, M blok appliance, Fränkel appliance type I, bionator by Balters type I.

SADRŽAJ

UVOD	1
PREGLED LITERATURE	5
CILJEVI ISTRAŽIVANJA.....	52
MATERIJAL I METODOLOGIJA	54
REZULTATI ISTRAŽIVANJA	77
DISKUSIJA.....	140
ZAKLJUČCI	169
LITERATURA.....	173

UVOD

UVOD

Prvu preciznu klasifikaciju malokluzija koja se zasniva na međusobnom odnosu prvih stalnih molara kao pokazatelju sagitalnog dentoalveolarnog odnosa vilica, objavio je Edward H. Angle, 1899. godine. Na osnovu ove klasifikacije, razlikujemo tri tipa okluzalnih odnosa i to I (neutrookluzija), II (distookluzija) i III klasu (meziokluzija). Odnos samih vilica u sagitalnom pravcu definisan je sagitalnim međuviličnim uglom (ANB), gde vrednosti između 2° i 4° označavaju I klasu, vrednosti veće od 4° II klasu, tj. distalni zagrižaj, a vrednosti manje od 2° III klasu, tj. mezijalni zagrižaj.

Prisustvo malokluzija može loše uticati na funkcije žvakanja i govora, uzrokovati bolove u temporomandibularnom zglobu, otežano disanje i bruksizam, a može povećati i rizik od parodontopatije. Određene nepravilnosti položaja i veličine vilica, kao što je nerazvijenost i distalni položaj donje vilice mogu da dovedu do smanjenja dimenzija gornjih vazdušnih puteva, što otežava nazalnu respiraciju i usled pojačane oralne respiracije, verovatno uzrokuje transverzalnu nerazvijenost gornje vilice, visoko nepce, kao i povećanu učestalost karijesa i gingivitisa usled isušivanja sluzokože usne duplje.

Drugu klasu možemo podeliti na (a) skeletnu, koja predstavlja ortodontsku nepravilnost u antero-posteriornom pravcu koja se manifestuje neusklađenom razvijenošću gornje i donje vilice i (b) dentoalveolarnu, koju karakterišu normalni sagitalni skeletni odnosi uz distalni odnos zuba donje i gornje vilice. U zavisnosti od inklinacije gornjih sekutića, Angle je izvršio podelu malokluzije II klase na dva odeljenja (a) II klasa 1. odeljenje kada su sekutići u protruziji i (b) II klasa 2. odeljenje, kada su uretruziji.

Uvođenje kefalometrijske radiografije pedesetih godina XX veka ortodontima je omogućeno da odrede dimenzije i odnose skeletnih i dentoalveolarnih struktura kraniofacijalnog kompleksa, kao i njihove promene usled rasta ili primenjene terapije. Ovo je omogućilo dalja istraživanja u vezi sa uticajem ortodontskih aparata na rast vilica.

Savremeni pristup lečenju skeletne malokluzije II klase, zavisi od starosti pacijenta i izraženosti anomalija, ali suštinski postoje tri načina lečenja: (a) modifikacija rasta, (b) dentalna kamuflaža skeletne nepravilnosti i (c) hirurška korekcija. Cilj terapije II skeletne klase je ispravljanje nepravilnog odnosa vilica, sprečavanje razvoja disfunkcija, kao i traume maksilarnih sekutića povezane sa velikim incizalnim razmakom, i omogućavanje psihosocijalne adaptacije dece u toku važnog procesa formiranja ličnosti.

Svakako biološki najprihvatljivija metoda lečenja je modifikacija rasta funkcionalnim aparatima uz napomenu da je za njenu primenu potreban rezidualni rast.

U terapiji II skeletne klase izazvane distalnim položajem i sagitalnom nerazvijenošću donje vilice, glavni cilj je stimulisanje njenog sagitalnog rasta. "Bite Jumping Appliance", aparat koji utiče na položaj i rast donje vilice predstavio je još 1877. godine Norman W. Kingsli. Pored toga što pojačava rast donje vilice na dole i unapred, ovaj aparat sprečava mezijalni i okluzalni rast gornjih bočnih zuba i pospešuje mezijalno pomeranje donjih bočnih zuba.

I pored velikog interesovanja istraživača i dugotrajne kliničke prakse, postoje oprečna mišljenja i nedoumice u pogledu određenih efekata funkcionalnih aparata. Dok neki autori smatraju da su najveće promene dentoalveolarne prirode, drugi smatraju da osnovne promene nastaju u skeletnim strukturama.

Danas na raspolaganju imamo veliki broj funkcionalnih aparata za rešavanje problema II skeletne klase. Neki od najčešće korišćenih su "M" blok, "Twin Block", aktivator po Andresenu, Fränkel-ov aparat, Hotz-ov aparat, bionator po Baltersu. U okviru ove doktorske disertacije biće prikazano poređenje terapijskih efekata aparata za mezijalno pomeranje donje vilice, o kome ćemo u daljem tekstu govoriti kao o "M" blok aparatu, sa efektima Frankel-ovog aparata i bionatora po Baltersu tip I.

PREGLED LITERATURE

MALOKLUZIJE II KLASE

Savremena procena normalne interkuspidacije se bazira na konceptu Andrews-a koji je formulisao šest ključeva normalne okluzije.

Šest ključeva normalne okluzije su :

1. odnos molara u gornjoj i donjoj vilici u klasi I po Angle-u,
2. pravilna mezio-distalna angulacija krunica zuba,
3. pravilna vestibulo-oralna (labio-lingvalna) angulacija krunice zuba,
4. odsustvo rotacija zuba,
5. mezio-distalni kontakt između zuba u nizovima bez preklapanja i dijastema,
6. blago izražena okluzalna ravan – blaga Špeova kriva od 1-1.5 mm (Andrews 1972).

Međutim, svega 30 - 40 % ljudi u čitavoj populaciji ima normalnu okluziju. Faktori koji utiču na formiranje normalne okluzije su: veličina gornje vilice, veličina ramusa i tela donje vilice, oblik zubnih lukova, veličina i oblik zuba, broj prisutnih zuba, morfologija mekih tkiva (usne, jezik, perioralna muskulatura), loše navike, kao i faktori koji određuju odnose između dve skeletne baze.

Malokluzije II klase spadaju u tzv. sagitalne nepravilnosti u okluziji i predstavljaju poremećaj zagrižaja koji se karakteriše distalnim odnosom donjih bočnih zuba u okluziji.

Skeletna II klasa predstavlja nepravilnost sagitalnog pravca kod koje postoji nesklad u anteroposteriornom položaju viličnih baza koji rezultira povećanjem ugla ANB iznad 4°.

Najčešći skeletni činioci koji karakterišu II klasu su hipoplazija donje vilice (mandibularni retrognatizam) i hiperplazija gornje vilice (maksilarni prognatizam), kao i njihove kombinacije.

McNamara i sar. su na osnovu telerendgenskih profilnih snimaka ustanovili opšte karakteristike II skeletne klase. Ustanovili su da je gornja vilica češće retrognata nego prognata, uz prisutnu dominantnu protruziju gornjih sekutića. Donja vilica je u retrognatiji, dok su donji sekutići u okviru normalnih vrednosti. Pri analizi vertikalne dimenzije, utvrdili su nepostojanje značajnog smanjenja donje trećine lica, dok je uočen dominantni vertikalni pravac rasta (*McNamara 2001*).

Takođe, Reismejjer i sar. su pokazali da pacijenti sa zagrižajem II klase, imaju veće uglove SNA i SN/MP. Ustanovili su i da su dužine donje vilice (Ar-Gn, Go-Gn) znatno manje kod mlađih pacijenata sa II klasom, dok kod starijih nema značajnih razlika u odnosu na I klasu (*Riesmeijer, Prahl-Andersen et al. 2004*). Moyers i sar. su istraživali postojanje različitih skeletnih tipova u okviru malokluzije II klase. Na osnovu parametara koji pokazuju sagitalne odnose, ustanovili su postojanje 6 tipova distalnog zagrižaja :

- Tip A – dentoalveolarna II klasa,
- TIP B – stanje sa normalno razvijenom donjom i prognatom gornjom vilicom,
- TIP C – stanje sa smanjenom gornjom i donjom vilicom u odnosu II klase,
- TIP D – stanje sa smanjenom i retrognatnom donjom vilicom,
- TIP E – stanje koje se karakteriše međusobnim odnosom vilica u II klasi, ali su obe vilice prognate u odnosu na bazu lobanje,

- TIP F – predstavlja mešavinu simptoma iz ostalih tipova.

Ustanovili su postojanje pet tipova distalnog zagrižaja u vertikalnom pravcu:

- Tip 1 – kosa mandibularna i okluzalna ravan sa povećanim gonijalnim uglom i prednjom visinom lica,
- Tip 2 - gotovo paralelne ravni gornje i donje vilice, četvrtasto lice i izražen dubok zagrižaj,
- Tip 3 – otvoren zagrižaj usled retroinklinacije donje vilice i anteroinklinacije gornje vilice,
- Tip 4 – bimaksilarna protruzija sekutića i retroinklinacija baze obe vilice,
- Tip 5 – retroinklinacija gornje vilice i retruzija gornjih sekutića, protruzija donjih sekutića, smanjen gonijalni ugao.

Na osnovu ovih rezultata, dosli su do zaključka da ne postoji povezanost između vertikalnih i sagitalnih tipova II klase (*Moyers, Riolo et al. 1980*).

Retrognatizam donje vilice je najčešći uzrok II skeletne klase. Distalni zagrižaj može biti uslovljen ili apsolutnim deficitom rasta i smanjenjem veličine donje vilice ili se radi o relativnom deficitu, koji nastaje zbog distalnog položaja donje vilice. Kod ovih pacijenata dolazi do pojave dentoalveolarnog distalnog zagrižaja usled distalnijeg položaja donjih molara u odnosu na gornje. Vrlo često usled smanjenog ramusa i tela donje vilice postoji i rotacija donje vilice unazad i nadole, koja je praćena povećanjem ANB ugla i smanjenjem zadnje visine lica, strmom mandibularnom ravni i povećanjem incizalnog preklopa. Ovo

povećanje incizalnog preklopa može se isprovocirati interponiranjem donje usne, koja može dodatno da protrudira gornje i retrudira donje sekutiće. Kod ovakvog oblika nepravilnosti karakterističan je i mekotkivni profil koji se ogleda u pojavi slabo izražene brade, normalnog nazolabijalnog ugla, izraženog mentolabijalnog sulkusa i konveksnog izgleda lica zbog protruzije gornjih sekutića (*Hitchcock 1976*).

Prognatizam gornje vilice, takođe uzročnik II skeletne klase se karakteriše isturenosću srednjeg sprata lica. Uz normalno razvijenu donju vilicu, daje licu konveksan profil. Povećan sagitalni rast gornje vilice, dovodi do povećanja SNA ugla i ukupne dužine maksilarnog korpusa, povećavajući na ovaj način vrednost ANB ugla. Donja usna kod ovih pacijenata je interponirana između gornjih i donjih sekutića, što opet dovodi do povećanja incizalnog stepenika, kao što je slučaj kod pacijenata sa retrognatizmom donje vilice. Veliki incizalni stepenik dovodi do mimoilaženja gornjih i donjih sekutića tokom nicanja, što dovodi do prevelikog vertikalnog izrastanja zuba, posebno donjih sekutića što rezultira pojavom traumatskog distalnog i dubokog zagrižaja. Uvećanje gornje vilice u vertikali može uzrokovati ekstruziju gornjih bočnih zuba u posteriornom predelu, što često dovodi do otvorenog zagrižaja (*Proffit W. R 1993*).

Međutim, malokluzije II klase najčešće nastaju kao kombinacije nerazvijenosti donje i prerazvijenosti gornje vilice. Kod ovih pacijenata, kod kojih je istovremeno prisutna sagitalna prerazvijenost gornje i nedovoljna sagitalna razvijenost donje vilice, prisutan je izražen konveksan profil lica. Takođe, javlja se povećanje ANB ugla usled povećanja SNA ugla i smanjenja SNB ugla. Tačka A je pomerená ispred, dok se tačka B nalazi iza NP vertikale. Incizalni stepenik je povećan, usne su inkompetentne, povećana je prominencija

nosa i prednja visina lica, što sve ukupno narušava facijalnu estetiku. Ukupna dužina korpusa gornje vilice je povećana, a korpus donje vilice je skraćen (*Rakosi T. 1993*).

ETIOLOGIJA MALOKLUZIJA II KLAZE

Dominantnu ulogu u nastanku malokluzija II klase od opštih faktora imaju nasledni, ali i lokalni etiološki faktori (manje značajni).

Brojna istraživanja su pokazala da su veličina i oblik gornje i donje vilice, kao i veličina zuba, osobine koje se nasleđuju nezavisno jedna od druge i da se upravo zbog toga javlja sve veća frekvencija malokluzija u genetski heterogenim populacijama ljudi i pasa (*Proffit W. R 1993*).

Od ostalih opštih etioloških faktora, navode se kongenitalne anomalije (Pierre Robin-ov sindrom, Treacher Collins-ov sindrom i dr.), kao i neke endokrine disfunkcije (*Marković 1982*).

Ispitivanja na odraslim monozigotnim i dizigotnim blizancima istog pola, navode na zaključak da postoje različiti načini kontrole rasta kosti kraniofacialnog kompleksa. Pojedine oblasti su predominantno pod genetskom kontrolom, dok su druge zone predominantno pod uticajem faktora spoljašnje sredine (*Mossey 1999*). Ova ispitivanja su se poklopila sa rezultatima Pertovića i Stutzman-a koji su histološkim analizama došli do istih zaključaka (*Petrovic A. G. 1997*).

Među lokalnim etiološkim faktorima, najznačajniji su nepravilna morfologija i funkcija usana, nepravilna funkcija gutanja, loše navike, oboljenja i traume TMZ, nepravilnost u broju zuba, jatrogeni faktori u vidu nepravilnog ortodontskog lečenja.

EPIDEMIOLOGIJA (UČESTALOST) MALOKLUZIJE II KLASSE

Prema podacima američke epidemiološke studije, malokluzije II klase predstavljaju najrasprostranjeniju ortodontsku nepravilnost među populacijom Sjedinjenih Američkih Država. Rezultati ove studije pokazuju da prevalencija nepravilnosti klase II opada sa uzrastom. Malokluzija II klase prisutna je kod 25-30% dece u mešovitoj, 20-25% dece u ranoj stalnoj denticiji, dok u odrasloj populaciji ovaj procenat iznosi svega 15-20%, što ukazuje na manju prisutnost malokluzije starenjem (*Brunelle, Bhat et al. 1996*).

Epidemiološka istraživanja u zapadnoj Evropi su pokazala da je prevalencija malokluzije II klase u ovoj populaciji slična kao i kod severnoevropske populacije (*Thilander 1973*);(*Helm 1982*).

Prevalencija II klase je znatno manja kod Arapa na Srednjem istoku (10-15%) (14) što je slučaj i kod populacije u južnoj Americi (*de Muniz 1986*). Na kraju, najmanja zastupljenost ove nepravilnosti je prisutna kod pripadnika crne rase (0-2%) (*Barmes 1993*).

Ipak, veoma su interesantna ispitivanja vršena u Australiji, gde je kod doseljenika iz Evrope učestalost slična kao kod Evropljana (20%), dok je kod populacije Aboridžana iznosila ispod 1% (*Homan and Davies 1973*);(*Tod and Taverne 1997*).

Interesantan podatak o prevalenci malokluzije II klase iz južne Indije, izneli su istraživači koji su našli 13, 1 % II klase u populaciji koja potiče iz urbane sredine i 5, 9 % u populaciji iz ruralne sredine (*Kaur 2013*).

TERAPIJA MALOKLUZIJA KLASSE II

Velika zastupljenost malokluzija II klase je uzrokovala veliko interesovanje kliničara za terapiju ove nepravilnosti, tako da su se metode i terapijska sredstva razvijala tokom godina. Do kraja XIX veka, metod se sastojao u retruziji maksilarnih frontalnih zuba, a u cilju smanjenja incizalnog stepenika. Krajem XIX veka, Norman W. Kingsley opisao tehniku terapije distalnog zagrižaja, koja se sastojala u ekstrakciji gornjih prvih premolara i retruziji gornjih frontalnih zuba uz pomoć ekstraoralne sile tj., obraznog luka (*Kingsly 1880*);(*Pancherz 1985*).

Angle je bio veliki protivnik ekstrakcione terapije i 20-tih godina prošlog veka zahvaljujući njegovom snažnom uticaju, ekstrakciona terapija je postala sve manje poželjna u terapiji malokluzija II klase. Njegov način terapije distalnog zagrižaja se sastojao u neekstrakcionom tretmanu fiksnim aparatima uz korišćenje intermaksilarnog sistema, preteče tzv. gumica II klase (*Angle 1907*). On je smatrao da intermaksilarni sistem deluje po principu stimulacije rasta donje vilice i inhibicije rasta gornje vilice.

Sredinom prošlog veka, Broadbent otkriva kefalostat i tako započinje razvoj telerendgenografije kao i mogućnost postavljanja objektivnije dijagnoze i kefalometrijske evaluacije rezultata lečenja (*Oktay 1991*). Uvođenjem telerendgenografije, dolazi do porasta sumnje u Angle-ov način terapije distalnog zagrižaja uz pomoć intermaksilarnih gumica. Uz pomoć lateralnih kefalometrijskih snimaka dobijeni su podaci da intermaksilarne gumice ne dovode do skeletne korekcije nepravilnosti. Angle-ov koncept koji se zasnivao na isključivom postizanju idealne okluzije napušten je, a usled sve većeg

interesovanja za facijalnu estetiku, preuzima se sveobuhvatnji pristup koji je usmeren kako prema zadovoljavanju okluzalnih odnosa, tako i prema postizanju harmonije i balansa odnosa delova lica.

Silas Kloehn počinje sa ponovnim uvođenjem obraznog luka. Zahvaljujući upotrebi telerendgenskih snimaka, on je pokazao da primena ekstraoralnih sila ispoljava pozitivne efekte i na skeletne i na dentalne strukture, što dovodi do korekcije distalnog zagrižaja (*Kloehn 1947*).

Tokom XX veka u evropskoj ortodonciji postoji velika zastupljenost funkcionalnih aparata u korekciji distalnih nepravilnosti. Evropski ortodonti veruju u skeletne efekte ovog tretmana (*Graber T 1997*).

Savremeni način rešavanja malokluzija II klase se svodi na tri terapijska pristupa:

1. modifikacija rasta,
2. dentalna kamuflaža,
3. ortognata hirurgija – hirurška korekcija.

Svakako biološki najprihvatljiviji metod terapije je modifikacija rasta, koja se može sprovesti uz pomoć funkcionalnih aparata, intermaksilarnih gumica i headgear-a u zavisnosti od toga na koju vilicu se prevashodno deluje. Modifikacija rasta je osmišljena još u XIX veku i smatra se da je upravo ona metoda izbora u korekciji skeletnih nepravilnosti. Tretman modifikacijom rasta, ukoliko je uspešan isključuje potrebu za ekstrakcijama ili hirurgijom. Da bi se postigli zadovoljavajući rezultati, neohodno je ispunjavanje određenih preduslova, kao što su: povoljan uzrast (deca, adolescenti, postadolescenti, mlađe odrasle osobe), povoljna dentalna i osealna zrelost pacijenta,

eliminirane loše navike, terapijski povoljan položaj zuba i vilica, saradnja i motivacija pacijenta u nošenju aparata (*Angle 1908*). Modifikacija rasta predstavlja postupak kojim se koristi pacijentov rezidualni rast da bi se provocirala i usmerila promena u položaju i veličini vilica, radi postizanja zadovoljavajućih odnosa. Idealno vreme za ovaj vid terapije je period prepubertetskog skoka rasta. Ovakav vid terapije se izvodi pokretnim funkcionalnim aparatima kod dece i adolescenata sa mešovitom denticijom, dok se kod adolescenata sa stalnom denticijom, postadolescenata i mlađih odraslih osoba koriste fiksni funkcionalni aparati, jer su ovim fazama razvoja pokretni aparati manje delotvorni, a saradnja pacijenata je teža (*Pancherz 2000*). Veiss i Eeiser su pokazali bolju saradnju za ovu terapiju kod dece između 8 i 12 godina, u odnosu na starije od 12 godina (*West 1995*).

Dentalna kamuflaža obuhvata ekstrakciju zuba u gornjoj vilici radi stvaranja prostora za retrakciju zuba prednjeg segmenta vilice. Ukoliko je skeletna II klasa uzrokovana mandibularnim retrognatizmom ovaj vid terapije ne pruža zadovoljavajuće rezultate. Vrlo često je neophodna i ekstrakcija donjih drugih premolara radi postizanja okluzalnih odnosa I klase (*Pancherz 2000*).

Ortognata hirurgija podrazumeva pomeranje donje vilice u skeletni odnos vilica klase I uz izvođenje ili sagitalne split osteotomije ili mandibularne distrakcione osteogeneze. Često se pri hirurškom zahvatu pomeranja donje vilice unapred istovremeno izvodi i hirurško pomeranje gornje vilice unazad (*Le Fort I*);(*Pancherz 2000*).

FUNKCIONALNI APARATI

Funkcionalni aparati predstavljaju ortodontske naprave koje se koriste u terapiji nepravilnosti zagrižaja i pripadaju tzv. “funkcionalnoj ortodonciji”.

Ovi aparati su dizajnirani tako da omogućavaju promenu aktivnosti različitih mišićnih grupa, utičući pri tome kako na funkciju tako i na položaj donje vilice, dejstvom sila koje deluju i na zube i na vilice (*Bishara 2001*). Funkcionalni aparati utiču istovremeno na kosti lica i dentoalveolarne strukture osoba koje rastu. U svojoj osnovnoj konstrukciji nemaju aktivne elemente, već koriste silu koja potiče od aktivnosti mišića orofacijalne regije i preusmeravaju je na pojedine delove dentofacijalnog sistema dovodeći do terapijskih efekata.

Woodside i saradnici navode da funkcionalni aparati deluju kroz:

- dentoalveolarne promene,
- inhibiciju rasta gornje vilice,
- stimulaciju rasta donje vilice,
- povećanje gonijalnog ugla,
- preusmeravanje vertikalnog u horizontalni pravac rasta ,
- preusmeravanje kondilarnog rasta,
- adaptivne promene u glenoidnoj fosi,
- promene u neuromišićnoj anatomiji i funkciji (*Woodside, Metaxas et al.*

1987).

I pored svih prednosti funkcionalnih aparata, može doći do neuspeha u lečenju, tj. nezadovoljavajućih rezultata usled nesaradnje pacijenta, nošenja aparata samo noću, otpočinjanja terapije u vreme minimalnog rasta donje vilice, pogrešne dijagnoze, primene funkcionalnih aparata kod pacijenata sa povećanim donjim spratom lica, nedovoljne retencije i loše kontrole tokom dvofaznog lečenja.

Iako se funkcionalni aparati koriste i ispituju decenijama unazad, postoje oprečna mišljenja i nedoumice u pogledu njihovih efekata. Dok jedan deo autora smatra da su najveće promene dentoalveolarne prirode, drugi smatraju da osnovne promene nastaju u skeletnim strukturama. Neki autori čak navode da su statistički značajne skeletne promene uvek prisutne, ali da često izostaje njihov klinički značaj (*Marsico, Gatto et al. 2011*).

Podele funkcionalnih aparata

Prema Proffit-u postoje tri grupe funkcionalnih aparata:

1. zubno nošeni:

- pasivni (aktivator po Andresenu, bionator, Herbst-ov aparat i dr.),
- aktivni (modifikovani aktivator, ortopedski korektor, M blok, Twin blok i dr.)

2. tkivno nošeni (regulatori funkcije po Frankel-u), (*Proffit W. R 1993*).

Na osnovu toga, da li su fiksirani u ustima pacijenta, funkcionalni aparati dele se na:

- pokretne (aktivator, bionator, Frankel-ov regulator funkcije, Twin blok aparat, M blok aparat i dr.),
- fiksne (Herbst aparat, Jasper jumping i dr.).

NAČIN DELOVANJA FUNKCIONALNIH APARATA

Roux je eksperimentišući na peraju delfina, došao do zaključka da su oblik tkiva i organa u zavisnosti od funkcionalnih stimulansa (*Roux 1895*). Haupl je iskoristio ove činjenice i primenio ih u korekciji viličnih deformiteta upotrebom funkcionalnih stimulansa (aparata). Cilj terapije funkcionalnim aparatima je usmeravanje funkcionalnih stimulansa na promenu oblika i položaja vilice, kondila i zuba. Način usmeravanja ovih sila je pasivan (*Haupl 1949*).

Mehanizam delovanja funkcionalnih aparata se temelji na uključivanju neuromuskularne aktivnosti mastikatornih mišića. Funkcionalni aparati usmeravaju donju vilicu ka napred, a usled pokušaja mišića da je vrate u njenu uobičajenu poziciju generiše se biomehanička sila. Ponavljano vraćanje donje vilice uzrokuje muskularnu i skeletnu adaptaciju. Suštinski radi se o kombinaciji prirodnih sila i veštačke aktivacije (*Rakosi 2010*).

Dok funkcionalni aparati aktiviraju mišiće pojavljuju se različiti tipovi sila: statičke, dinamičke, ritmičke. Statičke sile su permanentne i variraju u veličini i smeru, a potiču od mišića, elastičnosti tkiva i gravitacije. Dinamičke sile su isprekidane, nekonstantne i simultano se javljaju sa pokretima glave, tela i donje vilice. Frekvencija i jačina zavise od dizajna aparata i pacijentove reakcije. Gutanje na primer, produkuje dinamičke sile. Ritmičke sile su povezane sa respiracijom i cirkulacijom (*Rakosi 2010*).

Nezaobilazan postupak prilikom izrade funkcionalnih aparata, jeste uzimanje konstrukcionog zagrižaja. Ovim postupkom se određuje iznos sagitalnog i vertikalnog

pomeranja donje vilice, zahvaljujući kojem se precizno izrađuje aparat koji dovodi do aktivacije muskulature. Iznos sagitalne i vertikalne aktivacije zavisi od vrste funkcionalnog aparata koji će se koristiti u terapiji, ali i od postavljene dijagnoze.

Sila stvorena mezijalnim pomeranjem donje vilice, prenosi se na zube gornje i donje vilice preko akrilatne baze (tela) i labijalnog luka aparata koji je u kontaktu sa gornjim sekutićima. Ove sile se prenose i na periost, vilične kosti, dovodeći do inhibicije sagitalnog rasta gornje vilice, ujedno stimulišući rast donje vilice i uzrokujući dentoalveolarnu adaptaciju vilica (*Graber 2005*). Sagitalne promene tokom nošenja funkcionalnih aparata nastaju kao rezultat povećane aktivnosti mišića protraktora i elevatora sa uporednom relaksacijom i istežanjem retraktora. Aktivacijom protraktora donje vilice eliminišu se eventualne nepravilne funkcije perioralne muskulature, odnosno donje usne, *musculus-mentalialis-a* i mišića submandibularne regije. Putem ove mišićne adaptacije na funkcionalni stimulans, dolazi i do promena na skeletnom nivou (*Remmer KR 1985*). Pored toga što teže da ubrzaju rast donje vilice, ovi aparati ujedno sprečavaju mezijalni i okluzalni rast bočnih zuba gornje vilice i pospešuju mezijalno pomeranje donjih bočnih zuba.

Funkcionalni aparati koji se koriste u terapiji II skeletne klase dizajnirani su tako da usmeravaju donju vilicu unapred i na dole kako bi stimulisali i ubrzali njen rast. Međutim, iako su eksperimenti na životinjama pokazali ubrzanje rasta donje vilice, kliničke studije na pacijentima nisu ovo potvrdile. Petrović i saradnici su radeći na životinjama otkrili je da je kondilarna hrskavica podložna promenama pri ortodontskoj terapiji (*Charlier, Petrovic et al. 1969*);(*Petrovic A. G. 1975; Petrovic A. G. 1988; Petrovic A. G. 1997*);(*Petrovic A. G. 1990*). Tada počinju da se postavljaju pitanja da li je povećanje na ćelijskom nivou

adekvatno kliničkim promenama (*Marschner 1966*). Oni su ustanovili statistički značajno povećan rast donje vilice kod pacijenata tretiranih funkcionalnim aparatima. Na osnovu teorije da funkcionalni stimulansi utiču na količinu rasta kostiju Cunat ukazuje da se povlačenjem donje vilice unapred pojačava aktivacija mišića koja ubrzava rast donje vilice apozicijom kosti na glavi kondila, zadnjoj ivici ramusa i na alveolarnom procesusu, dok se proces resorpcije dešava na prednjoj ivici ramusa (*Cunat J 1974*).

Cozza i saradnici su pregledom velikog broja radova o efektima terapije II skeletne klase funkcionalnim aparatima na rast donje vilice objavljenih u periodu od 40 godina, ustanovili ubrzanje rasta donje vilice za više od 2 mm u poređenju sa kontrolnom grupom (*Cozza, Baccetti et al. 2006*).

Neki autori su došli do zaključka da tokom funkcionalne terapije dolazi do pomeranja skeletnog sistema u planiranom i kontrolisanom pravcu, a da mekotkivni profil ostaje nepromenjen (*Kuyl, Verbeeck et al. 1994*);(*Mir CF 2006*).

Takođe, postoje podaci koji ukazuju na pozitivnu korelaciju između skeletnih i mekotkivnih struktura lica (*Ferrario, Sforza et al. 1997*).

Tokom terapije aktivatorom, prosečan mekotkivni odgovor u tački pogonion i tački B je jednak mandibularnom anteriornom premeštanju (*Ahlgren 1976; Graber T 1997*).

Nalbantgli i sar. (*Nalbantgil, Arun et al. 2005*) ukazuju na to da tokom terapije fiksnim funkcionalnim aparatima dolazi do značajnog poboljšanja mekotkivnog profila. Ove promene se ispoljavaju u značajnom povećanju nazolabijalnog ugla usled retrakcije gornje usne, koja prati pomeranje gornjih sekutića pod uticajem ovog aparata. Donja usna pokazuje znatno smanjenje distance prema E liniji, što znači da se donja usna pomera anteriorno u skladu sa proklinacijom donjih sekutića tokom terapije.

Međutim, Mir i Major dolaze do zaključka da tokom terapije funkcionalnim aparatima kod pacijenata sa II/1 klasom, dolazi do statistički značajnih promena na mekotkivnom facijalnom profilu, ali da njihova magnituda nije dovoljno visoka da bi one bile klinički značajne. Tokom terapije nisu naišli na bilo kakve promene u anteroposteriornom položaju donje usne i mekotkivnog mentona, kao i da nije došlo do smanjenja facijalnog konveksiteta (*Mir CF 2006*).

ZUBNO NOŠENI FUNKCIONALNI APARATI

AKTIVATOR

Aktivator predstavlja sinonim za veliku grupu pokretnih funkcionalnih aparata. Princip rada ovog aparata zasniva se na aktivaciji i preusmeravanju mišićnih sila na gornju i donju vilicu, što ima za cilj mezijalno pomeranje donje vilice i korekciju zagrižaja (*Alexander 1996*). Brojni autori smatraju da se aktivatorom vrši korekcija dentoalveolarnih nepravilnosti, (*Forsberg and Odenrick 1981; Graber T 1997*);(*Bishara 2001; Graber 2005*);(*Demisch 1972*) mada ima i onih koji u prvi plan ističu ortopedsko delovanje aparata, tj. promene na nivou skeletnih struktura (*Graber T 1997*);(*Forsberg and Odenrick 1981*);(*Bishara 2001; Graber 2005*);(*Demisch 1972*).

Indikacije za upotrebu aktivatora su:

- malokluzija II klase, 1. odeljenja,
- habitualno otvoreni zagrižaj,
- skeletno dubok zagrižaj kod pacijenata koji rastu,
- orofacijalne disfunkcije.

Glavne prednosti ovog aparata su: terapija u vreme postojanja mlečne i mešovite denticije, kontrole koje se sprovode na 2 ili više meseci, male mogućnosti povrede tkiva,

nošenje tokom noći i prihvatljivost u estetskom i higijenskom smislu, kao i efikasnost u eliminaciji loših navika poput disanja na usta i tiskanja jezika.

Nedostaci ovog aparata su: uspešnost terapije zavisi od saradnje pacijenta, manja efikasnost u slučajevima izražene teskobe zubnog niza, slabiji terapijski efekat kod starijih pacijenata i nemogućnost kontrole sila koje se primenjuju.

Andresen (*Andersen 1946*) i Haupl (*Haupl 1949*) u svojim istraživanjima predlažu vertikalnu dimenziju konstrukcionog zagrižaja u iznosu od 2 - 4 mm u predelu bočnih zuba što odgovara visini fiziološkog mirovanja. Oni ukazuju da povećanje vertikalne dimezije može izazvati zamor mišića i intruzionu silu na molarima, što je nepovoljno kod malokluzija klase II sa dubokim zagrižajem. Međutim, Harvold (*Harvold and Vargervik 1971; Graber 2005*) povećava vertikalnu dimenziju za oko 6 – 8 mm iznad pozicije fiziološkog mirovanja. Ovo povećanje vertikalne dimenzije proističe iz Harvold-ovog zapažanja da usled sna dolazi do povećanja interokluzalnog razmaka, pa da usled smanjene vertikalne dimenzije u predelu bočnih zuba može doći do gubitka kontakta donje vilice i aparata. Preporučena sagitalna dimenzija konstrukcionog zagrižaja iznosi 3 - 6 mm u zavisnosti od izraženosti anterioposteriorne malokluzije (*Graber 2005*).

Studije na životinjama su pokazale da aparati koji postavljaju donju vilicu unapred dovode do remodeliranja kondila i samim tim značajno stimulišu mandibularni rast (*El-Bialy, El-Shamy et al. 2003*). Grupa autora naglašava da se skeletni efekti odnose na inhibiciju rasta gornje vilice, dok su drugi mišljenja da utiču i na rast donje vilice. Mosling (*Mosling, Fogle et al. 1997*) je u grupi pacijenata II klase, 1. odeljenja lečenih aktivatorom, pokazao da je korekcija molara postignuta skeletnim promenama (47%). Fidler (*Fidler, Artun et al. 1995*) značajan deo korekcije okluzije objašnjava mezijalnim pomeranjem

donje vilice. Panchez je ustanovio kombinaciju skeletnih i dentoalveolarnih promena tokom terapije II klase aktivatorom. On navodi da su uzroci promene bili inhibicija rasta gornje vilice, retruzija gornjih sekutića i distalno pomeranje gornjih molara, a mezijalno pomeranje donjih molara i protruzija sekutića. Rast donje vilice nije bio promenjen tokom terapije aktivatorom (*Pancherz 1984*).

Patel i saradnici (*Patel, Moseley et al. 2002*) konstatovali su skeletne promene u vidu smanjenja ANB ugla, kao i dentoalveolarne promene u vidu retruzije gornjih i protruzije donjih sekutića. Po nalazima turskih ortodonata, dolazi do skeletnih i dentoalveolarnih promena koje se manifestuju u povećanju dužine ramusa i korpusa donje vilice, prednje i zadnje visine lica, kao i smanjenje incizalnog razmaka (*Basciftci, Uysal et al. 2003*).

Britanci (*Trayfoot and Richarson 1968*) objavljuju efekte aktivatora u terapiji skeletne klase II i ustanovili su da upotrebom ovog aparata značajno dolazi do povećanja ugla SNB i smanjenja SNA ugla, kao i smanjenja međuviličnog ugla ANB.

Jørgensen (*Jorgensen 1974*) ističe da je upotreba aktivatora indikovana kod malokluzija klase II prouzrokovanih lošim navikama (sisanje prsta, sisanje donje usne, disanje na usta), kao i kod skeletnih nepravilnosti II klase. Kod nepravilnosti uzrokovanih lošim navikama kao idealno vreme za otpočinjanje terapije navodi se uzrast od otprilike 9 godina, a kod terapije skeletnih nepravilnosti treba otpočeti u toku intenzivnog pubertetskog rasta. Kod ovih pacijenata dolazi do rasta donje vilice rotacijom unazad i smatra se da se posle 6 meseci terapije, donja vilica fiksira u nov položaj u glenoidnoj fosi bez mogućnosti vraćanja unazad.

Wieslander i Lagerström su ustanovili značajne dentoalveolarne promene, ali i skeletne promene nakon terapije malokluzija II klase aktivatorom. Dentoalveolarne promene su se ogledale u retruziji gornjih sekutića, intruziji donjih sekutića, distalizaciji gornjih i mezijalizaciji donjih molara. Od skeletnih promena, ovi autori navode mezijalno pomeranje donje vilice i povećanje donje visine lica. Povećanje rasta donje vilice nije ustanovljeno (*Wieslander and Lagerstrom 1979*).

Nasuprot njima, Devincenzo je utvrdio značajno povećanje dužine donje vilice (6 mm godišnje) u odnosu na netretirane ispitanike (*De Vincenzo J 1991*).

Wheeler i sar. (*Wheeler, McGorray et al. 2002*) su ispitivali efekte tretmana aktivatorom i headger-om kod pacijenata sa malokluzijom II klase. Oni su došli do rezultata koji pokazuju da je tokom godine kombinacija skeletnih i dentalnih promena oko 0,5 – 0,75 mm, sto dovodi u pitanje kliničku značajnost ovih promena, jer je za korekciju II klase neophodno oko 6 - 7 mm smanjenja incizalnog razmaka.

Tulloch je našao da aktivator i Headgear aparat dovode do redukcije sagitalne vilične diskrepance, tj. ANB ugla, kod pacijenata kod kojih je incizalni razmak bio veći od 7 mm. On ističe da se poboljšanje anteroposteriornog međuviličnog odnosa dešava putem restrikcije maksilarnog anteriornog rasta kod Headger aparata, dok je aktivator stimulisao anteriorni rast donje vilice (*Tulloch, Phillips et al. 1997; Tulloch, Proffit et al. 1997*).

Cozza P i saradnici su ustanovili korekciju zagrižaja II klase, restrikciju maksilarnog rasta, pomeranje donje vilice unapred, retruziju gornjih sekutića, što je značajno uticalo na poboljšanje mekotkivnog profila (*Cozza, De Toffol et al. 2004*).

Istraživanja su pokazala da se sila molarnog zagrižaja kod aktivatorom tretiranih pacijenata smanjuje u odnosu na decu bez terapije. Klinički to znači da deca sa početnim slabijim zagrižajem pre tretmana, pokazuju bolje rezultate u dentoalveolarnim i skeletnim promenama. Pacijenti sa slabijom silom zagrižaja će imati bolji odgovor na terapiju aktivatorom (*Antonarakis 2012*).

Sa porastom svesti o facijalnoj estetici, u prvi plan se ističe delovanje aktivatora na mekotične komponente facijalnog profila. Međutim, njegovo dejstvo na meka tkiva i estetiku lica nisu na odgovarajući način kvantifikovani (*Lange, Kalra et al. 1995*).

BIONATOR

Bionator spada u grupu pokretnih pasivno zubno nosećih funkcionalnih aparata. Konstruisao ga je Wilhelm Balters 1950. godine. Suština ortodontskih nepravilnosti po Baltersu leži u lošem položaju i funkciji jezika, te bi terapija trebalo da obuhvati korekciju položaja i funkcije jezika. U terapiji distalnog zagrižaja koristi se bionator tip I. Konstrukcioni zagrižaj kod ovog aparata uzima se u incizalnom odnosu bez aktivacije u vertikali. Skeletne promene koje se postižu terapijom bionatorom manifestuju se kao povećanje dužine ramusa i korpusa donje vilice, kao i njenog premeštanja unapred što ima za posledicu smanjenje ugla ANB (*Ng'ang'a, Ohito et al. 1996*);(*Keeling, Wheeler et al. 1998*);(*Almeida M. R. 2002*).

Bionator je konstruisan kako bi se obezbedio veći komfor za pacijente i povećalo vreme nošenja aparata u toku dana što poboljšava efekat lečenja. Veća udobnost za pacijenta je postignuta smanjenjem akrilatnog tela aparata (*Rakosi 1997*). Princip delovanja bionatora nije u aktivaciji, već u modulaciji mišićne aktivnosti, tako da izostaje eventualni loš uticaj spoljašnje sredine.

Indikacija za upotrebu bionatora su malokluzije II klase u periodu mešovite denticije, ali samo ukoliko su zubni lukovi dobro poravnati, donja vilica u posteriornoj poziciji, gornji sekutići u protruziji, a skeletna diskrepanca umerena. Upotreba bionatora se ne preporučuje u terapiji malokluzija II klase kada je glavni uzrok maksilarni prognatizam uz protruziju donjih sekutića, zato što istovremeno uspravljanje donjih sekutića i anteriorno pozicioniranje donje vilice nije izvodljivo ovim aparatom (*Janson IR 1988*).

Grupa autora iz Kanade je analizom pre- i post-terapijskih profilnih teleradiograma pacijenata sa malokluzijama II klase tretiranih bionatorom utvrdila da ovim aparatom može da se utiče na rast donje vilice. Oni su uočili povećanje dužine ramusa i korpusa donje vilice, kao i mezijalno pomeranje kondila u artikularnoj fosi (*Mamandras and Allen 1990*).

Brazilski autori su pokazali da bionator dovodi do redukcije rasta gornje vilice i stimulacije rasta donje vilice kao i do rasta kondila unapred. Pored skeletnih promena, terapija bionatorom dovodi i do nekih dentoalveolarnih promena, kao što su: sprečavanje mezijalnog pomeranja gornjih molara, retruzija gornjih i blaga protruzija donjih sekutića (*Moreira Melo AC. dos Santos-Pinto A 2003*).

Faltin i saradnici su utvrdili da su najbolji rezultati postignuti u periodu skeletnog sazrevanja CVMS2 (*Faltin, Faltin et al. 2003*). U tom periodu su najveće promene u rastu donje vilice oko 5 mm veće nego u kontrolnoj grupi.

Martins i saradnici (*Martins, da Rosa Martins et al. 2008*) su zaključili da dolazi do poboljšanja odnosa molara (uz dominantnu distalizaciju gornjih molara). Takođe, dolazi do retruzije gornjih sekutića. Od skeletnih efekata utvrđeno je premeštanje donje vilice unapred. Skeletne promene su utvrdili i Almeida i saradnici i to u vidu ubrzanja mandibularnog rasta i povećanje ukupne dužine donje vilice. Oni nisu ustanovili sagitalni rast gornje vilice (*Almeida, Henriques et al. 2004*).

Istraživanja dos Santos-Pinto-a i saradnika pokazuju razliku u izraženosti nekih dentoalveolarnih promena prilikom nošenja bionatora u zavisnosti od uzrasta deteta. Deca uzrasta 7 i 8 godina pokazala su veći stepen protruzije donjih sekutića, dok su deca uzrasta

9 i 10 godina pokazala veću učestalost ekstruzije prvih stalnih molara (*dos Santos-Pinto, Martins et al. 2013*).

HERBST - OV APARAT

Emil Herbst je 1905.godine predstavio fiksni aparat koji pozicionira donju vilicu u anteriorni položaj uz mogućnost uspostavljanja okluzalnog kontakta zuba. Aparat nije zaživeo u praksi i 30-tih godina prošlog veka prestaje da se koristi. Međutim, 1979.godine Hans Pancherz ga ponovo uvodi u kliničku praksu (*Pancherz 1982*).

Herbst-ov aparat se sastoji od rigidnog gornjeg i donjeg okvira koji je cementiran za zube gornje i donje vilice. Donja vilica je usmerena mezijalno zahvaljujući teleskopskom sistemu koji je postavljen obostrano na gornje molare sve do donjih prvih premolara. Prednosti Herbst-ovog aparata ogledaju se u činjenici da je sam aparat fiksiran za zube tako da ne zavisimo od saradnje pacijenta, aparat deluje 24 sata dnevno, a vreme trajanja samog tretmana je relativno kratko (6-8 meseci) (*Pancherz 1985*).

Delovanje Herbst-ovog aparata se može uporediti sa veštačkim zglobovom koji funkcioniše između gornje i donje vilice. Bilateralni klizeći klip koji je fiksiran za ortodontske prstenove drži donju vilicu u anteriorno isturenom položaju. To se postiže uzimanjem konstrukcionog zagrižaja u hiperkorekciji, kada se donja vilica istura i dovodi u incizalni odnos (*White 1994*). Na samom početku terapije donja vilica se pomera unapred u poziciju ivica na ivicu sekutića i tada se kondili postavljaju na vrh artikularnog uzvišenja, ali se kasnije tokom terapije vraćaju u prvobitni položaj. To se postiže adaptivnim dentalnim i skeletnim promenama: posteriornim pomeranjem zubnog niza gornje vilice i anteriornim pomeranjem zubnog niza donje vilice, kao i stimulacijom kondilarnog rasta u

povoljnijem pravcu i remodeliranjem glenoidne fose. Ovakvo dejstvo Herbst-ovog aparata se koristi u terapiji teških malokluzija II klase (*Pancherz 2000*).

AKTIVNI ZUBNO NOŠENI FUNKCIONALNI APARATI

TWIN BLOK APARAT

Twin je dvodelni aparat, koji se sastoji od gornjeg i donjeg aparata sa bočnim akrilatnim grebenima. Ovaj aparat je konstruisao Wiliam Clark 1977. godine (*Clark 1982*). Clark smatra da se ne sme prekoračiti 70% maksimalne propulzione kretnje prilikom uzimanja konstrukcionog zagrižaja. Usmeravanjem donje vilice mezijalno, postiže se terapijski efekat, a brušenjem gornjeg nagriznog grebena omogućava se nicanje donjih bočnih zuba. Prilikom brušenja gornjeg nagriznog grebena, mora se voditi računa o kosini koja fiksira donju vilicu mezijalno, jer ona mora ostati netaknuta. Da bi korekcija odnosa zubnih lukova bila efikasna, veoma je bitna pozicija i angulacija nagriznih grebenova. Najčešće su grebenovi postavljeni pod uglom od 70 °, ali taj ugao se može korigovati i do 45°. Veoma je bitno odsustvo kontakta između donjeg nagriznog grebena i molara, kako bi se omogućilo njihovo nicanje i korekcija dubokog zagrižaja (*Clark 1995*).

Clark navodi da je Twin Block aparat indikovano u sledećim slučajevima:

- malokluzija II klase, 1. odeljenja,
- malokluzija II klase, 2. odeljenja,
- malokluzije III klase ,
- duboki zagrižaj,
- frontalno otvoreni zagrižaj,

- ukršten zagrižaj,
- asimetrije lica,
- teskoba,
- poremećaji TMZ-a.

Tokom nošenja ovog aparata javljaju se različiti skeletni i dentalni efekti zahvaljujući promenama na nivou mišića, u smislu izmene njihovog oblika i tonusa. Skeletni efekti odnose se na usporavanje sagitalnog rasta gornje vilice i povećanje sagitalnog rasta donje vilice, posebno u predelu ramusa. Ovo za posledicu ima povećanje ugla SNB, ispravljanje distalnog zagrižaja i smanjenje ugla ANB. Takođe se uočava i povećanje prednje i zadnje visine lica, gonijalnog ugla i ugla prednje kranijalne baze. Od dentoalveolarnih promena karakteristične su protruzija donjih i retruzija gornjih sekutića, distalizacija gornjih i ekstruzija donjih molara (*Mills and McCulloch 1998*);(*Milosavljevic 2006*);(*Read 2001*; *Read, Deacon et al. 2004*).

Mills i McCulloch su ustanovili značajno povećanje rasta donje vilice, što je dovelo do povećanja SNB ugla, a smanjenja ugla ANB. Ovo povećanje je bilo najviše izraženo u predelu ramusa donje vilice. Takođe, uočeno je i usporavanje rasta gornje vilice. Došlo je i do povećanja prednje i zadnje visine lica, gonijalnog ugla i ugla prednje kranijalne baze. Od dentoalveolarnih promena karakteristične su bile protruzija donjih i retruzija gornjih sekutića, distalizacija gornjih i ekstruzija donjih molara. Nakon tri godine od završene terapije, ovi autori su objavili da donja vilica tri godine nakon terapije spontano raste, što pokazuje da su rezultati terapije Twin block aparatom stabilni (*Mills and McCulloch 1998*);(*Mills and McCulloch 2000*).

Za razliku od prethodne grupe autora, O'Brien i saradnici su došli do zaljučka da Twin Block aparatom ne može da se poveća ukupan rast donje vilice, ali da dolazi do njenog mezijalnog pomeranja, što uz retruziju gornjih sekutića znatno smanjuje incizalni razmak i poboljšava estetiku lica pacijenata sa II/1 klasom. Oni navode da se poboljšanje estetike prevashodno postiže smanjenjem izraženosti mentolabijalnog sulkusa i uspostavljanjem kompetentnosti usana. (*Mills and McCulloch 1998*);(*Mills and McCulloch 2000*);(*O'Brien K. 2003*);(*O'Brien, Wright et al. 2003*)

Kalha je ustanovio kod pacijenata uzrasta 8-10 godina, skeletno poboljšanje sagitalnih odnosa gornje i donje vilice i retruziju gornjih sekutića (*Kalha 2004*). Ubrzani rast donje vilice i retruziju gornjih sekutića su ustanovili i indijski ortodonti (*Jena, Duggal et al. 2005*).

Sidlauskas (*Sidlauskas 2005*) je ustanovio skeletne promene u vidu rasta mandibule i smanjenja ANB ugla, kao i dentoalveolarne u vidu retruzije gornjih sekutića, distalnog pomeranja gornjih i mezijalnog pomeranja donjih molara (*Sidlauskas 2005*).

Luo i Fang (*Luo and Fang 2005*) ustanovili su ubrzani rast donje vilice, povećanje prednje donje visine lica, retruziju gornjih sekutića i poboljšan izgled profila.

Liu i Liu (*Liu and Liu 2005*) su dobili slične rezultate u smislu povećanja ugla SNB, ubrzanja rasta donje vilice, smanjenja ANB ugla i retruziju gornjih sekutića. Takođe su Ma i saradnici (*Ma, Liu et al. 2005*) ustanovili povećanje rasta donje vilice i retruziju gornjih sekutića.

Na osnovu svojih istraživanja, Clark (*Clark 1995; Clark 1997*);(*Clark 1998*) ističe sledeće prednosti Twin Blok aparata:

- udobnost za pacijenta,

- estetika – aparat se može izraditi bez vidljivih žičanih elemenata,
- funkcija – nagrizni grebeni omogućavaju anteriorne i lateralne pokrete donje vilice,
- dobra saradnja pacijenta,
- brza pojava i stabilnost facijalnih promena,
- olakšan govor,
- jednostavno kliničko rukovanje,
- mogućnost transverzalnog razvoja lukova,
- brza repozicija donje vilice,
- kontrola vertikalne dimenzije,
- korekcija facijalnih asimetrija,
- sigurnost tokom nošenja,
- ispoljava pozitivne efekte i kod dece i kod odraslih,
- može se koristiti u kombinaciji sa fiksnim aparatima čime se najbolje postižu skeletni i dentalni efekti,
- uspeh u terapiji disfunkcija TMZ-a.

HOTZ-OV APARAT

Hotz-ov aparat predstavlja pokretni, aktivni, zubno nošeni modifikovani funkcionalni aparat, koji se koristi od 1966. godine. Ovaj aparat se koristi u terapiji malokluzije II klase, 1. odeljenja. Terapija Hotz-ovim aparatom se ogleda u modifikaciji rasta pomoću kosog nagriznog grebena lokalizovanog u frontalnoj regiji. Preko kosog nagriznog grebena omogućava se klizna kretnja donje vilice unapred, čime se postiže anteriorno premeštanje i smanjenje incizalnog razmaka. Da bi se ovo postiglo, neophodno je da kosi nagrizni greben ima određenu dužinu, kako bi se sprečilo povećanje incizalnog razmaka ukoliko bi pacijenti zagrizli iza kosine (Hotz M.M. 1976); (Patel, Moseley et al. 2002). Nošenjem ovog aparata dolazi i do retruzije gornjih i protruzije donjih sekutića, kao i ekstruzije bočnih zuba u cilju smanjenja dubine preklopa sekutića. Hotz i Chen su ustanovili da u toku terapije dolazi do stimulacije rasta i pomeranja donje vilice unapred usled izmene položaja glenoidne fose tokom rasta (Hotz M.M. 1976);(Chen, Will et al. 2002).

M BLOK APARAT

M blok je funkcionalni ortodontski aparat koji predstavlja korisnu i efikasnu alternativu drugim funkcionalnim aparatima u lečenju dentoskeletnih nepravilnosti II klase (*Sander 1985*);(*Sander 1988a*);(*Sander 1988b*);(*Sander 1988c*);(*Sander FG 1995*).

Konstruisao ga je Franz Gunter Sander na osnovu kliničkih i laboratrijskih istraživanja obavljenih na klinici za Ortopediju vilica Stomatološkog fakulteta Univerziteta u Ulmu, u Nemačkoj (*Sander 1989a*);(*Sander 1989b*);(*Sander FG 1990*);(*Sander FG 1994*);(*Sander FG 1995*). Aparat je indikovano za lečenje malokluzija II klase uzrokovanih mandibularnim retrognatizmom kod pacijenata koji još uvek poseduju potencijal rasta (*Sander FG 1991*).

M blok predstavlja kombinaciju Swarz-ovih aktivnih pločastih aparata i kraka za mezijalno usmeravanje donje vilice, zbog čega ima osobine i funkcionalnog i aktivnog ortodontskog aparata. Njegovo dejstvo se objašnjava mezijalnim usmeravanjem donje vilice usled kontakta između kose ravni donjeg aparata i kraka ugrađenih u gornji aparat. Sagitalni i vertikalni odnos vilica određuje se konstrukcionim zagrižajem, koji se uzima sagitalno do incizalnog odnosa sekutića (najviše 5 - 7 mm) uz vertikalno rastojanje incizalnih ivica sekutića od 2 - 3 mm. Maksimalno sagitalno pomeranje donje vilice ne sme biti veće od 7 mm, kako bi se izbegla pojava stomatognatnih disfunkcija (*Sander 2005*).

U gornji aparat ugrađen je zavrtanj za transversalno širenje i kraci dužine 16 mm, dok donji sadrži kosu ravan inkliniranu pod uglom od 55 - 65° (*Sander 2001*). Zahvaljujući dužini kraka dolazi do mezijalnog usmeravanja donje vilice kako tokom dana, tako i u toku noći.

Aparati tokom sna ne ispadaju iz usta bez obzira na pacijentov položaj, što govori u prilog komfornosti za pacijenta. Uprkos tome što je noću uglavnom prisutna nekontrolisana mišićna aktivnost, do maksimalne interkuspidacije ipak dolazi kada je mišićna aktivnost dovoljno velika (*Sander FG 1991*). Takva mišićna aktivnost traje svega oko 10 minuta, ali do maksimalne interkuspidacije dolazi i do 600 puta. Interokluzalno rastojanje u proseku iznosi oko 8 mm, a visokoelastične sile koje se stvaraju dostižu jačinu od oko 3N.

Prilikom nošenja aparata tokom dana između vilica se javljaju kontinuirane sile i dolazi do neuromišićnog navikavanja na aparat. Navikavanje na novi položaj donje vilice je brže zato što pacijent izbegava kontakt između kraka i kose ravni. U toku govora donja vilica se čak usmerava mezijalnije u odnosu na konstrukcioni zagrižaj (*Sander 2001*). Kod svih pacijenata se postiže harmonična mišićna aktivnost, kako u sagitalnoj tako i u transverzalnoj ravni, što nije slučaj kod aktivatora (*Sander FG 1991*).

U zavisnosti od tipa rasta lica, kada je poželjna kontrola vertikalnog rasta gornje vilice ovaj aparat, kao i ostali funkcionalni aparati, se mogu kombinovati sa Headgear-om (HG) koji se postavlja u tube ugrađene u gornji aparat (*Sander FG 1993b*);(*Sander FG 1993c*);(*Sander FG 1995*) ili u tube na prstenovima koji se cementiraju na gornje molare (*Sander FG 1993a*; *Sander FG 1993d*). Kod pacijenata sa horizontalnim tipom rasta neophodna je upotreba HG niske vuče (*Sander FG 1991*). Ukoliko želimo da dovedemo do anteinklinacije gornje vilice, potrebno je da se nagib kose ravni smanji na 55°, ali nikako ispod te vrednosti. U slučaju vertikalnog tipa rasta, koristi se bočni nagrizni greben u gornjoj vilici. Ukoliko je potrebna retroinklinacija gornje vilice, nagib kose ravni može da se poveća na 65°. Kod izraženih slučajeva vertikalnog rasta, potrebno je uključiti i HG

visoke vuče. Ugradnjom opruga za torkviranje može se uticati i na položaj gornjih sekutića (*Sander FG 1991*).

U M blok aparat mogu biti ugrađene i opruge za distalno pomeranje molara, magneti i sl. (*Sander FG 1994*).

M blok aparatom je moguće postići istovremenu korekciju dentalnih i skeletnih nepravilnosti, kako u sagitalnoj, tako i u transverzalnoj ravni. Kao što je već objašnjeno, u gornji aparat je ugrađen zavrtnanj za transverzalno širenje, a po potrebi se mogu postaviti i opruge za torkviranje sekutića, derotaciju, protruziju ili distalizaciju zuba, kao i drugi elementi aktivnih pločastih aparata. Eliminacijom potrebe za dvofaznom terapijom, gde se u prvoj fazi ispravljaju dentalne, a u drugoj skeletne nepravilnosti, omogućava se pravovremeni početak funkcionalne terapije pred pubertetski skok rasta. Ovo dodatno skraćuje ukupno vreme trajanja ortodontske terapije, što poboljšava saradnju pacijenta. Takođe, odlaganje upotrebe funkcionalnih aparata moglo bi da dovede do izostatnka ortopedskog efekta. Brže i efikasnije delovanje M blok aparata se postiže zahvaljujući minimalnom trenju između vođice i kose ravni. Dugački kraci služe kao podsetnik željene pozicije donje vilice kada se aparat nosi tokom dana i omogućavaju neprekidno dejstvo, čak i kada dva aparata nisu u punom kontaktu tokom noći, kada su usta obično otvorena. Upotrebom M blok aparata gotovo se eliminiše rizik od resorpcije zuba i nepoželjnih kretnji. Pored mezijalnog pomeranja donje vilice, inhibira se i mezijalni rast gornje vilice i to mehanizmom koji je sličan efektima ekstraoralnih sila visoke vuče HG aparata. Slični efekti na maksilarni kompleks postižu se jedino još Herbst-ovim aparatom (*Franz Gunter Sander 2007*).

Posle određenog vremena nošenja M blok aparata, govor pacijenta je gotovo neometan. Ovo se ne može postići aktivatorom, jer je govor skoro nemoguć, a disanje kroz usta je otežano. Dakle, u slučajevima sa delimičnom nazalnom opstrukcijom, skoro je nemoguće koristiti aktivator, čak i sa perforacijama u akrilatnom telu aparata (*Franz Gunter Sander 2007*).

Sander je u svom istraživanju ispitao ponašanje aparata tokom obavljanja različitih dnevnih aktivnosti (navikavanje na aparat, pričanje, intelektualne aktivnosti, relaksacija, čitanje naglas, manuelna aktivnost). Pokazao je da se u situacijama kada su usta zatvorena ne uspostavlja maksimalna okluzija. Tokom pričanja otvaranje i zatvaranje usta je u skladu sa govorom, s tim da je amplituda otvaranja visoka i varijabilna i da ne dolazi do potpunog zatvaranja usta. Ovom prilikom kraci ne dodiruju kosu ravan. Tokom čitanja naglas smenjuju se pokreti otvaranja i zatvaranja. Ne dolazi do jakog otvaranja ili potpunog zatvaranja usta. Prilikom izvođenja ove dve aktivnosti, izostaje kontakt između kraka i kose ravni, pa je aktivacija donje vilice veća od konstrukcionog zagrižaja. Tokom relaksacije i manuelne aktivnosti dolazi do pojave kontakta između kraka i kose ravni. Najzastupljenije aktivnosti su bile manuelna i intelektualna aktivnost, pri kojima dolazi do čestih i brzih pokreta donje vilice, što dovodi do prenošenja sila između gornje i donje ploče aparata (*Sander 2001*).

Upoređujući efekte tretiranih i netretiranih pacijenata sa malokluzijom klase II, Sander je ustanovio da se ugao SNB značajno povećava kod tretiranih pacijenata. Ono što doprinosi tome je postojanje kontakta između kraka i donjeg aparata, gde zbog veće dužine kraka pacijenti često dovode donju vilicu u položaj koji je određen konstrukcionim zagrižajem. Ovo se dešava i tokom noći, što se bitno razlikuje od aktivatora. Snažan skeletni efekat na

gornju vilicu nastaje u toku noćnog nošenja aparata. Sile se prenose direktno sa donje vilice na gornju, zahvaljujući dugim kracima i visukoelastičnim silama mišića i mekih tkiva. Intenzitet sile u proseku iznosi oko 3N. Ova sila pokreće mezijalno premeštanje donje vilice. U trenutku kada se postigne željeni efekat, ukoliko je potrebna dalja aktivacija, neophodno je izraditi novi aparat na osnovu novog konstrukcionog zagrižaja. U situacijama kada želimo da postignemo samo smanjenje ugla ANB, Sander ne kombinuje aparat sa headgear-om, ali rezultati koji se tom prilikom dobijaju su uporedivi sa rezultatima koji se dobijaju korišćenjem aktivatora i headgear aparata. Kod tretiranih pacijenata uočeno je smanjenje inklinacije gornjih sekutića u odnosu na netretirane pacijente za 6,1°. Tom prilikom nisu korišćene opruge za torkviranje. Ovo smanjenje inklinacije se primećuje i kod drugih funkcionalnih aparata. Kada su gornji frontalni zubi postavljeni pravilno, potrebno je postaviti opruge za torkviranje, kako bi se zadržao njihov pravilan položaj. Ovo se primenjuje u situacijama kada je potrebno kombinovati bite jumping aparat sa Headgear-om. Poseban problem predstavlja postavljanje donjih sekutića u pravilan položaj. U zavisnosti od aparata, dolazi do različitih iznosa protruzije. Posebno se ističe protruzija od 1,8° kod Herbst-ovog aparata. U zavisnosti od početnih mera i aktivacije labijalnog luka, nekad čak dolazi i do retruzije donjih sekutića. Kod tretiranih pacijenata primećena je protruzija od 0,73° na godišnjem nivou, što je manje nego kod netretiranih pacijenata. Ovo samo ukazuje na to da primenom bite jumping aparata ne dolazi do neželjene protruzije donjih sekutića. Kod pacijenata kod kojih je smena zuba u toku i kod kojih nema dovoljno zuba na koje bi se oslonio aparat, može doći do protruzije donjih sekutića. Primenom ovog aparata, uočeno je povećanje donjeg sprata u odnosu na netretirane pacijente. Ovo

povećanje se objašnjava prisustvom odgovarajućih okluzalnih i žičanih elemenata u bočnim segmentima (*Sander FG 1995*).

Martina R. i saradnici su upoređivali promene nastale kao posledica efekta primene ovog aparata sa pacijentima koji su bili netretirani. Rezultati pokazuju da kod tretiranih pacijenata dolazi do povećanja kako dužine, tako i same baze donje vilice (*Martina, Cioffi et al. 2013*)

Sander i Lasak upoređujući rezultate M bloka, Bionatora i Fränkel-ovog aparata, došli su do podataka koji ukazuju da je uočen znatno veći skeletni efekat sa M blok aparatom, da je došlo do povećanja SNB ugla, a smanjenja ugla SNA, kao i ANB ugla. Ističu i minimalni efekat M bloka na vertikalni odnos gornje ivice prema prednjoj kranijalnoj bazi, što nije slučaj kod Bionatora gde se uočava smanjenje nagiba, dok se kod Fränkel-ovog aparata nagib povećava. Što se tiče labijalne inklinacije donjih sekutića, uočeno je minimalno povećanje kod M bloka, dok je kod drugih funkcionalnih aparata bilo povećanja. Takođe je uočeno i značajno povećanje palatinalne inklinacije gornjih sekutića kod M blok aparata, što je opet dosta manje nego kod grupe pacijenata sa Bionatorom i Fränkel aparatom (*Sander FG 1990*).

POKRETNI TKIVNO NOŠENI FUNKCIONALNI APARATI

Rölf Fränkel je tvorac funkcionalnog korektora ili regulatora funkcije. Fränkel-ov aparat predstavlja funkcionalni aparat kojim se može delovati na korekciju kako morfoloških tako i funkcionalnih nepravilnosti (*Angle 1908*);(*Araujo, Buschang et al. 2004*). Njegov cilj je smanjenje nepoželjnog pomeranja zuba i preoblikovanje mekih tkiva po obliku zubnih lukova, kao i pomeranje donje vilice unapred i nadole. Morfološke nepravilnosti upotrebom ovog aparata se rešavaju zahvaljujući aplikaciji usmerenog pritiska na one strukture gde je uspostavljen kontakt aparata sa viličnim kostima i zubima, kao i eliminacijom pritiska okolnih mekih tkiva. Sve ovo može imati uticaj na formiranje oblika i dostizanja većih dimenzija dentoalveolarnih lukova. Promene na nivou periosta i kosti nastaju zahvaljujući sili vuče koja se javlja u predelu forniksa i rezultira apozicijom kosti. Ovoj sili se suprotstavlja sila perioralne muskulature koja deluje spolja (*Balters 1965*);(*Barton and Cook 1997*);(*Basciftci, Uysal et al. 2003*). Princip rada Fränkel-ovog aparata je u tome što se nošenjem otežava ili onemogućava pogrešno izvođenje orofacijalnih funkcija, ali se istovremeno stimuliše motorika i pravilno obavljanje mišićne aktivnosti (*Carels and van Steenberghe 1986*);(*Clark 1997*). Promena položaja donje vilice je potpomognuta delovanjem pelota i U-omče. U-omča onemogućava vraćanje donje vilice u distalni položaj.

U terapiji II klase, Fränkel-ov aparat se može upotrebljavati u periodu rane mešovite denticije, oko 7 - 8 godine starosti pacijenta, kada se sa velikim uspehom mogu korigovati skeletni problemi. To je period kada su u ustima nikli donji stalni sekutići i tada se može

najefikasnije uticati na transverzalni razvoj zubnih lukova i eliminaciju poremećenih orofacijalnih funkcija. Ovaj aparat se može koristiti i kasnije, oko 12-e godine života, ali se onda nameće pitanje o efikasnosti aparata i adekvatnom delovanju na transverzalni i sagitalni rast alveolarnog nastavka, naročito u donjoj vilici (*Bishara 2001*);(*Almeida, Henriques et al. 2004*) . Fränkel-ovim aparatom se ostvaruje pomeranje donje vilice unapred bez uticaja na promenu položaja zuba i bez promena u alveolarnom nastavku, obzirom da se aparat ne oslanja na donje zube. Stimuliše se i dužinski razvoj tela donje vilice i uočava se znatno poboljšanje facijalne estetike i profila pacijenata. Aparat deluje i na stimulaciju transverzalnog rasta jezika i time se stvaraju uslovi za transverzalni razvoj zubnih lukova i mezijalizaciju donje vilice (*Bishara 2001*);(*Braun S 2004*); (*Almeida M. R. 2002*).

Skeletni efekti Fränkel-ovog regulatora funkcije ogledaju se najviše u zaustavljanju rasta gornje vilice i omogućavanju normalnog razvoja donje vilice. Ovi efekti praćeni su dentoalveolarnom protruzijom donjih i retruzijom gornjih sekutića (*Rushforth C. D. 1999*)

Autori su utvrdili postojanje smanjenja vrednosti ugla T prilikom upotrebe Frenklovog regulatora funkcije tip I. Promena vrednosti ugla T je u korelaciji sa vrednošću ugla J. To omogućava harmoničan izgled nazomaksilarnog kompleksa, zahvaljujući promeni inklinacije lica u celini (*Alio-Sanz JJ 2012*).

Braun i sar. su upoređivali uticaj Fränkel-ovog regulatora funkcije i Twin block aparata na položaj "C" ose. "C" osa predstavlja rastojanje između tačaka S i M, gde se tačkom M obeležava sredina alveolarnog nastavka gornje vilice. Dobijeni rezultati su pokazali da tokom terapije dolazi do promena u položaju i veličini donje vilice, a položaj i veličina "C" ose ostaju nepromenjeni (*Braun S 2004*).

Toth i McNamara su upoređivali efekte Fränkel-ovog regulatora funkcije i Twin block aparata i pokazali da je došlo do ukupnog povećanja korpusa donje vilice (1.9 mm; 3 mm), kao i povećanje prednje donje visine lica (*Toth and McNamara 1999*).

Postoje različita mišljenja o načinu uzimanja konstrukcionog zagrižaja i njegovom uticaju na mezijalizaciju donje vilice. Falck i Fränkel su u okviru istraživanja efekata regulatora funkcije, ispitanike podelili u dve grupe, na osnovu načina uzimanja konstrukcionog zagrižaja. U prvoj grupi pacijenata konstrukcioni zagrižaj je uziman pri većoj aktivaciji mišića, odnosno u incizalnom odnosu sekutića, dok je kod druge grupe pacijenata korišćena manja aktivacija mišića. Kod obe grupe uočeno je povećanje vertikalnog nagiba donje vilice prema kranijalnoj ravni, povećanje gonijalnog ugla, posebno donjeg gonijalnog ugla. Što se tiče dentoalveolarnih promena, one su bile izraženije u prvoj grupi, kod koje je takođe bila prisutna i stimulacija rasta donje vilice, kao i suzbijanje sagitalnog rasta donje vilice. Ovaj efekat je izostao kod pacijenata druge grupe. Kod njih je bio prisutan ubrzani rast donje vilice i mezijalno premeštanje (*Falck F 1989; Fränkel 1989*). Međutim, Robertson je u svom istraživanju došao do zaključka da tokom terapije dominiraju dentoalveolarna pomeranja, kao što su retruzija gornjih i protruzija donjih sekutića (*Robertson 1983*).

Rushforth i saradnici su upoređivali efekte dejstva Fränkel-ovog regulatora funkcije sa rastom netretiranih pacijenata kod kojih je dijagnostikovana ista malokluzija i ustanovili da kod tretiranih pacijenata nije došlo do promena u ritmu rasta donje vilice, kao ni do njenog mezijalnog premeštanja. Svoje rezultate objasnili su usporenjem rasta gornje vilice, a redukciju u veličini incizalnog razmaka retruzijom gornjih i protruzijom donjih sekutića. Za razliku od njih McNamara i saradnici ukazuju na postojanje dominantnih promena u donjoj

vilici. Takođe navode da izostaje efekat aparata na gornju vilicu (*McNamara, Bookstein et al. 1985*).

U drugom istraživanju, McNamara i saradnici objavljuju da se tokom terapije Fränkel-ovim regulatorom poboljšava međusobni odnos vilica u sagitalnom pravcu zahvaljujući ubrzanju rasta donje vilice, dok je rast gornje vilice nepromenjen (*McNamara and Huges 1981*).

Zbog promena na mekotkivnim strukturama, može se zaključiti da Fränkel-ov regulator funkcije poboljšava i facijalnu estetiku. Battagel je ispitala promene mekotkivnih struktura tokom nošenja fiksnih aparata i Fränkel-ovog regulatora funkcije i zaključila da terapija fiksnim aparatima dovodi do retrognatnog profila i karakterističnog položaja obe usne iza estetske linije, dok nos i brada pokazuju anteriorni rast. Uočeno je i smanjenje incizalnog razmaka usled smanjenja SNA ugla i distalnog pomeranja tačke "A". Terapija Fränkel-ovim regulatorom je dala bolje rezultate u pogledu estetike i harmoničnosti profila lica, a uočen je i pravilan odnos usana prema Ricketts-ovoj liniji (*Battagel 1989*);(*Battagel 1990*).

Primena Frenklovog regulatora tip 2 doprinosi ukupnom povećanju visine gornje usne, što može biti posledica neadekvatnog odgovora mekotkivnih struktura na primenjenu funkcionalnu terapiju (*Perillo, Castaldo et al. 2011*).

MEĐUVILIČNA ELASTIČNA VUČA

Međuvilična elastična vuča za ispravljanje malokluzija II klase, tzv. “gumice II klase” postavljaju se od anteriornog dela maksilarnog luka do posteriornog dela mandibularnog luka. Njihova uloga je prenošenje anteriorne sile na donje zube i posteriorne sile na gornje zube, što dovodi do mezijalnog pomeranja donjih i distalnog pomeranja gornjih zuba. Sile koje razvijaju gumice se mogu razložiti na sagitalnu i vertikalnu komponentu u prednjim i zadnjim tačkama dejstva. One se postavljaju na prve ili druge stalne molare i u zavisnosti od lokalizacije imaju različita dejstva. Na prvim stalnim molarima, gumice ispoljavaju ekstruzivnu komponentu dejstva, dok na drugim stalnim molarima ispoljavaju sagitalno dejstvo. U gornjoj vilici, mogu biti lokalizovane u predelu očnjaka i lateralnog sekutića, čime opet delujemo na veličinu sagitalne i vertikalne komponente sile. Vertikalna komponenta sile dovodi do ekstruzije donjih molara i gornjih sekutića. Ova ekstruzija izaziva zadnju rotaciju okluzalne ravni. Pored toga, zbog blage sile u transverzalnoj dimenziji postoji tendencija bukalnog naginjanja donjih molara.

Indikacije za upotrebu gumica II klase su dentoalveolarna II klasa bez skeletnih poremećaja, protruzija i blaga intruzija gornjih sekutića, blaga uskost u molarnom predelu donje vilice, kao i postojanje minimalnog potencijala rasta donje vilice sa ravnom okluzalnom i mandibularnom ravni uz povećanje donjeg sprata lica.

Jonsona i saradnici su efekte gumica II klase analizirali na osnovu 417 objavljenih studija, od kojih je 11 ispunilo kriterijume za uključivanje u meta analizu. Zaključci do kojih su došli govore da je korišćenje gumica u terapiji II klase efikasno, ali da su efekti

primarno dentoalveolarni i dugoročno najsličniji efektima fiksnih funkcionalnih aparata (*Guilherme Jansona 2013*).

Rotaciju okluzalne ravni u toku primene intermaksilarnih gumica ispitivali su Zimmer i saradnici. Rezultati koje su dobili govore o suprotnoj rotaciji okluzalne ravni tokom primene intermaksilarne vuče II i III klase. Primenom gumica II klase dolazi do rotacija od par stepeni u smeru kazaljke na satu, dok se primenom gumica III klase dešava suprotno. Autori navode da se korišćenjem gumica II klase kompletno eliminiše prednja rotacija okluzalne ravni izazvane prirodnim tokom rasta (*Zimmer 2012*)

Kod ekstrakcionih slučajeva u terapiji kamuflažom, pored toga što se koriste za mezijalno usmeravanje zagrižaja, gumice II klase se koriste i kao izvor recipročnih sila radi zatvaranja prostora u gornjem i donjem zubnom nizu. (*Silberstein and Rosenstein 1994*).

Danas se najčešće koriste elastične intermaksilarne gumice, izrađene od sintetičke gume sa ili bez lateksa. Proizvode se u širokom dijapazonu veličina, odnosno debljina i prečnika. Prilikom pomeranja celog donjeg luka, neophodna je sila od oko 300 g po strani. Optimalno vreme nošenja gumica je non-stop, osim za vreme jela i pranja zuba i neophodno ih je menjati 2-3 puta dnevno.

Za razliku od gumica koje pacijent sam postavlja i skida, postoji i drugi tip vuče izrađen od nerđajućeg čelika, koji se fiksira na ortodontski aparat. Ova vrsta vuče se ne koristi često zbog otežane higijene i nelagodnosti pacijenta, ali se primenjuje u slučajevima kada gumice ne daju rezultate.

Swain i Ackerman su ustanovili da se primenom međuvilične sile dobija molarni odnos I klase, ali takođe ističu važnost uporišta kako bi se izbegla meziodistalna rotacija i inklinacija zuba (*Swain B. F. 1969*).

EKSTRAORALNE SILE - HEADGEAR

Headgear (HG) je ekstraoralni ortodontski aparat koji se koristi u modifikaciji rasta. Ekstraoralna sila se pomoću HG-a prenosi na gornju vilicu u cilju kompresije maksilarnih sutura, modifikujući na taj način obrazac apozicije kosti. Ove sile inhibiraju rast gornje vilice unapred i na dole, kao i mezijalno i okluzalno nicanje bočnih zuba gornje vilice (*Iwasaki, Haack et al. 2000*).

Upotreba HG-a indikovana je u terapiji skeletne II klase uzrokovane prerazvijenošću gornje vilice u sagitalnoj ravni, obzirom da HG može usporiti sagitalni rast gornje vilice i time omogućiti da je donja vilica sustigne zahvaljujući preostalom rastu. Kako bi terapija bila uspešna, potrebno je primeniti ekstraoralne sile odgovarajućeg intenziteta, pravilno ih usmeriti i omogućiti im da deluju tokom dovoljno dugog vremenskog perioda u toku aktivnog rasta. Pored toga, potrebno je da donja vilica ima pravilnu skeletnu i dentalnu morfologiju, jer Headgear ne utiče na strukture donje vilice.

Postoje dva osnovna tipa povezivanja HG-a sa intraoralnim strukturama – obrazni luk i „J-hook” (kuke oblika slova J). Obrazni luk je češće korišćen tip i sastoji se iz spoljašnjeg metalnog luka koji se povezuje sa HG-om i unutrašnjeg koji se postavlja u tube na prstenovima cementiranim na molarima gornje vilice. Pored fiksnog ortodontskog aparata, HG sa obraznim lukom se može kombinovati i sa pokretnim funkcionalnim aparatima. „J-hook” kuka su žičane kuke oblika slova J koje se na jednom kraju povezuju sa HG-om, a na drugom kače za kukice zalotovane za prednje delove osnovnog luka (gornjeg ili donjeg) fiksnog ortodontskog aparata. Ova vrsta HG-a se koristi za retruziju očnjaka i sekutića.

Prema tipu ekstraoralnog uporišta, razlikujemo cervikalni (vratni) i okcipitalni tip HG-a. Cervikalni HG se koristi kod pacijenata sa ravnom okluzalnom i mandibularnom ravni kod kojih je poželjno da se poveća vertikalna dimenzija. Okcipitalni tip HG-a se koristi kod pacijenata sa malokluzijom II klase, kod kojih je potrebno postići usporavanje rasta gornje vilice, pomeranje pterigomaksilarne fisure unazad i rotaciju palatinalne ravni nadole (*Wieslander L 1963*).

Moore (Moore 1959) je pokazao da terapija HG-om daje najbolje rezultate kod pacijenata uzrasta između 8 - 11 godina.

Stabilnost rezultata terapije HG-om proučavali su Lerstør i saradnici (*Magnhild Lerstøl 2010*) kod 26 pacijenata sa II skeletnom klasom tretiranih HG-om i aktivatorom. Ovi autori su uočili da su dugoročni rezultati 12 - 15 godina nakon završetka retencionog perioda bili veoma stabilni.

CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Ciljevi ovog istraživanja su:

- Analizom profilnih telerendgen snimaka pre i posle terapije M blok aparatom kod pacijenata sa skeletno distalnim zagrižajem utvrditi:
 1. promene položaja i razvijenosti gornje vilice,
 2. promene položaja i razvijenosti donje vilice,
 3. promene međuviličnih odnosa,
 4. promene parametara kranijalne baze,
 5. promene parametara rasta lica,
 6. promene parametara položaja sekutića,
 7. promene parametara mekotkivnog profila,
 8. promene parametara položaja TMZ.

- nastale promene u terapiji M blokom porediti sa promenama nastalim u terapiji Fränkelovim regulatorom funkcije i bionatorom po Baltersu.

MATERIJAL I METODOLOGIJA

Ova studija je obuhvatila 70 pacijenata lečenih na Klinici za ortopediju vilica Stomatološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Svi pacijenti su imali skeletno distalni zagrižaj koji je dijagnostikovao na osnovu vrednosti ugla ANB koji je iznosio iznad 4 °.

1. FORMIRANJE UZORKA

70 pacijenata koji su tretirani u ovoj studiji su podeljeni u tri grupe, gde je prvu grupu (I) činilo 30 pacijenata tretiranih M blok aparatom, drugu grupu (II) 20 pacijenata tretiranih Fränkel-ovim regulatorom funkcije tip I, dok je treću grupu (III) činilo 20 pacijenata tretiranih bionatorom po Balters-u tip I. Prosečan hronološki uzrast ispitanika bio je 10 godina i 1 mesec, a gledano odvojeno po grupama uzrast je bio 10 godina i 4 meseca (I), 8 godina i 8 meseci (II) i 10 godina i 7 meseci (III). Dentalni uzrast iznosio je 9 godina i 5 meseci na nivou svih ispitanika, po grupama 9 godina i 8 meseci (I), 9 godina i 2 meseca (II) i 9 godina i 3 meseca (III). Polna distribucija pacijenata bila je 34 dečaka i 36 devojčica, po grupama 13 dečaka i 17 devojčica (I), grupa II 10 dečaka i 10 devojčica, odnosno 9 devojčica i 11 dečaka u grupi III. Obzirom da su svi pacijenti bili u periodu predpubertetskog rasta nije vršeno odvojeno ispitivanje po polu.

Nijedan od pacijenata uključenih u istraživanje nije imao nikakav prethodni ortodontski tretman. Za svakog pacijenta određen je dentalni i skeletni uzrast analizom ortopantomografskog i teleradiografskog snimka. Iz dobijenih rezultata zaključeno je da se

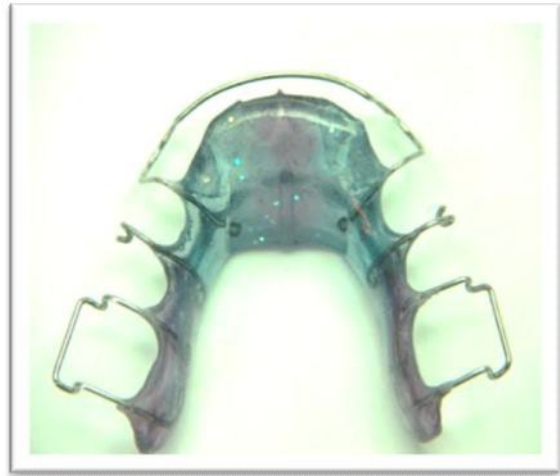
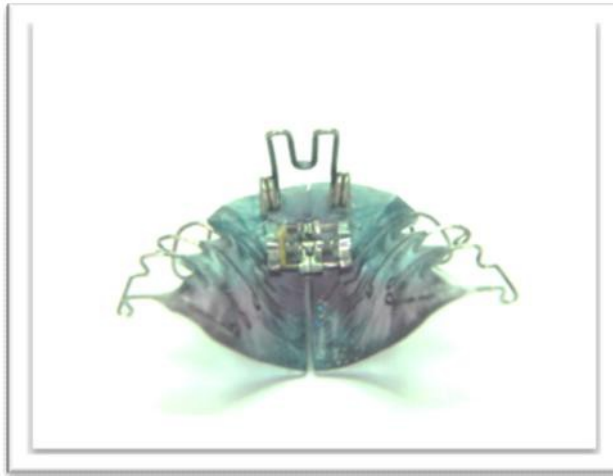
svi pacijenti nalaze u životnom dobu pre ubrzanja pubertetskog rasta, što je bio neophodan preduslov za primenu ovakvog vida ortodontske terapije.

Pre otpočinjanja ortodontske terapije svakom pacijentu urađena je klinička i funkcionalna analiza, analiza studijskih modela, snimljen je ortopantomografski i profilni teleradiografski snimak na standardnim aparatima. Praćeni su terapijski efekti različitih tipova ortodontskih aparata i nastale promene evidentirane su na kontrolnim studijskim modelima i profilnom teleradiografskom snimku, koji su urađeni po završetku ortodontske terapije, u toku retencionog perioda. Promene facijalne estetike i korekcije profila lica praćene su na mekotkivnom profilu pacijenata analiziranom pre i posle ortodontskog tretmana.

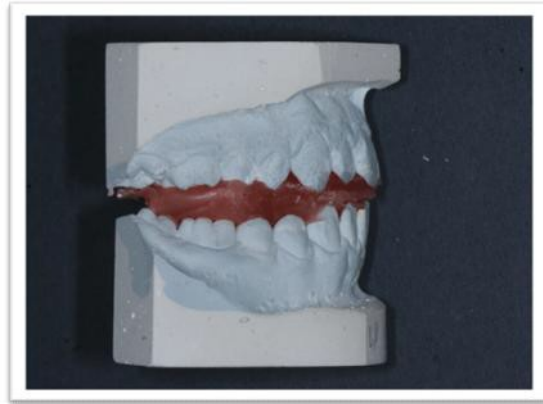
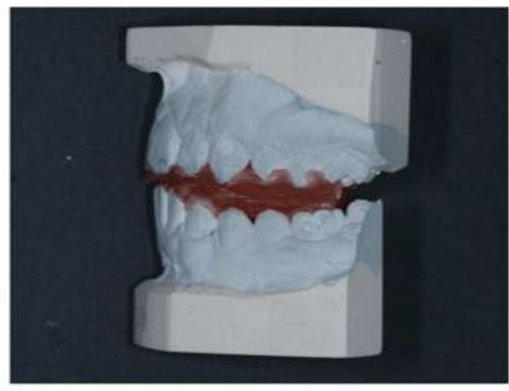
2. KLINIČKE FAZE U TOKU TERAPIJE:

2.1. Terapija distalnog zagrižaja M blok aparatom:

- anamneza i klinički pregled,
- uzimanje otisaka za studijske modele,
- ortopantomografski snimak (određivanje dentalnog uzrasta),
- profilni teleradiografski snimak (određivanje skeletnog uzrasta),
- analiza profilnog teleradiografskog snimka,
- dijagnoza i planiranje terapije,
- uzimanje konstrukcionog zagrižaja u incizalnom odnosu sekutića, (vertikalno rastojanje između incizalnih ivica sekutića 2 mm)
- izrada aparata,
- predaja aparata pacijentu,
- kontrolni pregledi na 4-6 nedelja,
- kontrolni studijski modeli, ortopantomografski i profilni teleradiografski snimak.



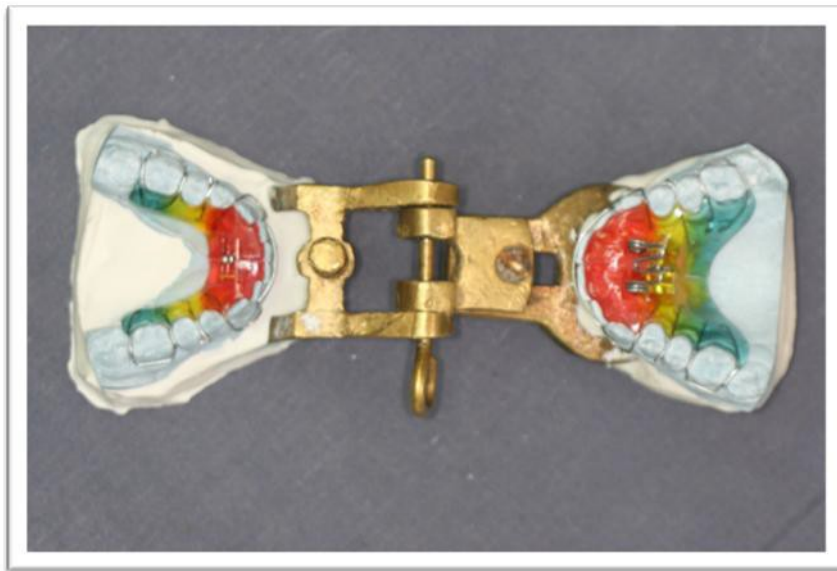
Slika 1 i 2. M blok aparat



Slika 3. i 4. Konstrukcioni zagrižaj za M blok aparat na modelu (lateralni i en face prikaz)



Slika 6 i 7. Prikaz M blok aparata u ustima



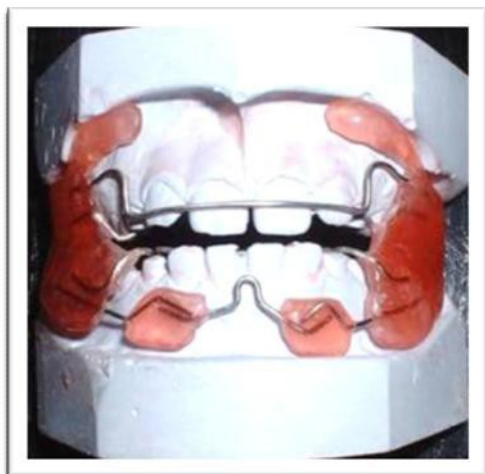
Slika 8. Prikaz M blok aparata u okludatoru

2.2. Terapija distalnog zagrižaja Fränkelovim regulatorom funkcije tip I

- anamneza i klinički pregled,
- uzimanje otisaka za studijske modele i zagrižaja u vosku; važno je otisnuti ceo alveolarni nastavak. Kašike se ne smeju produžavati u vestibulumu, jer bi previše odmakli meka tkiva usana i obraza i aparat ne bi dobro stajao. Modele treba duplo liti, za studijske modele i za rad,
- ortopantomografski snimak (određivanje dentalnog uzrasta),
- profilni teleradiografski snimak (određivanje skeletnog uzrasta),
- analiza profilnog teleradiografskog snimka,
- dijagnoza i planiranje terapije,
- uzimanje konstrukcionog zagrižaja u incizalnom odnosu sekutića (kod tipa Ic u položaju bočnih zuba u I klasi),
- radiranje modela za izradu aparata; kod I i II klase radira se u predelu prvih gornjih premolara ili prvih mlečnih molara, oko tubera i u donjem frontalnom prevoju forniksa, interdentalno u području bočnih zuba da može da se pravilno postavi omča za očnjak i palatinalni luk između zuba,
- izrada aparata: na gipsane modele postavlja se voštana folija ili rasterećujući vosak svugde gde želimo da izazovemo naknadni rast luka. Debljina voska ne sme biti preko 2.5 mm u prevoju forniksa, tj. 3 mm u predelu zuba. Vosak mora dopirati sve do prevoja forniksa da bi se sila vuče izazvala u forniksu. Ako su štitovi kratki luk se ne bi razvijao, jer bi se interponirali meki delovi obraza i usana; pre početka savijanja žičanih elemenata odvojiti vosak u bočnom vestibulumu u visini griznih

površina; izrada žičanih elemenata – koristi se žica od tvrdoelastičnog čelika debljine 0.5 - 1.1 mm za naslone, a za vodeće elemente debljine 0.9 - 1.1 mm. U vestibulumu rastojanje između žice i alveolarnog nastavka treba da je 1.5 mm. Od nepca i lingvalnih površina donjeg alveolarnog nastavka žičani elementi odstoje do 0.75 mm. Pre postavke akrilata žičane elemente treba dobro fiksirati lepljivim voskom; izrada akrilatnih štitova i poliranje,

- predaja aparata pacijentu.
- kontrolni pregledi na 4-6 nedelja,
- kontrolni studijski modeli, ortopantomografski i profilni teleradiografski snimak.



Slika 9. i 10. Fränkelov regulator funkcije

2.3. Terapija distalnog zagrižaja bionatorom po Balters-u tip I

- anamneza i klinički pregled,
- uzimanje otisaka za studijske modele i zagrižaja u vosku,
- ortopantomografski snimak (određivanje dentalnog uzrasta),
- profilni teleradiografski snimak (određivanje skeletnog uzrasta),
- analiza profilnog teleradiografskog snimka,
- dijagnoza i planiranje terapije,
- uzimanje konstrukcionog zagrižaja,
- izrada aparata u vosku,
- proba aparata u vosku,
- definitivna izrada aparata od akrilata,
- predaja aparata pacijentu,
- kontrolni pregledi na 4-6 nedelja,
- kontrolni studijski modeli, ortopantomografski i profilni teleradiografski snimak.



Slika 11. i 12. Bionator po Baltersu



Slika 13. Bionator po Baltersu

3. ODREĐIVNJE BIOLOŠKOG UZRASTA PACIJENTA

Biološki uzrast pacijenta određen je na osnovu hronološke, dentalne i osealne zrelosti. Hronološka dob utvđena je na osnovu anamnestičkih podataka o datumu rođjenja.

3.1. Procena **dentalne zrelosti** vršena je analizom ortopantomografskog snimka (donjeg levog kvadranta) metodom po Demirjjanu. Na osnovu ove analize svaki zub prolazi kroz 9 stadijuma mineralizacije krunice i korena.

0 - Ne postoje znakovi mineralizacije krunice zuba,

A - Mineralizovane su pojedinačne strukture okluzalne površine, bez njihovog međusobnog spajanja,

B - Spojene su mineralizovane strukture okluzalne površine i uočava se kontura okluzalne površine zuba,

C - Celokupna krunica zuba je kalcifikovana i uočava se početak deponovanja dentina,

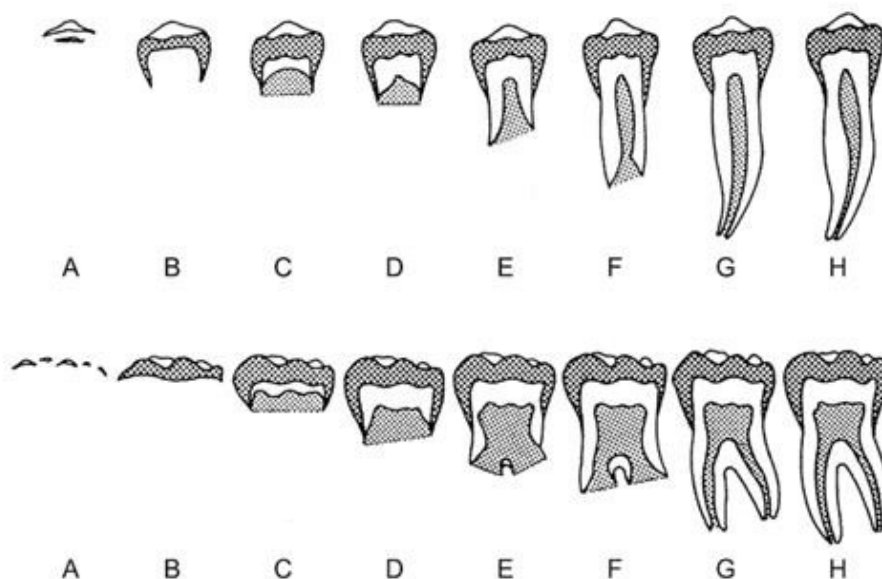
D - Završeno je formiranje kruničnog dela zuba do nivoa gledno-cementne granice,

E - Započela je mineralizacija korena zuba, pri čemu je dužina mineralizovanog korena kraća od dužine krunice,

F - Dužina mineralizovanog korena je veća od dužine krunice zuba,

G - Formiran je koren u celini, foramen apicale nije zatvoren,

H - Potpuno je formiran krunični i korenski deo zuba i foramen apicale je zatvoren.



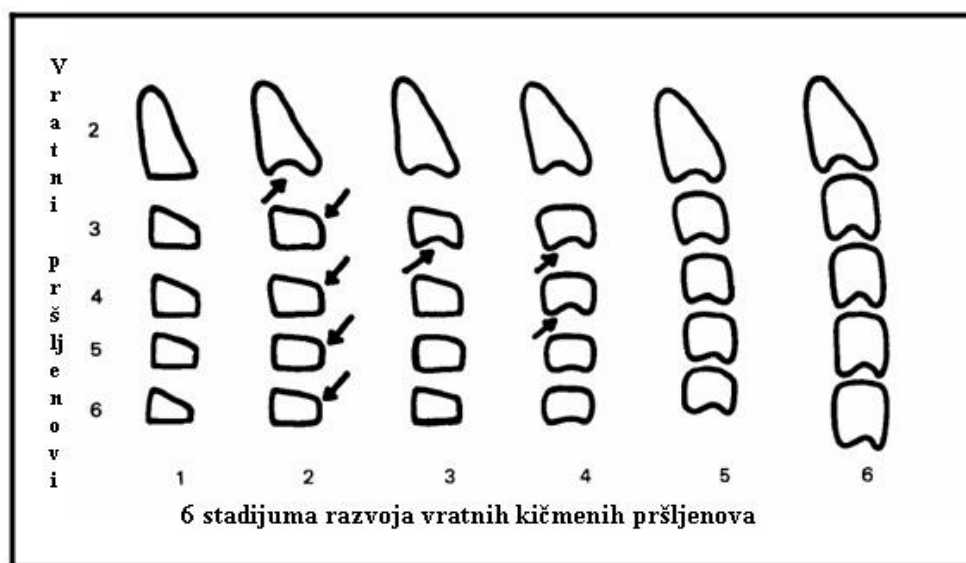
Slika 14. Šematski prikaz mineralizacije krunice i korena jednokorenih i višekorenih zuba (preuzeto iz Rakosi, Jonas, Graber)

Za svaki stalni zub u donjem levom kvadrantu (izuzimajući treće molare) utvrđeno je u kom stadijumu razvoja se nalazi i na osnovu toga utvrđen je broj poena koji odgovara datom stadijumu (posebno za devojčice i dečake). Dobijene vrednosti su sabrane i nastali zbir predstavljao je razvojnu ocenu za tog pacijenta, na osnovu koje se iz tabele izračunava dentalna zrelost pacijenata.

3.2. **Osealna zrelost** pacijenata utvrđena je analizom profilnog teleradiografskog snimka. Analiziran je stepen razvoja cervikalnih pršljenova koji prolazi kroz 6 faza:

1. Na pršljenskim telima donje ivice su ravne, dok su gornje zašiljene od nazad put napred (CvS1),
2. Pojavljuje se konkavitet na donjoj ivici drugog pršljena. Primetan je rast prednje vertikalne visine pršljenskih tela (CvS2),

3. Pojavljuje se konkavitet na donjoj ivici trećeg pršljena (CvS3),
4. Pojavljuje se konkavitet na donjoj ivici četvrtog pršljena, u formiranju je konkavitet donje ivice petog i šestog pršljena, a sva pršljenska tela imaju četvrtast oblik (CvS4),
5. Smanjeno je rastojanje između pršljenova, sva pršljenska tela su kvadratnog oblika (CvS5),
6. Uočljivi su konkaviteti ivica, a tela pršljenova imaju takvu formu da im je dužina veća u odnosu na širinu (CvS6).



Slika 15. Šematski prikaz stadijuma razvoja vratnih pršljenova (O'Relly T. 1988.).

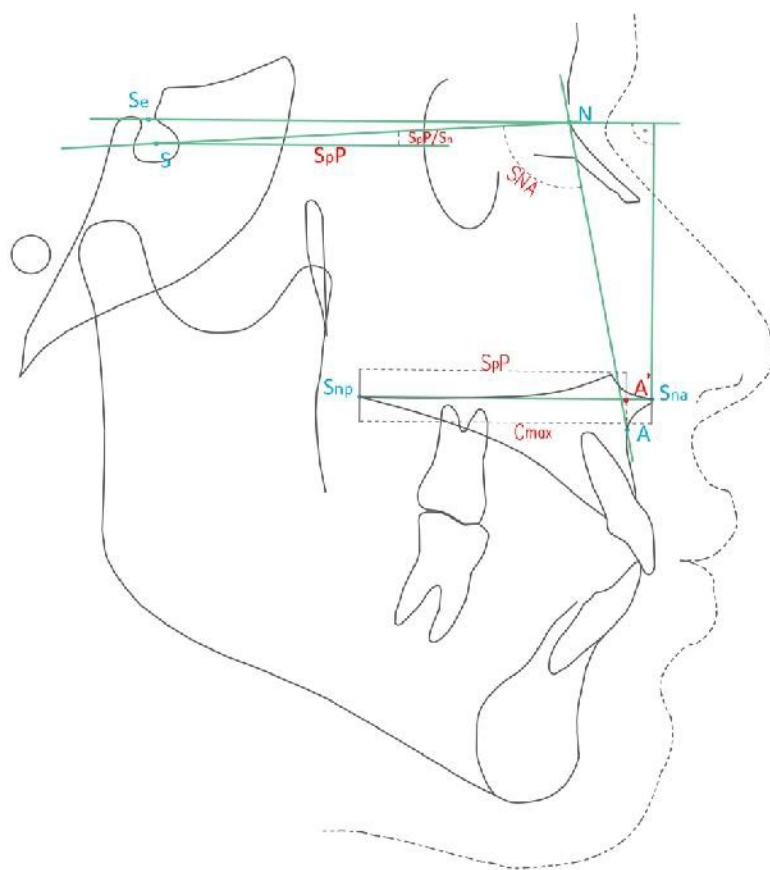
Svi pacijenti obuhvaćeni ovim istraživanjem nalazili su se u razvojnim fazama 1, 2 i 3, što odgovara periodu pre pubertetskog skoka rasta, a što je bio bitan preduslov za uspješno izvođenje ortodontske terapije funkcionalnim aparatima.

ANALIZIRANI PARAMETRI

Prema profilnom telerendgenskom snimku određeni su i analizirani sledeći parametri:

1. Parametri položaja i razvijenosti gornje vilice:

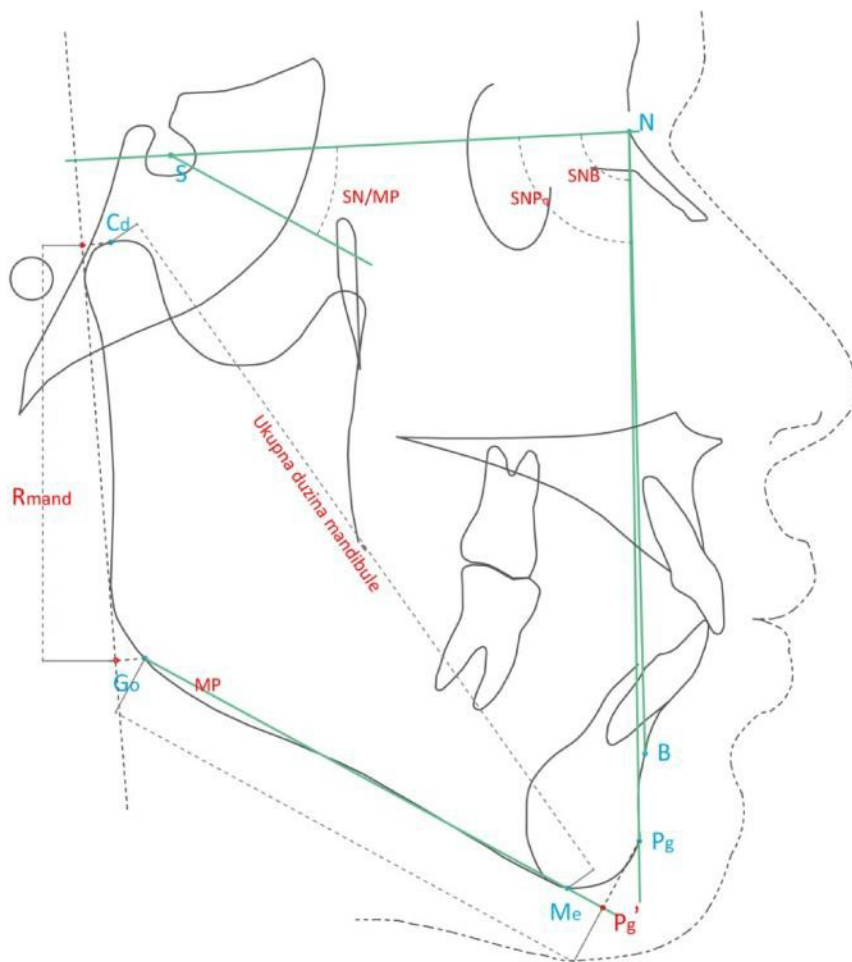
- ugao SNA ili ugao maksilarnog prognatizma – sagitalni položaj gornje vilice prema prednjoj kranijalnoj bazi
- ugao SN/SpP – vertikalni položaj gornje vilice prema prednjoj kranijalnoj bazi
- Snp-A' - dužina korpusa gornje vilice



Slika 16. Šematski prikaz parametara položaja i razvijenosti gornje vilice.

2. Parametri položaja i razvijenosti donje vilice:

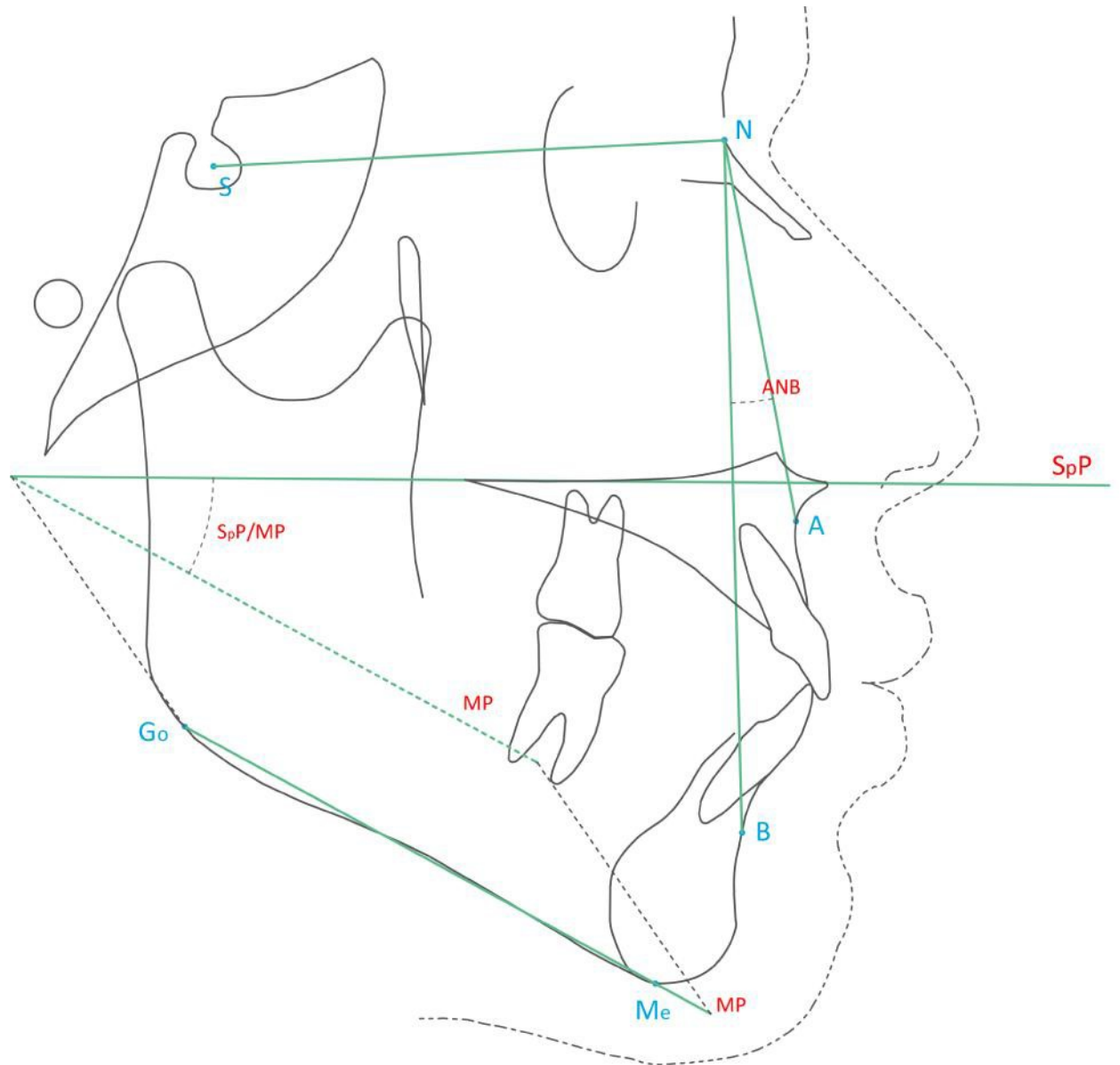
- ugao SNB ili ugao mandibularnog prognatizma – sagitalni položaj donje vilice prema prednjoj kranijalnoj bazi
- ugao SNP_g – ugao sagitalnog položaja brade u odnosu na prednju kranijalnu bazu
- ugao SN/MP – vertikalni položaj donje vilice prema prednjoj kranijalnoj bazi
- Cd-Go – dužina ramusa donje vilice
- Go-Pg' - dužina korpusa donje vilice
- Cd – Me - ukupna dužina donje vilice



Slika 17. Šematski prikaz parametara položaja i razvijenosti donje vilice.

3. Parametri međuviličnih odnosa:

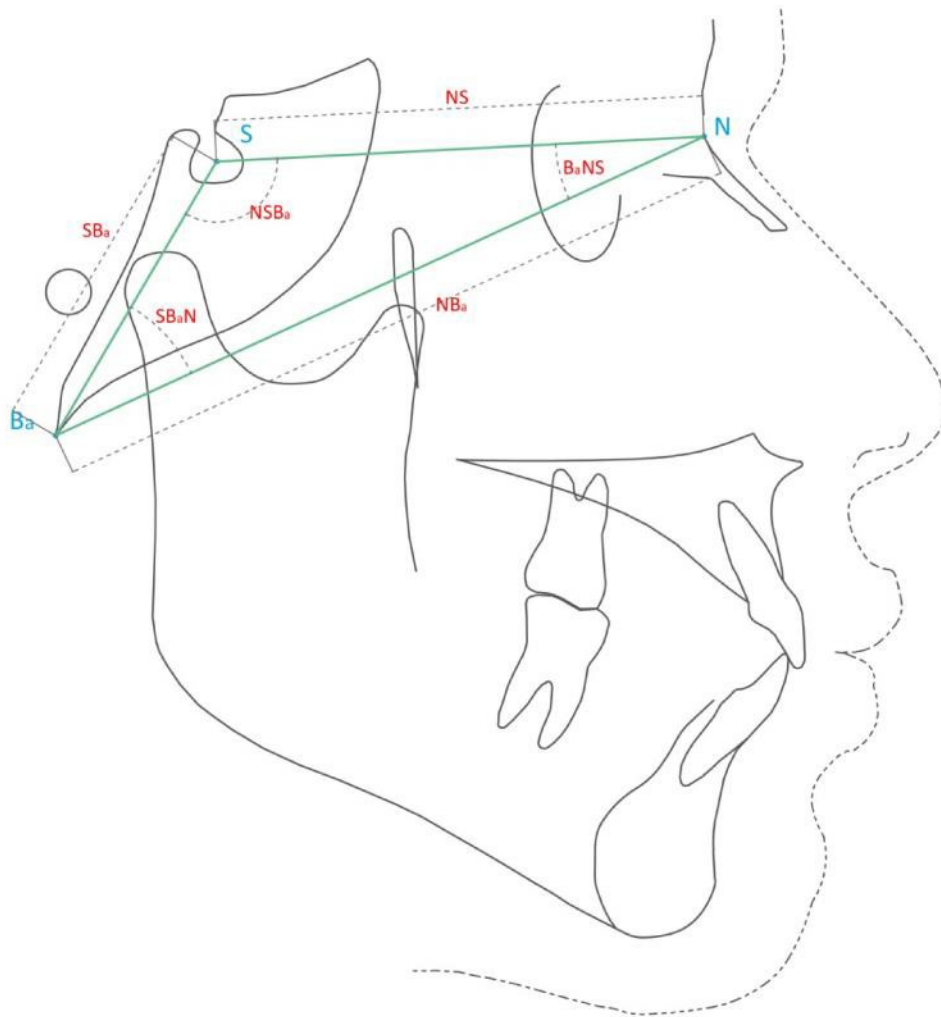
- ugao ANB – ugao sagitalnih međuviličnih odnosa
- ugao SpP/MP – ugao vertikalnih međuviličnih odnosa



Slika 18. Šematski prikaz parametara međuviličnih odnosa.

4. Parametri kranijalne baze:

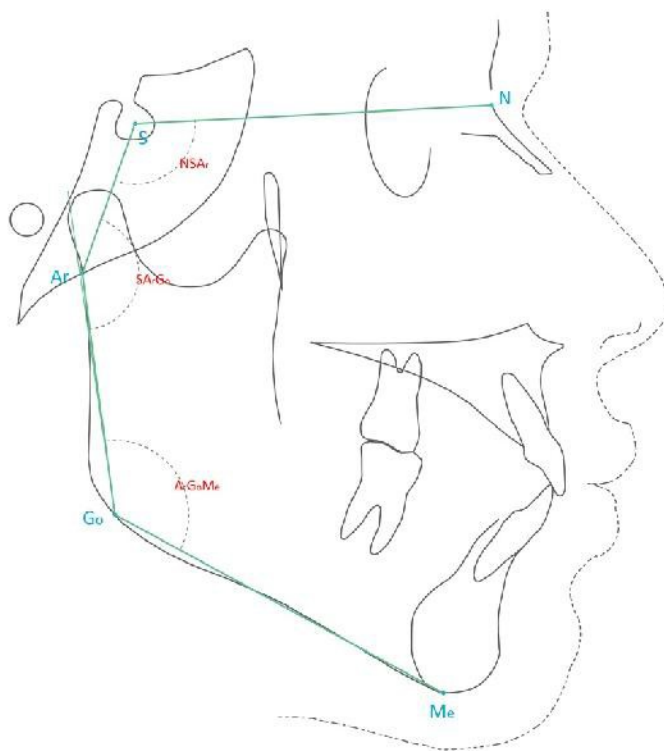
- ugao NSBa
- N-S - dužina prednje kranijalne baze
- S-Ba - dužina zadnje kranijalne baze
- N-Ba – ukupna dužina kranijalne baze



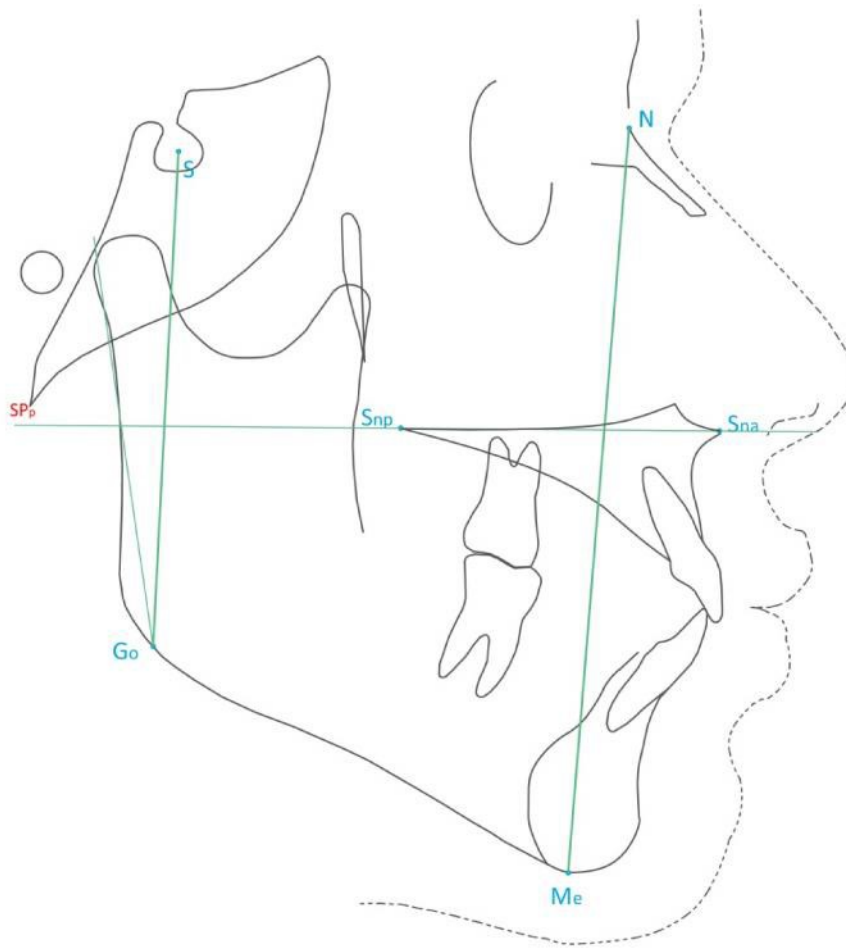
Slika 19. Šematski prikaz parametara kranijalne baze.

5. Parametri rasta lica:

- ugao NSAr – ugao sedla
- ugao SArGo – artikularni ugao
- ugao ArGoMe – gonijalni ugao
- zbir uglova Bjorkovog poligona ($\Sigma = \text{NSAr} + \text{SArGo} + \text{ArGoMe}$)
- prednja visina lica N-Me
- zadnja visina lica S-Go
- odnos prednje i zadnje visine lica ($\text{S-Go}/\text{N-Me} \times 100$)



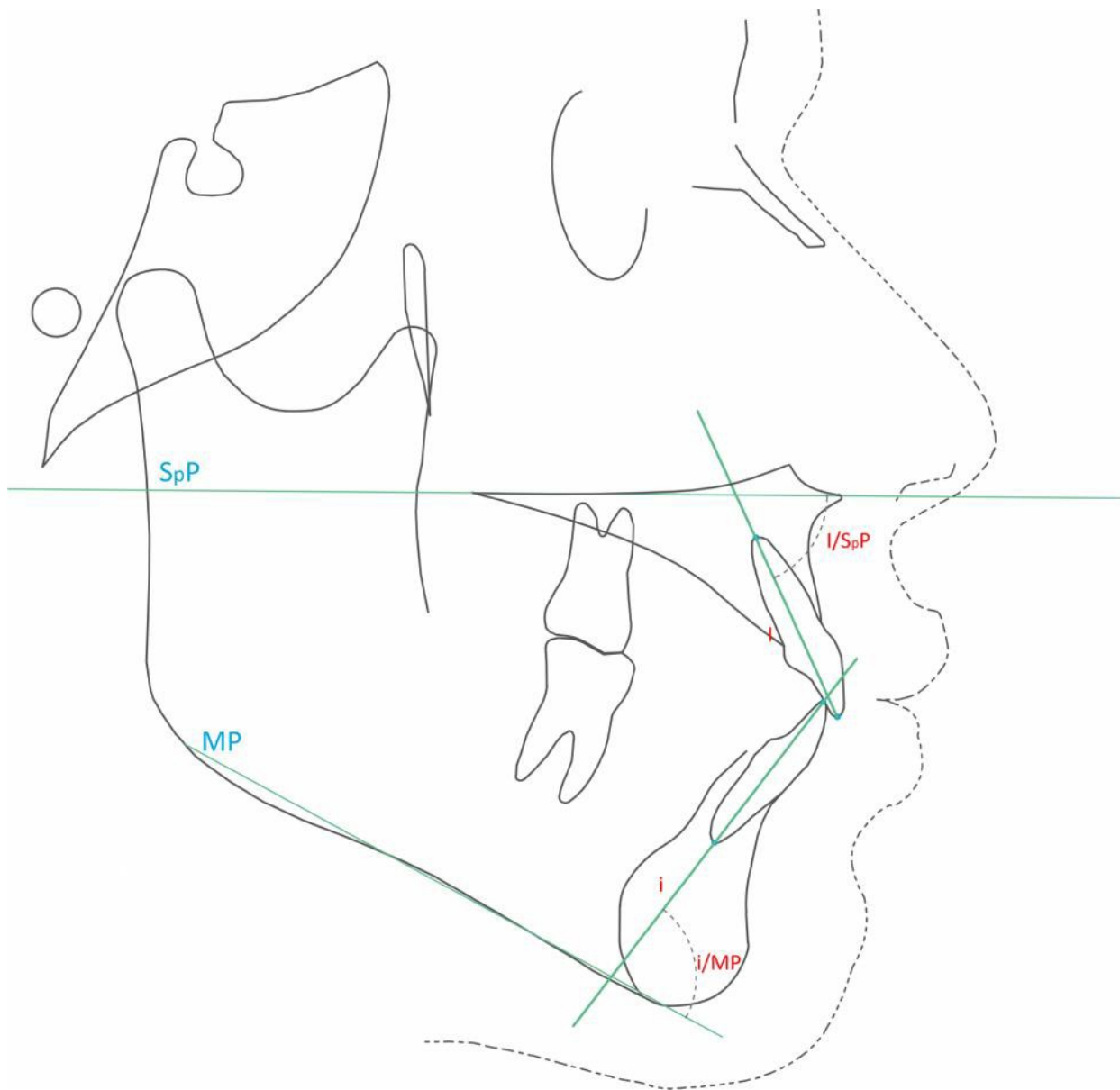
Slika 20. Šematski prikaz angularnih parametara rasta lica.



Slika 21. Šematski prikaz linearnih parametara rasta lica.

6. Parametri položaja sekutića:

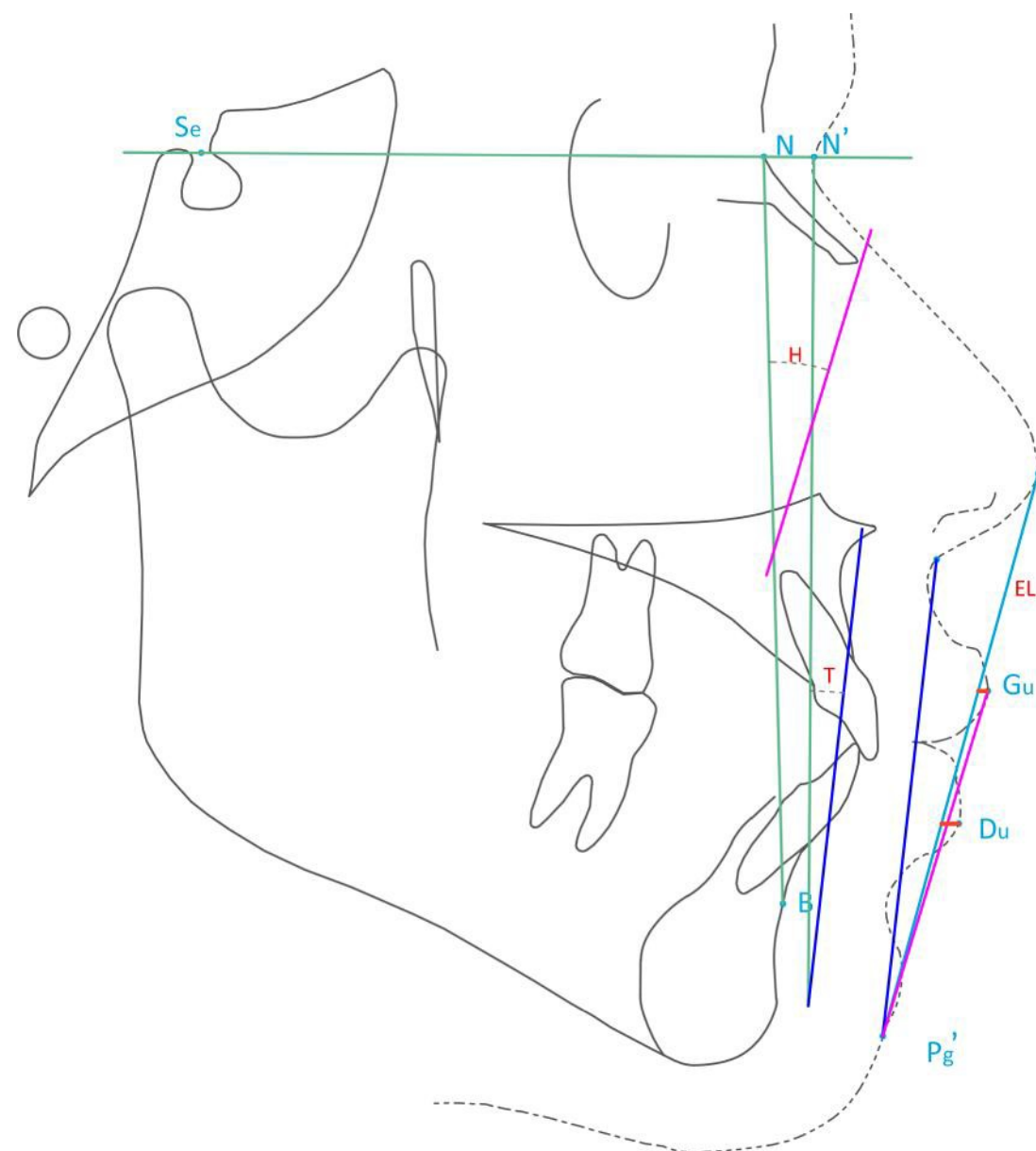
- ugao I/SpP – ugao inklinacije gornjih sekutića
- ugao i/MP – ugao inklinacije donjih sekutića



Slika 22. Šematski prikaz parametara položaja sekutića.

7. Parametri mekotkivnog profila:

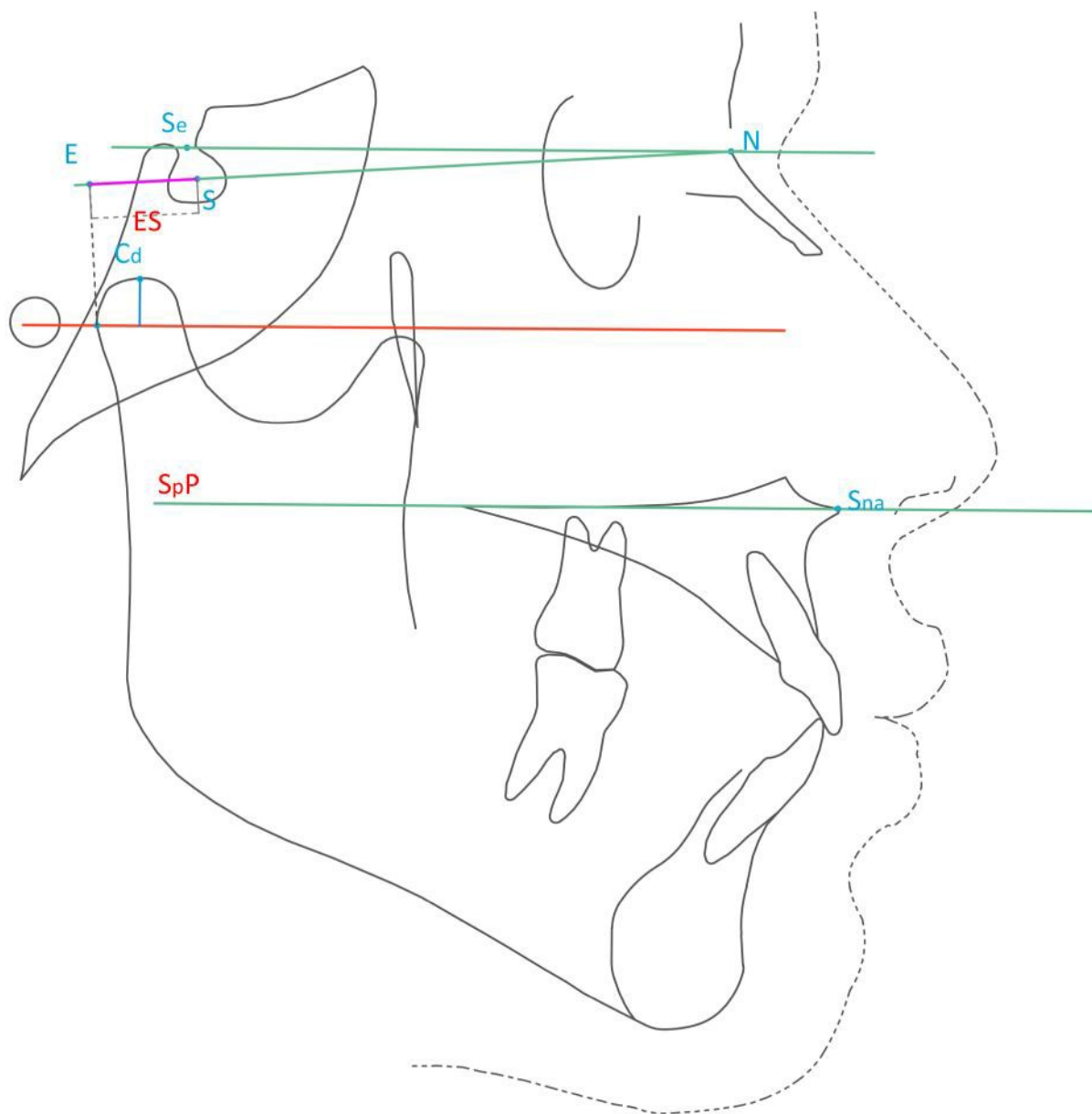
- ugao H – Holdaway ugao
- udaljenost gornje usne od EL (GU/EL)
- udaljenost donje usne od EL (DU/EL)
- ugao T



Slika 23. Šematski prikaz parametara mekotkivnog profila.

8. Parametri položaja TMZ

- sagitalni položaj TMZ – SE
- vertikalni položaj TMZ - ($\frac{1}{2}$ N-SpP)



Slika 24. Šematski prikaz parametara položaja TMZ.

Statistička obrada dobijenih rezultata

U okviru statističke obrade dobijenih podataka za svaki mereni parametar izračunata je srednja vrednost, standardna devijacija, maksimum, minimum i koeficijent korelacije.

Statistička analiza uključila je dvofaktorsku analizu varijanse sa ponovljenim merenjima, pri čemu su merenja vršena u odnosu na faktor vreme i faktor vreme i pripadnost grupi. Takođe, rađena je i jednofaktorska analiza varijanse uz korišćenje Anova testa, Bonferroni testa i Student-ovog t-testa za utvrđivanje statističke značajnosti dobijenih razlika (rezultata).

Svi dobijeni rezultati prikazani su tabelarno i u vidu grafikona.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

REZULTATI STATISTIČKE ANALIZE

STATISTIČKA ANALIZA PARAMETARA POLOŽAJA I RAZVIJENOSTI GORNJE VILICE

Tabela 1: Statistička analiza promene sagitalnog položaja gornje vilice u odnosu na prednju kranijalnu bazu

	SNA					
	M1	M2	F1	F2	B1	B2
x	81.72°	81.63°	81.40°	81.25°	81.35°	82.55°
S. D.	2.97	3.45	2.52	2.49	2.66	2.48
Minimum	75.00°	74.00°	76.00°	77.00°	76.00°	79.00°
Maximum	87.00°	88.00°	86.00°	86.00°	87.00°	88.00°
C cor	0.934		0.897		0.711	

M1 – M blok pre terapije; M2- M blok posle terapije; F1- Fränkel pre terapije; F2- Fränkel posle terapije;

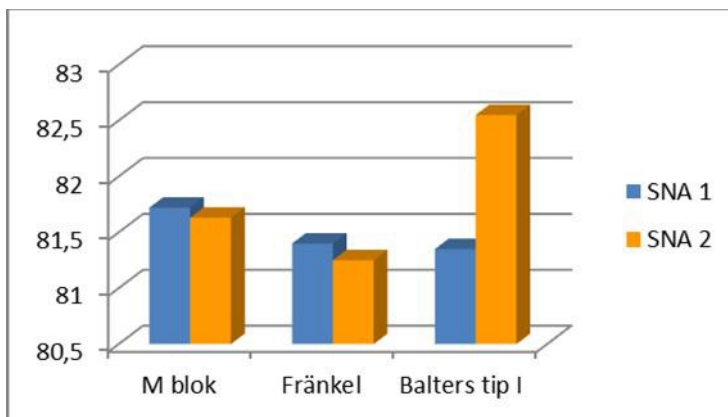
B1 – Balters tip I pre terapije; B2 – Balters tip I posle terapije

Tabela 2: Statistička analiza značajnosti promena u sagitalnom položaju gornje vilice prema prednjoj kranijalnoj bazi nastalih tokom terapije

Ispitivani parametar	Grupa	Značajnost ^a (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^a (razlika između grupa posle terapije)	Razlika (u vrednostima parametara pre i posle terapije)	Značajnost ^{b/c}	Značajnost ^d
SNA	M blok	p=0.876	p=0.357	0.08±1.26	^b p=0.075; ^c p=0.005*	p=0.720
	Fränkel			0.15±1.14		p=0.562
	Balters tip I			-1.20±1.96		p=0.013*

*statistički značajna razlika; ^aJednofaktorska analiza varijanse; ^bDvofaktorska analiza varijanse, faktor vreme;

^cDvofaktorska analiza varijanse, faktor vreme*grupa; ^dt-test za vezane uzorke;



Grafikon 1: Srednje vrednosti ugla SNA pre i posle ortodontske terapije

Tokom terapijskog postupka ugao SNA je neznatno smanjen primenom terapije M bloka sa 81.72° na 81.63°, kod terapije Fränkel aparatom je smanjen sa 81.40° na 81.25°, a povećan tokom terapije Balters-ovim tip I aparatom sa 81.35° na 82.55°, što je statistički značajno povećanje u vrednostima ugla pre i posle terapije ($p=0.013^*$). Dvofaktorskom analizom varijanse sa ponovljenim merenjima ocenjen je uticaj 3 vrste terapije na sagitalni položaj gornje vilice prema prednjoj kranijalnoj bazi u dva vremenska perioda (pre i nakon terapije). Analiza je pokazala da ne postoji statistički značajna razlika u promeni vrednosti ugla pre i nakon terapije $p=0.075$, dok je postojala statistički značajna razlika poređenjem sva tri aparata $p=0.005^*$.

Tabela 3: Statistička analiza promene vertikalnog položaja gornje vilice u odnosu na prednju kranijalnu bazu

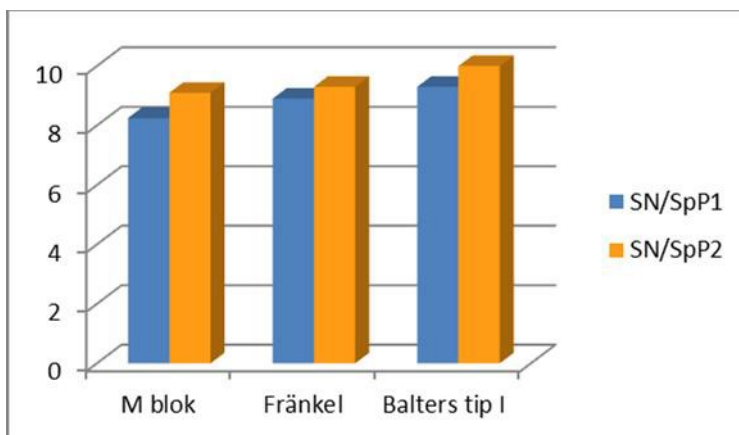
	SN/SpP					
	M1	M2	F1	F2	B1	B2
x	8.25°	9.10°	8.90°	9.30°	9.30°	10.00°
S. D.	4.39	4.92	2.12	2.13	3.03	2.96
Minimum	3.00°	5.00°	6.00°	5.00°	2.00°	5.00°
Maximum	29.00°	32.00°	15.00°	12.00°	13.00°	15.00°
C cor	0.966		0.600		0.859	

M1 – M blok pre terapije; M2- M blok posle terapije; F1- Fränkel pre terapije; F2- Fränkel posle terapije;
B1 – Balters tip I pre terapije; B2 – Balters tip I posle terapije

Tabela 4: Statistička analiza značajnosti promena u vertikalnom položaju gornje vilice prema prednjoj kranijalnoj bazi nastalih tokom terapije

Ispitivani parametar	Grupa	Značajnost ^a (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^a (razlika između grupa posle terapije)	Razlika (u vrednostima parametara pre i posle terapije)	Značajnost ^{b/c}	Značajnost ^d
SN/SpP	M blok	p=0.567	p=0.704	-0.85±1.32	^b p =0.001* ^c p =0.616	p=0,001*
	Fränkel			-0.40±1.90		p=0,359
	Balters tip I			-0.7±1.59		p=0,064

*statistički značajna razlika; ^aJednofaktorska analiza varijanse; ^bDvofaktorska analiza varijanse, faktor vreme;
^cDvofaktorska analiza varijanse, faktor vreme*grupa; ^dt-test za vezane uzorke;



Grafikon 2: Srednje vrednosti ugla SN/SpP pre i posle ortodontske terapije

Ugao SN/SpP, koji definiše vertikalni položaj gornje vilice u odnosu na prednju kranijalnu bazu, na početku terapije M blokom bio je 8.25°, a na kraju terapije 9.10°, sa statistički značajnom razlikom u promeni vrednosti ugla ($p=0.001^*$). Kod primene Fränkel aparata na početku terapije ugao je iznosio 8.90°, a na kraju terapije 9.30°, dok je prilikom primene Balters-ovog tip I aparata na početku terapije iznosio 9.30°, a na kraju terapije 10.00°. Dvofaktorska analiza varijanse ukazuje da postoji statistički značajna razlika u promeni vrednosti ugla pre i nakon terapije $p=0.001^*$, dok se u poređenju sva tri aparata pre i nakon terapije ne zapaža statistički značajna razlika $p=0.616$.

Tabela 5: Statistička analiza promene ukupne dužine korpusa gornje vilice (A'-Snp)

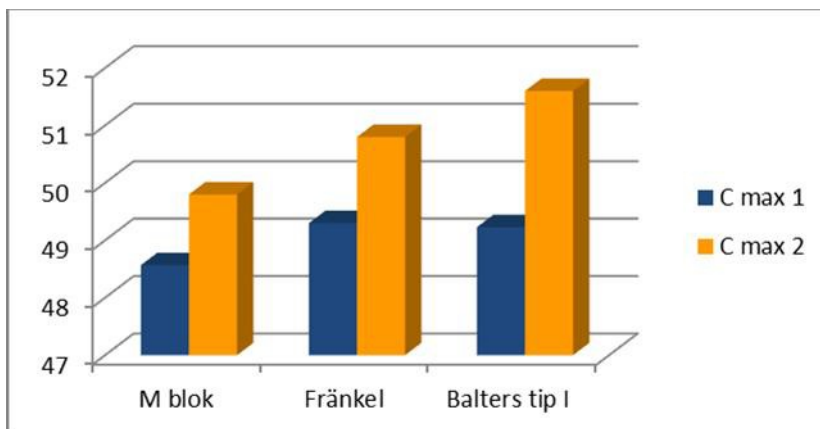
	Cmax					
	M1	M2	F1	F2	B1	B2
x	48.57 mm	49.80 mm	49.30 mm	50.80 mm	49.23 mm	51.60 mm
S. D.	3.28	3.13	2.34	2.39	2.50	2.98
Minimum	43.00 mm	45.00 mm	45.00 mm	47.00 mm	45.00 mm	46.00 mm
Maximum	56.00 mm	57.00 mm	55.00 mm	57.00 mm	53.00 mm	55.00 mm
C cor	0.976		0.836		0.792	

M1 – M blok pre terapije; M2- M blok posle terapije; F1- Fränkel pre terapije; F2- Fränkel posle terapije;
B1 – Balters tip I pre terapije; B2 – Balters tip I posle terapije

Tabela 6: Statistička analiza značajnosti promena u ukupnoj dužini korpusa gornje vilice (A'-SpP) nastalih tokom terapije

Ispitivani parametar	Grupa	Značajnost ^a (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^a (razlika između grupa posle terapije)	Razlika (u vrednostima parametara pre i posle terapije)	Značajnost ^{b/c}	Značajnost ^d
C max	M blok	p=0.596	p=0.100	-1.23±0.72	^b p =0.000* ^c p =0.011*	p=0,000*
	Fränkel			-1.50±1.36		p=0,000*
	Balters tip I			-2.37±1.83		p=0,000*

*statistički značajna razlika; ^aJednofaktorska analiza varijanse; ^bDvofaktorska analiza varijanse, faktor vreme;
^cDvofaktorska analiza varijanse, faktor vreme*grupa; ^dt-test za vezane uzorke;



Grafikon 3: Srednje vrednosti dužine korpusa gornje vilice pre i posle ortodontske terapije

Dužina korpusa gornje vilice (Cmax) povećava se tokom terapije u sve tri ispitivane grupe. Promena ukupne dužine prilikom primene M bloka se statistički značajno povećavala ($p < 0.001^*$) sa 48.57 mm na 49.80 mm. Promena dužine tokom terapije Fränkel aparatom menjala se sa 49.30 mm na 50.80 mm, sa statistički značajnom razlikom na nivou $p < 0.001^*$. U toku terapije Balters-ovim tip I aparatom dužina korpusa gornje vilice se povećavala sa 49.23 mm na 51.60 mm, što je bila statistički značajna promena, $p < 0.001^*$. Dvofaktorska analiza varijanse sa ponovljenim merenjima pokazala je da postoji statistički značajna razlika u promeni vrednosti dužine korpusa pre i nakon terapije $p < 0.001^*$, takođe je postojala statistički značajna razlika u poređenju sva tri aparata tokom vremena $p = 0.011^*$

STATISTIČKA ANALIZA PARAMETARA POLOŽAJA I RAZVIJENOSTI DONJE VILICE

Tabela 7: Statistička analiza promene sagitalnog položaja donje vilice u odnosu na prednju kranijalnu bazu

	SNB					
	M1	M2	F1	F2	B1	B2
x	76.35°	77.48°	74.7°	77.65°	75.50°	77.65°
S. D.	3.22	3.13	2.56	2.46	2.72	2.68
Minimum	70.00°	70.00°	70.00°	74.00°	70.00°	73.00°
Maximum	84.00°	84.00°	81.00°	83.00°	81.00°	84.00°
C cor	0.903		0.913		0.876	

M1 – M blok pre terapije; M2- M blok posle terapije; F1- Fränkel pre terapije; F2- Fränkel posle terapije;

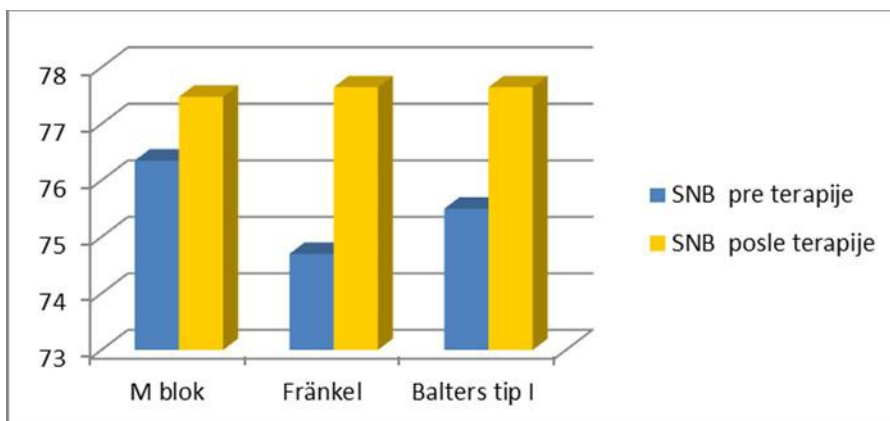
B1 – Balters tip I pre terapije; B2 – Balters tip I posle terapije

Tabela 8: Statistička analiza značajnosti promena u sagitalnom položaju donje vilice prema prednjoj kranijalnoj bazi nastalih tokom terapije

Ispitivani parametri	Grupa	Značajnost ^a (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^a (razlika između grupa posle terapije)	Razlika (u vrednostima parametara pre i posle terapije)	Značajnost ^{b/c}	Značajnost ^d
SNB	M blok	p=0.148	p=0.971	-1.13±1.40	^b p =0.000*	p=0.000*
	Fränkel			-2.95±1.05	^c p =0.000*	p=0.000*
	Balters tip I			-2.15±1.34		p=0.000*

*statistički značajna razlika; ^aJednofaktorska analiza varijanse; ^bDvofaktorska analiza varijanse, faktor vreme;

^cDvofaktorska analiza varijanse, faktor vreme*grupa; ^dt-test za vezane uzorke;



Grafikon 4: Srednje vrednosti ugla SNB pre i posle ortodonske terapije

Tokom terapijskog postupka ugao SNB se povećao u sve tri ispitivane grupe. Ugao SNB, koji definiše sagitalni položaj donje vilice u odnosu na prednju kranijalnu bazu, na početku terapije M blokom bio je 76.35° , a na kraju terapije 77.48° . Kod primene Fränkel-ovog aparata na početku terapije iznosio je 74.70° , a na kraju terapije 77.65° , dok je prilikom primene Balters-ovog tip I aparata na početku terapije iznosio 75.50° na kraju terapije bio je 77.65° . Nastale promene imaju statistički značajnu razliku u vrednostima ugla pre i nakon terapije kod nošenja sva tri aparata na nivou $p < 0.001^*$. Dvofaktorska analiza varijanse sa ponovljenim merenjima pokazuje uticaj vremena na promenu vrednosti ugla SNB unutar grupa ($p < 0.001^*$), a takođe je postojala statistički značajna razlika u poređenju sva tri aparata tokom vremena ($p < 0.001^*$).

Tabela 9: Statistička analiza promene vertikalnog položaja donje vilice u odnosu na prednju kranijalnu bazu

	SN/MP					
	M1	M2	F1	F2	B1	B2
x	31.60°	32.50°	33.85°	33.08°	35.95°	37.85°
S. D.	5.56	6.10	4.97	5.31	5.19	5.16
Minimum	14.00°	10.00°	27.00°	25.00°	27.00°	29.00°
Maximum	43.00°	41.00°	44.00°	45.00°	47.00°	48.00°
C cor	0.933			0.832		0.881

M1 – M blok pre terapije; M2- M blok posle terapije; F1- Fränkel pre terapije; F2- Fränkel posle terapije;

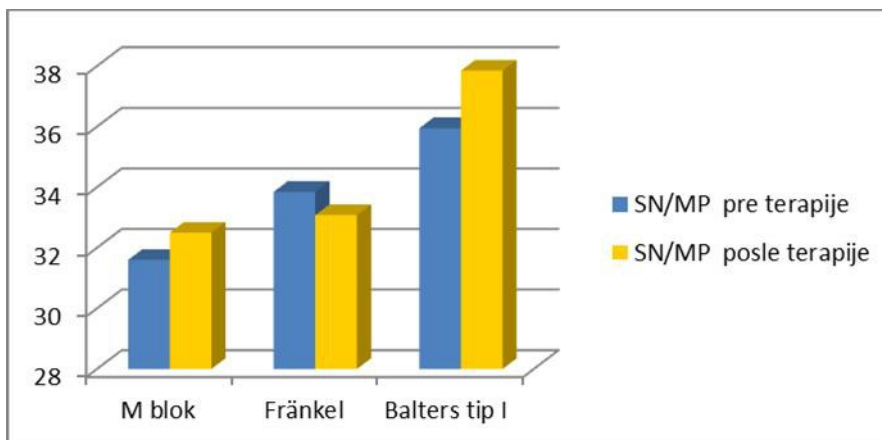
B1 –Balters tip I pre terapije; B2 –Balters tip I posle terapije

Tabela 10: Statistička analiza značajnosti promena u vertikalnom položaju donje vilice prema prednjoj kranijalnoj bazi nastalih tokom terapije

Ispitivani parametar	Grupa	Značajnost ^a (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^a (razlika između grupa posle terapije)	Razlika (u vrednostima parametara pre i posle terapije)	Značajnost ^{b/c}	Značajnost ^d	Značajnost ^{a/e} (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^{a/e} (razlika između grupa posle terapije)
SN/MP	M blok	p=0.021*	p=0.004*	-0.90±2.20	^b p =0.033* ^c p =0.005*	p=0.033*	^a p=0.021* ^e 1 vs 2; p=0.437 ^e 1 vs 3; p=0.018* ^e 2 vs 3; p=0.642	^a p=0.004* ^e 1 vs 2; p=1.00 ^e 1 vs 3; p=0.005* ^e 2 vs 3; p=0.027*
	Fränkel			0.77±2.29		p=0.261		
	Balters tip I			-1.90±2.53		p=0.003*		

*statistički značajna razlika; ^aJednofaktorska analiza varijanse; ^bDvofaktorska analiza varijanse, faktor vreme;

^cDvofaktorska analiza varijanse, faktor vreme*grupa; ^dt-test za vezane uzorke; ^eBonferroni test;



Grafikon 5: Srednje vrednosti ugla SN/MP pre i posle ortodontske terapije

Ugao SN/MP smanjuje se tokom nošenja Fränkel-ovog aparata, dok se prilikom nošenja M bloka i Balters-ovog tip I aparata on povećava. Promena vrednosti ugla SN/MP prilikom primene M bloka se kretala sa 31.60° na 32.50° , sa statistički značajnom razlikom na nivou $p=0.033^*$. Promena tokom terapije Fränkel-ovog aparata je bila sa 33.85° na 33.08° , bez statistički značajne razlike u vrednostima ugla $p=0.261$. U toku terapije Balters-ovim tip I aparatom ugao SN/MP se menjao sa 35.95° na 37.85° , što je bila statistički značajna promena na nivou $p=0.003^*$. Korišćenjem jednofaktorske analize varijanse dobijene su statistički značajne razlike između aparata pre terapije $p=0.021^*$, razlika je nađena između M bloka i Balters-ovog tip I aparata ($p=0.018^*$), takođe postoji statistički značajna razlika poređenjem grupa posle terapije ($p=0.004^*$) i to između M bloka i Balters-ovog tip I aparata ($p=0.005^*$) i Fränkel i Balters-a tip I ($p=0.027^*$). Dvofaktorska analiza varijanse sa ponovljenim merenjima pokazuje statistički značajan uticaj promene vrednosti ugla pre i nakon terapije $p=0.033^*$, kao i između grupa tokom vremena $p=0.005^*$.

Tabela 11: Statistička analiza promene dužine korpusa donje vilice (Go-Pg')

	Cmand					
	M1	M2	F1	F2	B1	B2
X	70.33 mm	72.02 mm	71.23 mm	73.20 mm	71.08 mm	72.05 mm
S. D.	5.37	5.23	5.32	4.72	6.09	5.35
Minimum	61.00 mm	63.00 mm	60.00 mm	63.00 mm	57.00 mm	59.00 mm
Maximum	87.00 mm	88.00 mm	82.00 mm	84.00 mm	80.00 mm	81.00 mm
C cor	0.988		0.968		0.897	

M1 – M blok pre terapije; M2- M blok posle terapije; F1- Fränkel pre terapije; F2- Fränkel posle terapije;

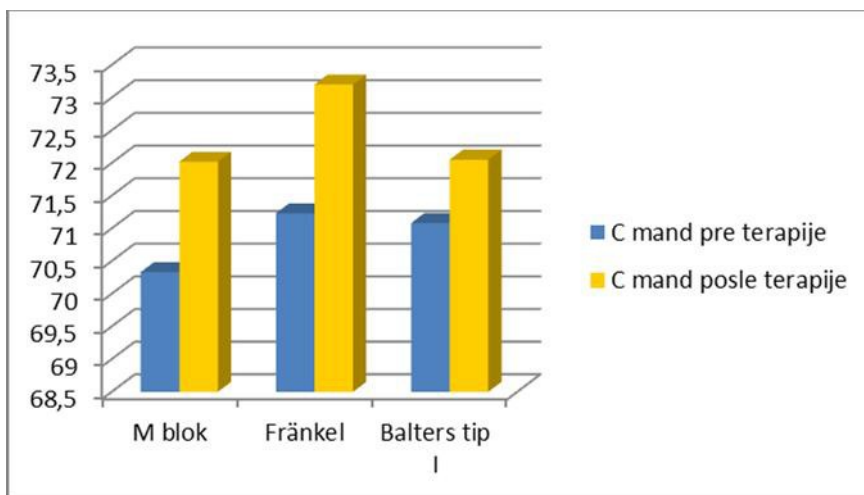
B1 – Balters tip I pre terapije; B2 – Balters tip I posle terapije

Tabela 12: Statistička analiza značajnosti promena u dužini korpusa donje vilice (Go-Pg') nastalih tokom terapije

Ispitivani parametar	Grupa	Značajnost ^a (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^a (razlika između grupa posle terapije)	Razlika (u vrednostima parametara pre i posle terapije)	Značajnost ^{b/c}	Značajnost ^d
Cmand	M blok	p=0.829	p=0.690	-1.69±0.85	^b p =0.000*	p=0.000*
	Fränkel			-1.97±1.40		p=0.000*
	Balters tip I			-0.97±2.69		^c p =0.168

*statistički značajna razlika; ^aJednofaktorska analiza varijanse; ^bDvofaktorska analiza varijanse, faktor vreme;

^cDvofaktorska analiza varijanse, faktor vreme*grupa; ^dt-test za vezane uzorke;



Grafikon 6: Srednje vrednosti dužine korpusa donje vilice pre i posle ortodonske terapije

Sve tri vrste aparata tokom terapije dovode do povećanja dužine korpusa donje vilice. Terapija pomoću M bloka izaziva povećanje sa 70.33 mm na 72.02 mm, terapija Fränkel-ovim aparatom sa 71.23 mm na 73.20 mm, a terapija Balters-ovim tip I aparatom sa 71.08 mm na 72.05 mm. Statistički značajno povećanje vrednosti dužine korpusa daju M blok i terapija Fränkel aparatom na nivou $p < 0.001^*$. Dvofaktorska analiza varijanse sa ponovljenim merenjima pokazuje statistički značajan uticaj promene dužine korpusa tokom vremena unutar grupa od $p < 0.001^*$.

Tabela 13: Statistička analiza promene ukupne dužine donje vilice (Cd-Me)

	Cd-Me					
	M1	M2	F1	F2	B1	B2
X	108.02 mm	109.80 mm	105.70 mm	108.40 mm	107.75 mm	110.50 mm
S. D.	5.72	5.78	5.16	5.11	2.72	3.28
Minimum	98.00 mm	100.00 mm	96.00 mm	99.00 mm	101.00 mm	116.00 mm
Maximum	124.00 mm	126.00 mm	120.00 mm	120.00 mm	111.00 mm	126.00 mm
C cor	0.976		0.804		0.462	

M1 – M blok pre terapije; M2- M blok posle terapije; F1- Fränkel pre terapije; F2- Fränkel posle terapije;

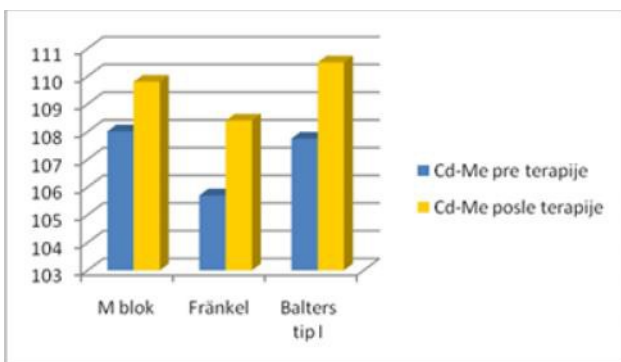
B1 – Balters tip I pre terapije; B2 – Balters tip I posle terapije

Tabela 14: Statistička analiza značajnosti promena u ukupnoj dužini donje vilice (Cd-Me) nastalih tokom terapije

Ispitivani parametar	Grupa	Značajnost ^a (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^a (razlika između grupa posle terapije)	Razlika (u vrednostima parametara pre i posle terapije)	Značajnost ^{b/c}	Značajnost ^d	
Cd-Me	M blok	p=0.212	p=0.442	-1.78 ±1.27	^b p =0.000*	p=0.000*	
	Fränkel			-2.70 ±3.21			^c p =0.320*
	Balters tip I			-2.75 ±3.15			
						p=0.003*	

*statistički značajna razlika; ^aJednofaktorska analiza varijanse; ^bDvofaktorska analiza varijanse, faktor vreme;

^cDvofaktorska analiza varijanse, faktor vreme*grupa; ^dt-test za vezane uzorke;



Grafikon 7: Srednje vrednosti ukupne dužine donje vilice pre i posle ortodontske terapije

Tokom terapijskog postupka ukupna dužina donje vilice se povećavala kod sva tri terapijska modaliteta. Ukupna dužina donje vilice na početku terapije M blokom iznosila je 108.01 mm, a na kraju terapije 109.80 mm. Kod primene Fränkel aparata na početku terapije iznosila je 105.70 mm, a na kraju terapije 108.40 mm, dok je prilikom primene Balters-ovog tip I aparata na početku terapije iznosila 107.75 mm, a na kraju terapije 110.50 mm. Nastale promene u vrednostima imaju statistički značajnu razliku kod sva tri aparata pre i nakon terapije kod M bloka ona iznosi $p < 0.001^*$, kod Fränkel-ovog aparata $p = 0.001^*$, a kod Balters-ovog aparata ona je bila $p = 0.003^*$. Dvofaktorska analiza varijanse sa ponovljenim merenjima pokazuje statistički značajan uticaj promene vrednosti ugla pre i nakon terapije unutar grupa ($p < 0.001^*$).

Tabela 15: Statistička analiza promene dužine (visine) ramusa donje vilice (Cd-Go)

	Cd-Go					
	M1	M2	F1	F2	B1	B2
X	55.77 mm	57.50 mm	55.10 mm	56.55 mm	54.47 mm	56.45 mm
S. D.	3.63	3.88	4.08	3.43	4.09	3.71
Minimum	49.00 mm	50.00 mm	49.00 mm	50.00 mm	46.00 mm	49.00 mm
Maximum	61.00 mm	64.00 mm	65.00 mm	62.00 mm	63.00 mm	62.00 mm
C cor	0.907		0.701		0.640	

M1 – M blok pre terapije; M2- M blok posle terapije; F1- Fränkel pre terapije; F2- Fränkel posle terapije;

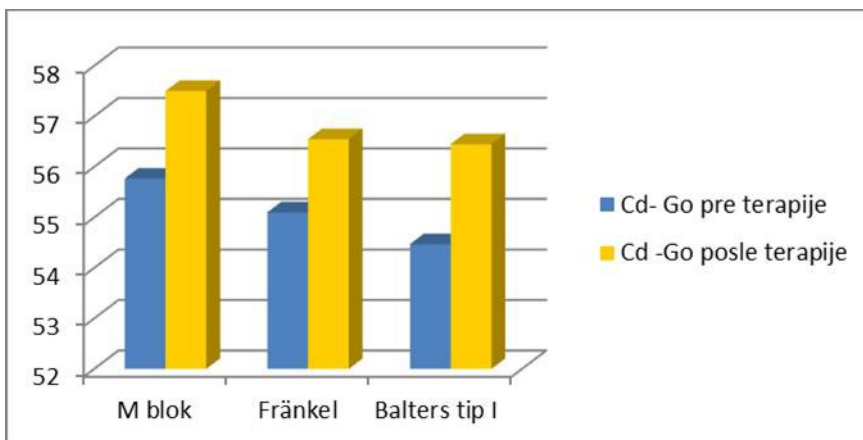
B1 – Balters tip I pre terapije; B2 – Balters tip I posle terapije

Tabela 16: Statistička analiza značajnosti promena u dužini (visini) ramusa donje vilice (Cd-Go) nastalih tokom terapije

Ispitivani parametar	Grupa	Značajnost ^a (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^a (razlika između grupa posle terapije)	Razlika (u vrednostima parametara pre i posle terapije)	Značajnost ^{b/c}	Značajnost ^d	
Cd-Go	M blok	p=0.515	p=0.537	-1.73±0.93	^b p =0.000*	p=0.000*	
	Fränkel			-1.45±2.96		^c p =0.796	p=0.041*
	Balters tip I			-1.98±3.33			p=0.016*

*statistički značajna razlika; ^aJednofaktorska analiza varijanse; ^bDvofaktorska analiza varijanse, faktor vreme;

^cDvofaktorska analiza varijanse, faktor vreme*grupa; ^dt-test za vezane uzorke;



Grafikon 8: Srednje vrednosti dužine (visine) ramusa donje vilice pre i posle ortodontske terapije

Dužina (visina) ramusa donje vilice povećava se tokom terapije. Promena dužine ramusa prilikom primene M bloka bila je sa 55.77 mm na 57.50 mm, sa statistički značajnom razlikom na nivou $p < 0.001^*$. Promena tokom terapije Fränkel-ovim aparatom pokazala je statistički značajnu razliku u povećanju vrednosti dužine ramusa od $p = 0.041^*$, to se vidi kroz promenu srednjih vrednosti sa 55.10 mm na 56.55 mm nakon terapije. U toku terapije Balters-ovim tip I aparatom dužina ramusa donje vilice se menjala sa 54.47 mm na 56.45 mm, što je bila statistički značajna promena na nivou $p = 0.016^*$. Dvofaktorska analiza varijanse sa ponovljenim merenjima pokazuje statistički značajan uticaj promene vrednosti ugla pre i nakon terapije u ispitivanim grupama od $p < 0.001^*$.

Tabela 17: Statistička analiza promene sagitalnog položaja brade u odnosu na prednju kranijalnu bazu

	SN-Pg					
	M1	M2	F1	F2	B1	B2
X	77.60°	78.56°	76.50°	78.55°	76.50°	78.15°
S. D.	2.79	2.86	2.44	2.64	2.84	2.70
Minimum	73.00°	74.00°	72.00°	74.00°	72.00°	74.00°
Maximum	84.00°	86.00°	82.00°	84.00°	83.00°	84.00°
C cor	0.938		0.926		0.951	

M1 – M blok pre terapije; M2- M blok posle terapije; F1- Fränkel pre terapije; F2- Fränkel posle terapije;

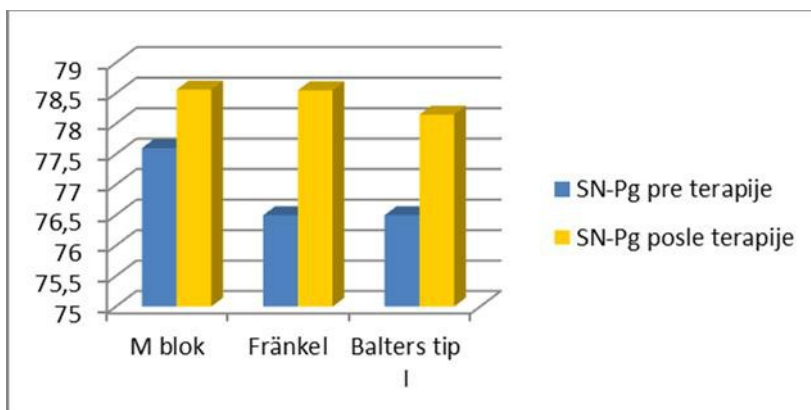
B1 – Balters tip I pre terapije; B2 – Balters tip I posle terapije

Tabela 18: Statistička analiza značajnosti promena u sagitalnom položaju brade prema prednjoj kranijalnoj bazi nastalih tokom terapije

Ispitivani parametar	Grupa	Značajnost ^a (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^a (razlika između grupa posle terapije)	Razlika (u vrednostima parametara pre i posle terapije)	Značajnost ^{b/c}	Značajnost ^d
SN-Pg	M blok	p=0.250	p=0.857	-0.96±0.99	^b p =0.000*	p=0.000*
	Fränkel			-2.05±0.99		
	Balters tip I			-1.65±0.87		

*statistički značajna razlika; ^aJednofaktorska analiza varijanse; ^bDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme;

^cDvofaktorska analiza varijanse faktor vreme*grupa; ^dt-test za vezane uzorke;



Grafikon 9: Srednje vrednosti ugla SN-Pg pre i posle ortodontske terapije

Tokom terapijskog postupka ugao SN-Pg se povećavao prilikom primene sve tri vrste aparata. Ugao SN-Pg na početku terapije M blokom bio je 77.60°, a na kraju terapije 78.56°. Kod primene Fränkel aparata SN-Pg na početku terapije iznosio je 76.50°, a na kraju terapije 78.55°, dok je prilikom primene Balters-ovog tip I aparata na početku terapije iznosio 76.50°, a na kraju terapije 78.15°. Postoji statistički značajna razlika ugla SN-Pg pre i posle terapije kod sva tri aparata na nivou od $p < 0.001^*$. Dvofaktorska analiza varijanse sa ponovljenim merenjima utvrdila je uticaj vremena pre i nakon terapije na promenu vrednosti ugla $p < 0.001^*$, kao i između grupa tokom vremena ($p = 0.001^*$)

STATISTIČKA ANALIZA PARAMETARA MEĐUVILIČNIH ODNOSA

Tabela 19: Statistička analiza promene sagitalnih međuviličnih odnosa

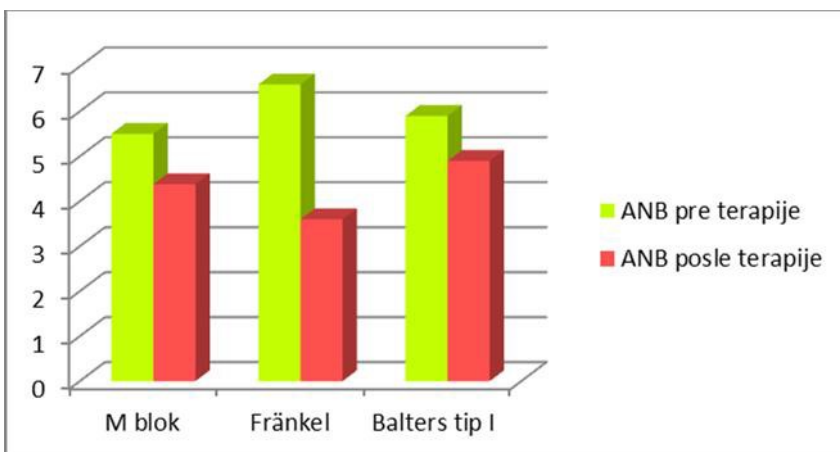
	ANB					
	M1	M2	F1	F2	B1	B2
X	5.50°	4.38°	6.60°	3.60°	5.90°	4.90°
S. D.	0.81	1.11	1.35	1.23	1.07	1.23
Mediana	5.00°	4.00°	6.50°	3.00°	6.00°	5.00°
Minimum	5.00°	2.00°	5.00°	2.00°	5.00°	3.00°
Maximum	8.00°	7.00°	10.00°	7.00°	9.00°	8.00°

M1 – M blok pre terapije; M2- M blok posle terapije; F1- Fränkel pre terapije; F2- Fränkel posle terapije; B1 – Balters tip I pre terapije; B2 – Balters tip I posle terapije

Tabela 20: Statistička analiza značajnosti promena sagitalnih međuviličnih odnosa nastalih tokom terapije

Ispitivani parametar	Grupa	Značajnost ^a (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^a (razlika između grupa posle terapije)	Značajnost ^b (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^b (razlika između grupa posle terapije)	Značajnost ^c (razlika unutar grupa pre i posle terapije)
ANB	M blok	p=0.005*	p=0.002*	^a p=0.005*	^a p =0.002*	p=0.000*
	Fränkel			1 vs 2	1 vs 2	p=0.000*
	Balters tip I			1 vs 3 p=0.114 2 vs 3 p=0.086	1 vs 3 p=0.154 2 vs 3 p=0.002*	p=0.004*

*statistički značajna razlika; ^a Kruskal-Wallis Test; ^b Mann-Whitney Test; ^c Wilcoxon Test ekvivalentnih parova;



Grafikon 10: Srednje vrednosti ugla ANB pre i posle ortodontske terapije

Ugao međuviličnih sagitalnih odnosa ANB se tokom terapije smanjuje u sve tri ispitivane grupe. Promena ugla ANB prilikom primene M bloka je sa 5.50° na 4.38° sa statistički značajnom razlikom od $p < 0.001^*$. Promena tokom terapije Fränkel-ovim aparatom je bila sa 6.60° na 3.60° sa statistički značajnom razlikom od $p < 0.001^*$. U toku terapije Balters-ovim tip I aparatom ugao ANB se menjao sa 5.90° na 4.90° sa statistički značajnom razlikom na nivou $p = 0.004^*$. Međugrupnim poređenjem pacijenata pre terapije zabeležena je statistički značajna razlika ($p = 0.005^*$) između terapije M blokom i Fränkel aparatom ($p = 0,001^*$). Takođe međugrupnim poređenjem nakon terapije dobijena je statistički značajna razlika u vrednostima ugla ($p = 0.002^*$) i to između M bloka i Fränkel aparata ($p = 0.005^*$) i Fränkel aparata i Balters-ovog tip I aparata ($p = 0.002^*$).

Tabela 21: Statistička analiza promene vertikalnih međuviličnih odnosa (SpP/MP)

	SpP/MP					
	M1	M2	F1	F2	B1	B2
X	26.58°	27.17°	25.10°	23.90°	26.55°	27.85°
S. D.	5.12	4.79	5.61	5.07	6.10	5.91
Minimum	16.00°	19.00°	17.00°	17.00°	18.00°	21.00°
Maximum	40.00°	37.00°	36.00°	37.00°	40.00°	41.00°
C cor	0.923		0.843		0.830	

M1 – M blok pre terapije; M2- M blok posle terapije; F1- Fränkel pre terapije; F2- Fränkel posle terapije;

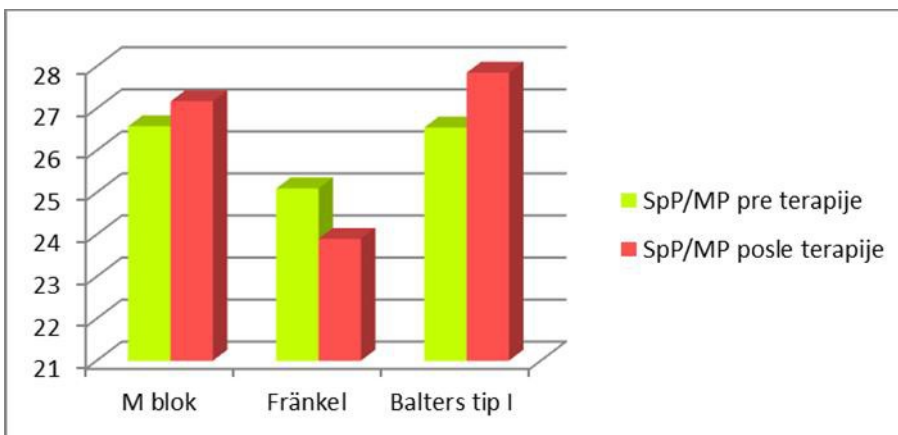
B1 – Balters tip I pre terapije; B2 – Balters tip I posle terapije

Tabela 22: Statistička analiza značajnosti promena vertikalnih međuviličnih odnosa nastalih tokom terapije

Ispitivani parametar	Grupa	Značajnost ^a (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^a (razlika između grupa posle terapije)	Razlika (u vrednostima parametara pre i posle terapije)	Značajnost ^{b/c}	Značajnost ^d	Značajnost ^{a/e} (razlik a između grupa posle terapije)
SpP/MP	M blok	p=0.608	p=0.039*	-0.59±1.96	^b p =0.505 ^c p =0.017*	p=0.115	^a p=0.039* ^e 1 vs 2; p=0,10 ^e 1 vs 3; p=1,00 ^e 2 vs 3; p=0,058
	Fränkel			1.20±3.03		p=0.930	
	Balters tip I			-1.30±3.51		p=0.114	

*statistički značajna razlika; ^aJednofaktorska analiza varijanse; ^bDvofaktorska analiza varijanse, faktor vreme;

^cDvofaktorska analiza varijanse, faktor vreme*grupa; ^dt-test za vezane uzorke; ^eBonferroni test;



Grafikon 11: Srednje vrednosti ugla SpP/MP pre i posle ortodontske terapije

Terapija Fränkel-ovim aparatom izaziva smanjenje ugla SpP/MP sa 25.10° na 23.90° , dok M blok dovodi do povećanja ugla sa 26.58° na 27.17° , kao i Balters-ov tip I aparat sa 26.55° na 27.85° . Statistički značajna razlika postoji međugrupnim poređenjem vrednosti ugla posle terapije $p=0.039^*$, ali poređenjem grupa svakom sa svakom u paru nije zapažena statistička značajnost. Dvofaktorska analiza varijanse sa ponovljenim merenjima pokazuje statistički značajnu razliku na nivou od $p=0.017^*$ između grupa tokom vremena.

STATISTIČKA ANALIZA PARAMETARA KRANIJALNE BAZE

Tabela 23: Statistička analiza promene ugla kranijalne baze(NSBa)

	NSBa					
	M1	M2	F1	F2	B1	B2
X	131.43°	131.93°	129.95°	130.25°	132.20°	131.30°
S. D.	4.51	4.2	4.91	4.06	4.42	3.18
Minimum	122.00°	123.00°	125.00°	125.00°	123.00°	125.00°
Maximum	139.00°	140.00°	145.00°	140.00°	140.00°	136.00°
C cor	0.932		0.843		0.782	

M1 – M blok pre terapije; M2- M blok posle terapije; F1- Fränkel pre terapije; F2- Fränkel posle terapije;

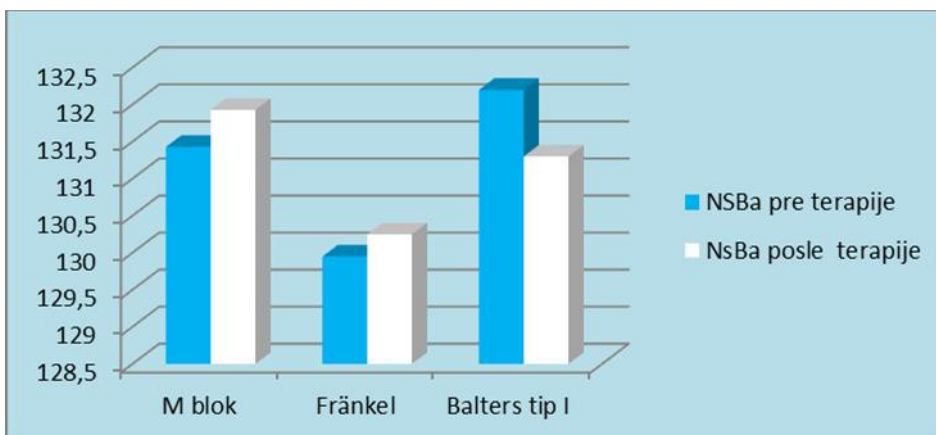
B1 – Balters tip I pre terapije; B2 – Balters tip I posle terapije

Tabela 24: Statistička analiza značajnosti promena vrednosti ugla NSBa nastalih tokom terapije

Ispitivani parametar	Grupa	Značajnost ^a (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^a (razlika između grupa posle terapije)	Razlika (u vrednostima parametara pre i posle terapije)	Značajnost ^{b/c}	Značajnost ^d
NSBa	M blok	p=0.295	p=0.333	-0.50±1.63	^b p =0.901	p=0.105
	Fränkel			-0.30±2.31	^c p =0.081	p=0.570
	Balters tip I			0.90±2.77		p=0.163

*statistički značajna razlika; ^aJednofaktorska analiza varijanse; ^bDvofaktorska analiza varijanse, faktor vreme;

^cDvofaktorska analiza varijanse, faktor vreme*grupa; ^dt-test za vezane uzorke;



Grafikon 12: Srednje vrednosti ugla NSBa pre i posle ortodontske terapije

Primena M bloka i Fränkel-ovog aparata izaziva neznatno povećanje vrednosti ugla kranijalne baze, i to M blok sa 131.43° na 131.93°, Fränkel-ov aparat sa 129.95° na 130.25°, dok Balters-ov tip I aparata izaziva smanjenje ugla NSBa sa 132.20° na 131.30°. Ne postoji statistički značajna razlika ni u jednoj ispitivanoj terapijskoj grupi. Dvofaktorska analiza varijanse ne ukazuje na značaj faktora vreme ($p=0.901$) i vreme*grupa ($p=0.081$).

Tabela 25: Statistička analiza promene dužine prednje kranijalne baze

	NS					
	M1	M2	F1	F2	B1	B2
X	71.80 mm	72.63 mm	72.60 mm	73.95 mm	72.55 mm	74.15 mm
S. D.	3.64	3.35	3.36	3.30	3.56	3.06
Minimum	67.00 mm	67.00 mm	67.00 mm	70.00 mm	62.00 mm	66.00 mm
Maximum	79.00 mm	80.00 mm	82.00 mm	83.00 mm	77.00 mm	78.00 mm
C cor	0.958		0.880		0.980	

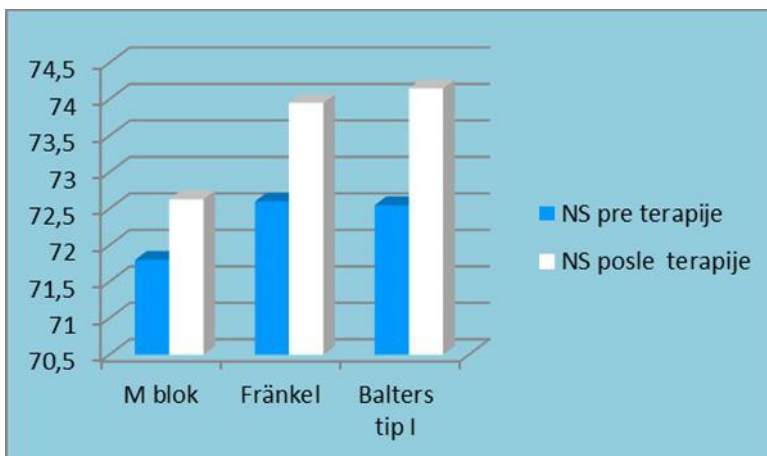
M1 – M blok pre terapije; M2- M blok posle terapije; F1- Fränkel pre terapije; F2- Fränkel posle terapije; B1 – Balters tip I pre terapije; B2 – Balters tip I posle terapije

Tabela 26: Statistička analiza značajnosti promena u dužini prednje kranijalne baze nastalih tokom terapije

Ispitivani parametar	Grupa	Značajnost ^a (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^a (razlika između grupa posle terapije)	Razlika (u vrednostima parametara pre i posle terapije)	Značajnost ^{b/c}	Značajnost ^d		
NS	M blok	p=0.664	p=0.201	-0.83±1.05	^b p =0.000*	p=0.000*		
	2Fränkel			-1.35±1.63			^c p =0.075	p=0.002*
	Balters tip I			-1.60±0.82				p=0.000*

*statistički značajna razlika; ^aJednofaktorska analiza varijanse; ^bDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme;

^cDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme*grupa; ^dt-test za vezane uzorke;



Grafikon 13: Srednje vrednosti dužine prednje kranijalne baze (NS) pre i posle ortodontske terapije

Dvofaktorskom analizom varijanse sa ponovljenim merenjima ocenjen je uticaj tri vrste terapije na dužinu prednje kranijalne baze u dva vremenska perioda (pre i nakon terapije). Nije postojala značajna interakcija između vrste aparata tokom vremena ($p=0.075$), dok je utvrđen znatan uticaj vremena na promenu dužinu pre i posle terapije unutar grupa ($p<0.001^*$). Tokom terapijskog postupka dužina prednje kranijalne baze NS se povećavala prilikom primene sve tri vrste aparata. Dužina prednje kranijalne baze na početku terapije M blokom bila je 71.80 mm, a na kraju terapije 72.63 mm sa statistički značajnom razlikom na nivou $p<0.001^*$. Kod primene Fränkel-ovog aparata na početku terapije iznosila je 72.60 mm, a na kraju terapije 73.95 mm sa statistički značajnom razlikom na nivou $p=0.002^*$, dok je prilikom primene Balters-ovog tip I aparata na početku terapije iznosila 72.55 mm, a na kraju terapije 74.15 mm, sa statistički značajnom razlikom od $p<0.001^*$.

Tabela 27: Statistička analiza promene dužine zadnje kranijalne baze

	Sba					
	M1	M2	F1	F2	B1	B2
X	46.35 mm	47.36 mm	47.10 mm	49.10 mm	49.00 mm	50.65 mm
S. D.	4.66	4.68	2.19	2.90	2.77	3.06
Minimum	40.50 mm	41.00 mm	43.00 mm	45.00 mm	43.00 mm	45.00 mm
Maximum	55.00 mm	56.00 mm	52.00 mm	58.00 mm	53.00 mm	55.00 mm
C cor	0.985		0.296		0.805	

M1 – M blok pre terapije; M2- M blok posle terapije; F1- Fränkel pre terapije; F2- Fränkel posle terapije;

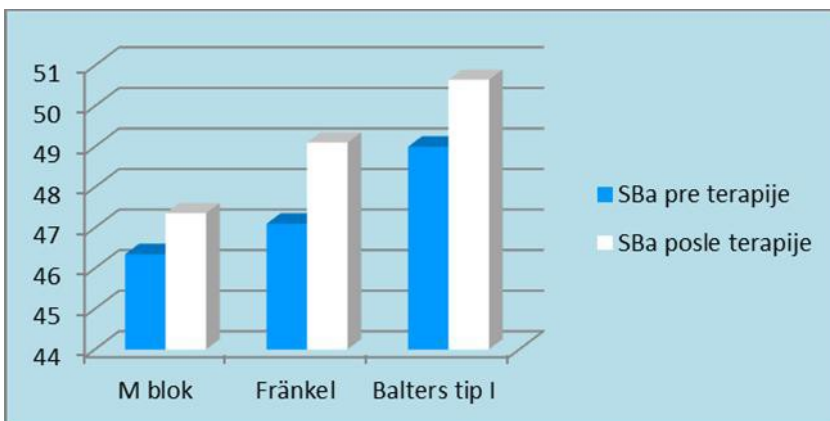
B1 – Balters tip I pre terapije; B2 – Balters tip I posle terapije

Tabela 28: Statistička analiza značajnosti promena u dužini zadnje kranijalne baze nastalih tokom terapije

Ispitivani parametar	Grupa	Značajnost ^a (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^a (razlika između grupa posle terapije)	Razlika (u vrednostima parametara pre i posle terapije)	Značajnost ^{b/c}	Značajnost ^d	Značajnost ^{a/e} (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^{a/e} (razlika između grupa posle terapije)
SBa	M blok	p=0.043*	p=0.014*	-1.01±0.81	^b p =0.000* ^c p =0.214	^d p=0.000* ^d p=0.009* ^d p=0.001*	^a p=0.043* ^e 1 vs 2; p=1.000 ^e 1 vs 3; p=0.039* ^e 2 vs 3; p=0.299	^a p=0.014* ^e 1 vs 2; p=0.360 ^e 1 vs 3; p=0.012* ^e 2 vs 3; p=0.609
	Fränkel			-2.00±3.07				
	Balters tip I			-1.65±1.84				

*statistički značajna razlika; ^aJednofaktorska analiza varijanse; ^bDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme;

^cDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme*grupa; ^dt-test za vezane uzorke; ^eBonferroni test;



Grafikon 14: Srednje vrednosti dužine zadnje kranijalne baze (SBA) pre i posle ortodontske terapije

Dužina zadnje kranijalne baze SBA povećava se tokom primene sve tri vrste aparata. Promena dužine SBA prilikom primene M bloka menjala se sa 46.35 mm na 47.36 mm, sa statistički značajnom razlikom od $p < 0.001^*$. Promena tokom terapije Fränkel-ovom aparatom je bila sa 47.10 mm na 49.10 mm, što je statistički značajna promena na nivou $p = 0.009^*$. U toku terapije Balters-ovim tip I aparatom dužina SBA se menjala sa 49.00 mm na 50.65 mm, što je bila promena sa statistički značajnom razlikom na nivou $p = 0.001^*$. Dvofaktorskom analizom varijanse sa ponovljenim merenjima utvrđen je uticaj promene dužine zadnje kranijalne baze pre i posle terapije od $p < 0.001^*$ kod pacijenata.

Tabela 29: Statistička analiza promene ukupne dužine kranijalne baze

	Nba					
	M1	M2	F1	F2	B1	B2
X	107.33 mm	109.28 mm	110.85 mm	112.35 mm	111.20 mm	113.45 mm
S. D.	5.32	5.34	4.95	4.80	5.23	5.23
Minimum	101.00 mm	103.00 mm	103.00 mm	103.00 mm	98.00 mm	102.00 mm
Maximum	120.00 mm	120.00 mm	120.00 mm	118.00 mm	121.00 mm	123.00 mm
C cor	0.915		0.867		0.892	

M1 – M blok pre terapije; M2- M blok posle terapije; F1- Fränkel pre terapije; F2- Fränkel posle terapije;

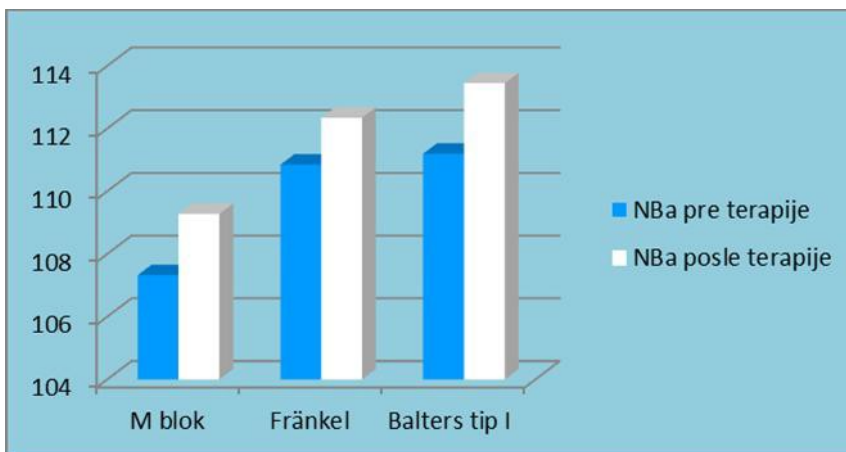
B1 – Balters tip I pre terapije; B2 – Balters tip I posle terapije

Tabela 30: Statistička analiza značajnosti promena u ukupnoj dužini kranijalne baze nastalih tokom terapije

Ispitivani parametar	Grupa	Značajnos t ^a (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^a (razlika između grupa posle terapije)	Razlika (u vrednostima parametara pre i posle terapije)	Značajnost ^{b/c}	Značajnost ^d	Značajnost ^{a/e} (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^{a/e} (razlika između grupa posle terapije)	
NBa	M blok	p=0.037*	p=0.016*	1.95±2.19	^b p =0.000* ^c p =0.517	p=0.001*	^a p=0.037* ^e 1 vs 2; p=0.124 ^e 1 vs 3; p=0.071 ^e 2 vs 3; p=1.000	^a p=0.016* ^e 1 vs 2; p=0.133 ^e 1 vs 3; p=0.021* ^e 2 vs 3; p=1.000	
	Fränkel			1.5±2.52					p=0.016*
	Balters tip I			2.25±2.44					p=0.001*

*statistički značajna razlika; ^aJednofaktorska analiza varijanse; ^bDvofaktorska analiza varijanse, faktor vreme;

^cDvofaktorska analiza varijanse, faktor vreme*grupa; ^dt-test za vezane uzorke; ^eBonferroni test;



Grafikon 15: Srednje vrednosti ukupne dužine kranijalne baze (NBA) pre i posle ortodontske terapije

Svi aparati dovode do statistički značajnog povećanja ukupne dužine kranijalne baze (NBA), i to M blok sa 107.33 mm na 109.28 mm ($p=0.001^*$), Fränkel aparat sa 110.85 mm na 112.35 mm ($p=0.016^*$) i Balters-ov tip I aparat sa 111.20 mm na 113.45 mm ($p=0.001^*$). Jednofaktorskom analizom varijanse dobijena je statistička značajnost u promenama vrednosti dužine pre ($p=0.037^*$) i posle terapije ($p=0.016^*$). Poređenjem grupa, svaka sa svakom, pre terapije nije utvrđena značajna razlika, dok kod M bloka i Balters-ov tip I aparata nakon terapije dobijena je statistički značajna razlika ($p=0.021^*$). Dvofaktorska analiza varijanse sa ponovljenim merenjima ukazuje na statistički značajan uticaj na promenu ukupne dužine kranijalne baze pre i posle terapije ($p<0.001^*$).

Tabela 31: Statistička analiza promene ugla sedla (NSAr)

	NSAr					
	M1	M2	F1	F2	B1	B2
X	123.77°	123.96°	125.05°	125.20°	125.10°	125.15°
S. D.	4.76	4.79	5.18	4.55	4.71	4.06
Minimum	113.00°	112.00°	112.00°	114.00°	115.00°	113.00°
Maximum	133.00°	135.00°	137.00°	134.00°	134.00°	133.00°
C cor	0.750		0.883		0.850	

M1 – M blok pre terapije; M2- M blok posle terapije; F1- Fränkel pre terapije; F2- Fränkel posle terapije;

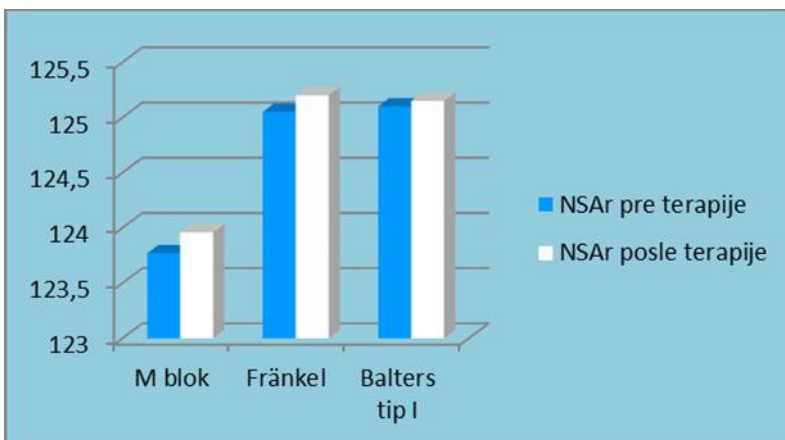
B1 – Balters tip I pre terapije; B2 – Balters tip I posle terapije

Tabela 32: Statistička analiza značajnosti promena ugla sedla (NSAr) nastalih tokom terapije

Ispitivani parametar	Grupa	Značajnost ^a (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^a (razlika između grupa posle terapije)	Razlika (u vrednostima parametara pre i posle terapije)	Značajnost ^{b/c}	Značajnost ^d
NSAr	M blok	p=0.542	p=0.546	-0.20±3.37	^b p =0.706	p=0.748
	Fränkel			-0.15±2.43		p=0.786
	Balters tip I			-0.05±2.48	^c p =0.984	p=0.929

*statistički značajna razlika; ^aJednofaktorska analiza varijanse; ^bDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme;

^cDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme*grupa; ^dt-test za vezane uzorke;



Grafikon 16: Srednje vrednosti ugla NSAr pre i posle ortodontske terapije

Tokom terapijskog postupka vrednost ugla sedla NSAr se neznatno povećavala prilikom primene sve tri vrste aparata. Ugao NSAr na početku terapije M blokom bio je 123.77° , a na kraju terapije 123.96° . Kod primene Fränkel-ovog aparata na početku terapije vrednost ugla NSAr iznosila je 125.05° , a na kraju terapije 125.20° , dok je prilikom primene Balters-ovog tip I aparata na početku terapije iznosio 125.10° , a na kraju terapije 125.15° . Nastale promene nemaju statistički značajnu razliku u svim ispitivanim terapijskim modalitetima ($p=0.748$; $p=0.748$; $p=0.929$). Dvofaktorska analiza varijanse ne ukazuje na uticaj vremena ($p=0.706$) na promenu ugla sedla kao ni uticaj među grupama tokom vremena ($p=0.984$).

Tabela 33: Statistička analiza promene artikularnog ugla(SArGo)

	SarGo					
	M1	M2	F1	F2	B1	B2
X	142.63°	144.03°	140.05°	141.67°	141.25°	140.00°
S. D.	7.15	6.59	6.99°	5.68	4.89	4.05
Minimum	132.00°	132.00°	126.00°	131.00°	133.00°	132.00°
Maximum	157.00°	163.00°	160.00°	155.50°	149.00°	147.00°
C cor	0.749		0.803		0.841	

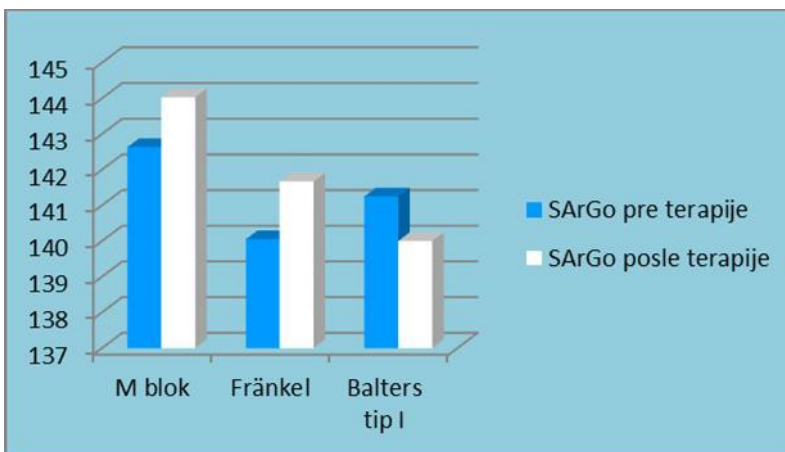
M1 – M blok pre terapije; M2- M blok posle terapije; F1- Fränkel pre terapije; F2- Fränkel posle terapije; B1 – Balters tip I pre terapije; B2 – Balters tip I posle terapije

Tabela 34: Statistička analiza značajnosti promena artikularnog ugla (SArGo) nastalih tokom terapije

Ispitivani parametar	Grupa	Značajnost ^a (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^a (razlika između grupa posle terapije)	Razlika (u vrednostima parametara pre i posle terapije)	Značajnost ^{b/c}	Značajnost ^d
SArGo	M blok	p=0.390	p=0.051	-1.40±4.89	^b p =0.247	p=0.128
	Fränkel			-1.62±4.17		p=0.098
	Balters tip I			1.25 ±2.65	^c p =0.051	p=0.049*

*statistički značajna razlika; ^aJednofaktorska analiza varijanse; ^bDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme;

^cDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme*grupa; ^dt-test za vezane uzorke;



Grafikon 17: Srednje vrednosti ugla SARGo pre i posle ortodontske terapije

Vrednost artikularnog ugla SARGo povećava se tokom terapije M blokom i Fränkel-ovim aparatom, dok se tokom terapije Balters-ovim tip I aparatom vrednost ugla smanjuje. Promena ugla SARGo prilikom primene M bloka je sa 142.63° na 144.03° , bez statistički značajne razlike $p=0.128$ pre i posle terapije. Promena vrednosti ugla tokom terapije Fränkel aparatom kretala se sa 140.05° na 141.67° , bez statistički značajne razlike ($p=0.098$). U toku terapije Balters-ovim tip I aparatom vrednost ugla SARGo se smanjivala sa 141.25° na 140.00° , sa statistički značajnom razlikom $p=0.049^*$ pre i nakon terapije. Dvofaktorska analiza varijanse ne ukazuje na uticaj vremena ($p=0.247$) na promenu ugla kao ni uticaj među grupama tokom vremena ($p=0.051$).

Tabela 35: Statistička analiza promene gonijalnog ugla (ArGoMe)

	ArGoMe					
	M1	M2	F1	F2	B1	B2
X	127.13°	127.80°	128.50°	128.82°	129.20°	130.20°
S. D.	6.38	6.03	3.96	3.94	5.33	4.91
Minimum	114.00°	115.00°	121.00°	123.00°	119.00°	121.00°
Maximum	143.00°	143.00°	136.00°	138.00°	136.00°	136.00°
C cor	0.912		0.574		0.927	

M1 – M blok pre terapije; M2- M blok posle terapije; F1- Fränkel pre terapije; F2- Fränkel posle terapije;

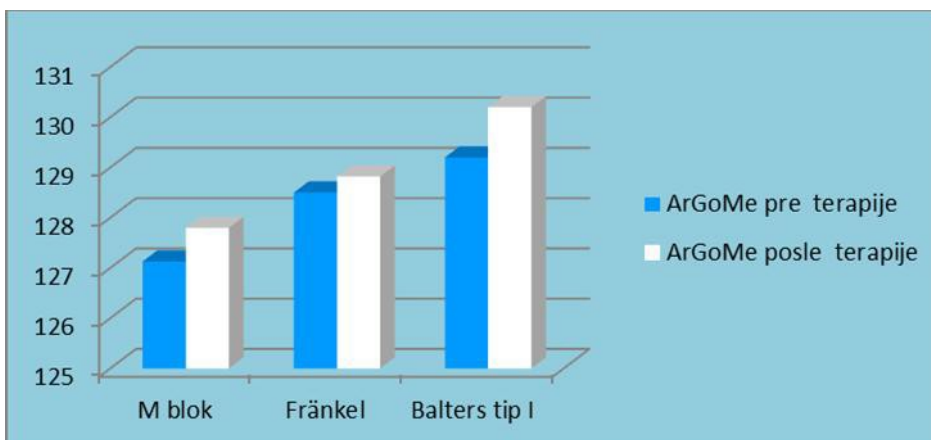
B1 – Balters tip I pre terapije; B2 – Balters tip I posle terapije

Tabela 36: Statistička analiza značajnosti promena gonijalnog ugla (ArGoMe) nastalih tokom terapije

Ispitivani parametar	Grupa	Značajnost ^a (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^a (razlika između grupa posle terapije)	Razlika (u vrednostima parametara pre i posle terapije)	Značajnost ^{b/c}	Značajnost ^d
ArGoMe	M blok	p=0.405	p=0.284	-0.67±2.63	^b p =0.057 ^c p =0.751	p=0.176
	Fränkel			-0.32±3.65		p=0.695
	Balters tip I			-1.00 ±2.00		p=0.038*

*statistički značajna razlika; ^aJednofaktorska analiza varijanse; ^bDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme;

^cDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme*grupa; ^dt-test za vezane uzorke;



Grafikon 18: Srednje vrednosti ugla ArGoMe pre i posle ortodontske terapije

Svi korišćeni aparati dovode do povećanja vrednosti ugla ArGoMe, M blok sa 127.13° na 127.80° , Fränkel aparat sa 128.50° na 128.82° i Balters-ov tip I aparat sa 129.20° na 130.20° . Statistički značajne razlike u promenama vrednosti ugla zapažaju se samo kod Balters-ovog tip I aparata od $p=0.038^*$ pre i nakon terapije. Dvofaktorskom analizom varijanse sa ponovljenim merenjima nije utvrđen uticaj promene vrednosti gonijalnog ugla pre i posle terapije $p=0.405$, kao ni uticaj među grupama tokom vremena $p=0.284$.

Tabela 37: Statistička analiza promene zbira uglova Björk-ovog poligona

(Σ =NSAr+SArGo+ArGoMe)

	Σ =NSAr+SArGo+ArGoMe					
	M1	M2	F1	F2	B1	B2
X	393.50°	395.80°	393.55°	395.70°	394.60°	395.35°
S. D.	4.68	3.39	5.34	4.17	5.67	2.72
Minimum	382.00°	389.00°	384.00°	390.00°	385.00°	388.00°
Maximum	407.00°	403.00°	403.00°	405.00°	404.00°	400.00°
C cor	0.665		0.872		0.576	

M1 – M blok pre terapije; M2- M blok posle terapije; F1- Fränkel pre terapije; F2- Fränkel posle terapije;

B1 – Balters tip I pre terapije; B2 – Balters tip I posle terapije

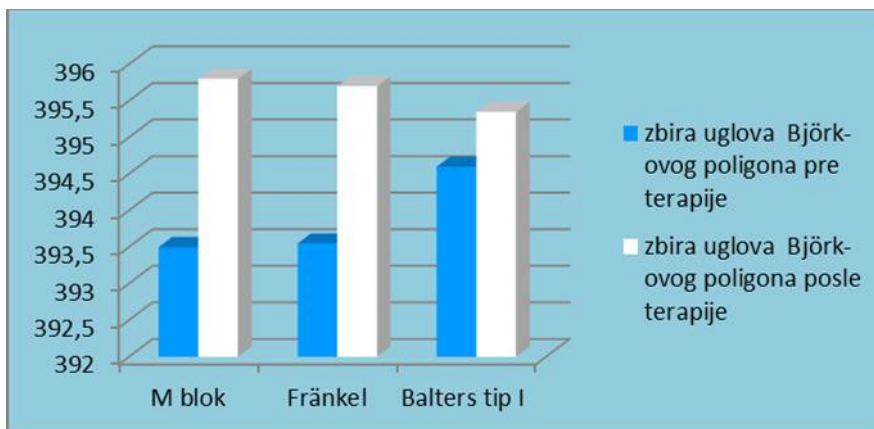
Tabela 38: Statistička analiza značajnosti promena zbira uglova Björk-ovog poligona

(Σ =NSAr+SArGo+ArGoMe) nastalih tokom terapije

Ispitivani parametar	Grupa	Značajnos t ^a (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^a (razlika između grupa posle terapije)	Razlika (u vrednostima parametara pre i posle terapije)	Značajnost ^{b/c}	Značajnost ^d
Σ =NSAr+SArGo+ArGoMe	M blok	p=0.733	p=0.901	-2.30±3.51	^b p =0.000* ^c p =0.313	p=0.001*
	Fränkel			-2.15±2.66		p=0.002*
	Balters tip I			-0.75 ±4.66		p=0.481

*statistički značajna razlika; ^aJednofaktorska analiza varijanse; ^bDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme;

^cDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme*grupa; ^dt-test za vezane uzorke;



Grafikon 19: Srednje vrednosti zbira uglova Björk-ovog poligona pre i posle ortodontske terapije

Vrednost zbira uglova Björk-ovog poligona se povećavala tokom terapijskog postupka. Zbir uglova na početku terapije M Blokom bio je 393.50° , a na kraju terapije 395.80° . Kod primene Fränkel-ovog aparata na početku terapije vrednost zbira uglova iznosila je 393.55° , a na kraju terapije 395.70° , dok je prilikom primene Balters-ovog tip I aparata na početku terapije iznosio 394.60° , a na kraju terapije 395.35° . Postoji statistički značajna razlika u vrednostima zbira kod terapije M blokom ($p=0.001^*$) i Fränkel-ovog aparata ($p=0.002$) pre i posle terapije. Dvofaktorskom analizom varijanse sa ponovljenim merenjima ocenjen je uticaj 3 vrste terapije na vrednost zbira uglova u dva vremenska perioda (pre i nakon terapije). Nije postojala značajna interakcija između vrste aparata i vremena pre i posle terapije ($p=0.313$), dok je utvrđen znatan uticaj vremena pre i posle terapije kod pacijenata unutar svake grupe ($p<0.001^*$).

Tabela 39: Statistička analiza promene zadnje visine lica (S-Go)

	S-Go					
	M1	M2	F1	F2	B1	B2
X	73.00 mm	75.23 mm	74.05 mm	76.55 mm	73.95 mm	76.65 mm
S. D.	5.81	5.72	2.46	3.19	4.51	4.35
Minimum	64.00 mm	66.00 mm	69.00 mm	70.00 mm	63.00 mm	69.00 mm
Maximum	94.00 mm	95.00 mm	79.00 mm	82.00 mm	85.00 mm	88.00 mm
C cor	0.957		0.715		0.883	

M1 – M blok pre terapije; M2- M blok posle terapije; F1- Fränkel pre terapije; F2- Fränkel posle terapije;

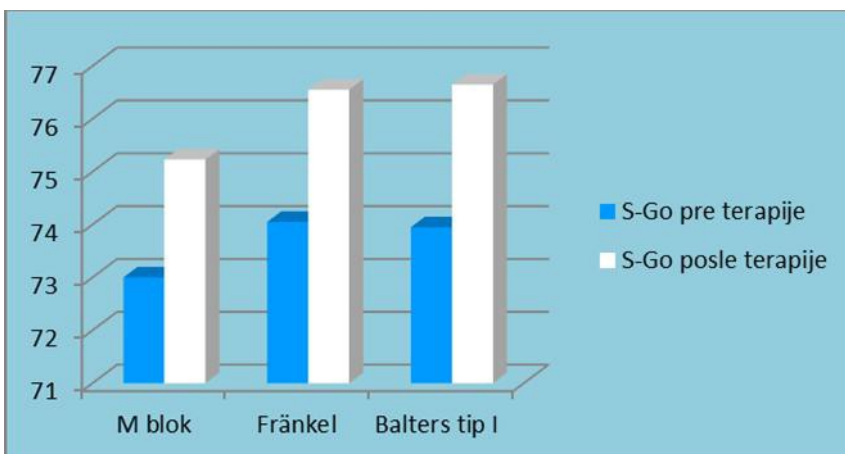
B1 – Balters tip I pre terapije; B2 – Balters tip I posle terapije

Tabela 40: Statistička analiza značajnosti promena u ukupnoj dužini zadnje visine lica (S-Go) nastalih tokom terapije

Ispitivani parametar	Grupa	Značajnost ^a (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^a (razlika između grupa posle terapije)	Razlika (u vrednostima parametara pre i posle terapije)	Značajnost ^{b/c}	Značajnost ^d
S-Go	M blok	p=0.679	p=0.492	-2.23±1.69	^b p =0.000* ^c p =0.713	p=0.000*
	Fränkel			-2.50±2.23		p=0.000*
	Balters tip I			-2.70 ±2.15		p=0.000*

*statistički značajna razlika; ^aJednofaktorska analiza varijanse; ^bDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme;

^cDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme*grupa; ^dt-test za vezane uzorke;



Grafikon 20: Srednje vrednosti zadnje visine lica S-Go pre i posle ortodontske terapije

Merenjem vrednosti zadnje visine lica pre i nakon terapije kod sva tri aparata je utvrđena statistički značajna razlika u povećanju visine lica od $p < 0.001^*$. To se zapaža na osnovu promene srednjih vrednosti visine lica. S-Go na početku terapije M blokom bila je 73.00 mm, a na kraju terapije 75.23 mm. Kod primene Fränkel-ovog aparata na početku terapije vrednost zadnje visine lica iznosila je 74.05 mm, a na kraju terapije 76.55 mm, dok je prilikom primene Balters-ovog tip I aparata na početku terapije iznosila 73.95 mm, a na kraju terapije 76.65 mm. Dvofaktorska analiza varijanse sa ponovljenim merenjima ukazuje na značaj promene zadnje visine lica pre i posle terapije od $p < 0.001^*$.

Tabela 41: Statistička analiza promene prednje visine lica

	N-Me					
	M1	M2	F1	F2	B1	B2
X	112.23 mm	115.83 mm	114.05 mm	117.75 mm	115.15 mm	120.20 mm
S. D.	7.18	7.54	5.96	5.46	5.73	6.67
Minimum	100.00 mm	102.00 mm	105.00 mm	112.00 mm	108.00 mm	109.00 mm
Maximum	126.00 mm	130.00 mm	126.00 mm	128.00 mm	129.00 mm	133.00 mm
C cor	0.938		0.877		0.908	

M1 – M blok pre terapije; M2- M blok posle terapije; F1- Fränkel pre terapije; F2- Fränkel posle terapije;

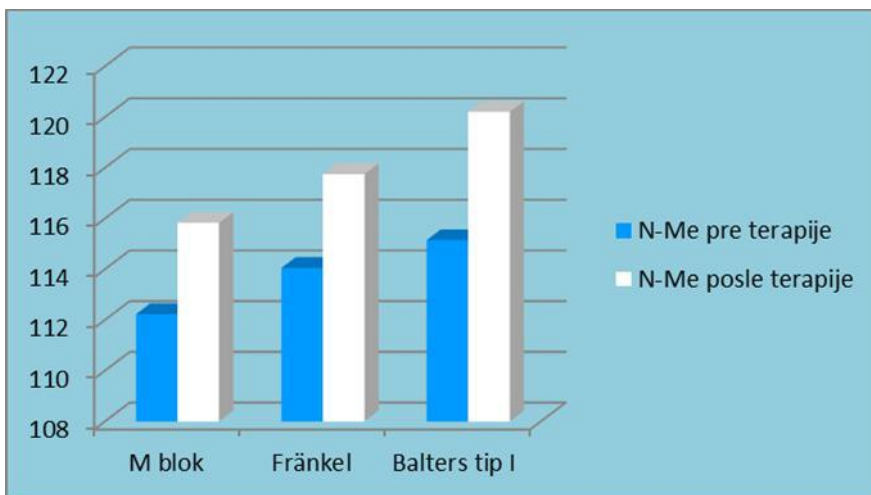
B1 – Balters tip I pre terapije; B2 – Balters tip I posle terapije

Tabela 42: Statistička analiza značajnosti promena u ukupnoj dužini prednje visine lica (Thieme, Nagerl et al. 2011) nastalih tokom terapije

Ispitivani parametar	Grupa	Značajnost ^a (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^a (razlika između grupa posle terapije)	Razlika (u vrednostima parametara pre i posle terapije)	Značajnost ^{b/c}	Značajnost ^d
N-Me	M blok	p=0.280	p=0.089	-3.60±2.62	^b p =0.000*	p=0.000*
	Fränkel			-3.70±2.87		p=0.000*
	Balters tip I			-5.05 ±2.81		^c p =0.159

*statistički značajna razlika; ^aJednofaktorska analiza varijanse; ^bDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme;

^cDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme*grupa; ^dt-test za vezane uzorke;



Grafikon 21: Srednje vrednosti prednje visine lica N-Me pre i posle ortodonske terapije

Vrednost prednje visine lica N-Me se povećava tokom terapije u sve tri ispitivane grupe. Promena prednje visine lica prilikom primene M bloka je sa 112.23 mm na 115.83 mm, sa statistički značajnom razlikom na nivou $p < 0.001^*$. Promena prednje visine lica tokom terapije Fränkel-ovim aparatom kretala se sa 114.05 mm na 117.75 mm, što je statistički značajna razlika od $p < 0.001^*$. U toku terapije Balters-ovim tip I aparatom vrednost prednje visine lica se menjala sa 115.15 mm na 120.20 mm, sa statistički značajnom razlikom od $p < 0.001^*$. Dvofaktorska analiza varijanse sa ponovljenim merenjima ukazuje da postoji statistički značajna razlika u promeni vrednosti ugla tokom vremena unutar grupa $p < 0.001^*$.

Tabela 43: Statistička analiza promene odnosa zadnje i prednje visine lica (S-Go/N-Mex100)

	S-Go/N-Mex100					
	M1	M2	F1	F2	B1	B2
X	65.05%	65.14%	65.31%	65.05%	64.15%	63.83%
S. D.	3.78	3.50	3.17	3.07	4.28	3.77
Minimum	58.11%	59.66%	59.52%	61.20%	54.31%	57.30%
Maximum	77.00%	74.80%	71.02%	72.32%	70.00%	70.94%
C cor	0.935		0.850		0.854	

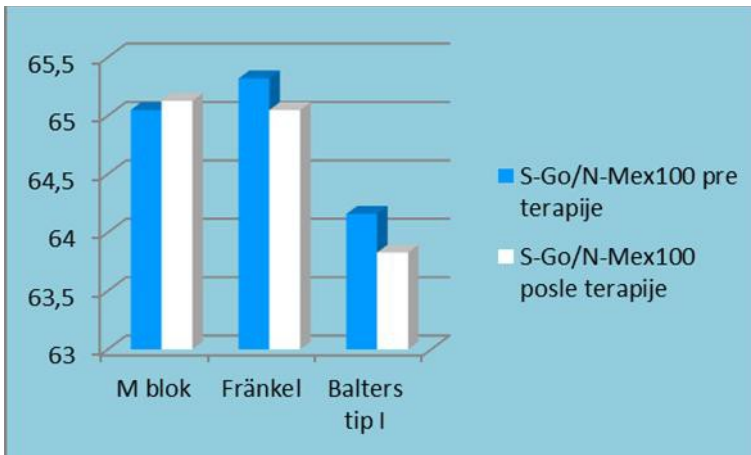
M1 – M blok pre terapije; M2- M blok posle terapije; F1- Fränkel pre terapije; F2- Fränkel posle terapije;
B1 – Balters tip I pre terapije; B2 – Balters tip I posle terapije

Tabela 44: Statistička analiza značajnosti promena u odnosu zadnje i prednje visine lica (S-Go/N-Mex100) nastalih tokom terapije

Ispitivani parametar	Grupa	Značajnost ^a (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^a (razlika između grupa posle terapije)	Razlika (u vrednostima parametara pre i posle terapije)	Značajnost ^{b/c}	Značajnost ^d
N-Me	M blok	p=0.590	p=0.384	-0.09±1.34	^b p =0.441 ^c p =0.656	p=0.711
	Fränkel			0.26±1.70		p=0.505
	Balters tip I			0.32 ±2.23		p=0.524

*statistički značajna razlika; ^aJednofaktorska analiza varijanse; ^bDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme;

^cDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme*grupa; ^dt-test za vezane uzorke;



Grafikon 22: Srednje vrednosti odnosa zadnje i prednje visine lica S-Go/N-Mex100 pre i posle ortodontske terapije

Procentualni odnos prednje i zadnje visine lica tokom terapije se smanjuje, i to primenom Fränkel-ovog aparata sa 65.31% na 65.05%, Balters-ovog tip I aparata sa 64.15% na 63.83%. Kod primene M bloka povećava se sa 65.05% na 65.14%. Nijedan od korišćenih aparata ne izaziva statistički značajnu razliku u vrednostima pre i nakon terapije.

STATISTIČKA ANALIZA PARAMETARA MEKOTKIVNOG PROFILA

Tabela 45: Statistička analiza promene ugla T

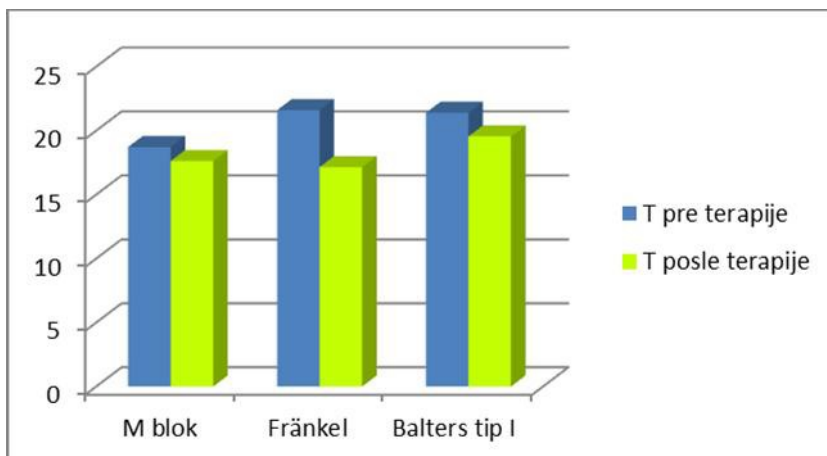
	T					
	M1	M2	F1	F2	B1	B2
X	18.71°	17.63°	21.60°	17.15°	21.40°	19.55°
S. D.	4.48	4.52	2.29	2.01	4.01	3.63
Minimum	10.00°	10.00°	17.00°	14.00°	11.00°	10.00°
Maximum	30.00°	29.00°	28.00°	22.00°	30.00°	28.00°
C cor	0.928		0.714		0.900	

M1 – M blok pre terapije; M2- M blok posle terapije; F1- Fränkel pre terapije; F2- Fränkel posle terapije;
B1 – Balters tip I pre terapije; B2 – Balters tip I posle terapije

Tabela 46: Statistička analiza značajnosti promena ugla T nastalih tokom terapije

Ispitivani parametar	Grupa	Značajnost ^a (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^a (razlika između grupa posle terapije)	Razlika (u vrednostima parametara pre i posle terapije)	Značajnost ^{b/c}	Značajnost ^d	Značajnost ^{a/e} (razlika između grupa pre terapije)		
T	M blok	p=0.019*	p=0.097	1.08±1.71	^b p =0.000*	p=0.002*	^a p=0.019* ^e 1 vs 2;		
	Fränkel			4.45±2.08				^c p =0.000*	p=0.000*
	Balters tip I			1.85±1.75					

*statistički značajna razlika; ^aJednofaktorska analiza varijanse; ^bDvofaktorska analiza varijanse, faktor vreme; ^cDvofaktorska analiza varijanse, faktor vreme*grupa; ^dt-test za vezane uzorke; ^eBonferroni test;



Grafikon 23: Srednje vrednosti ugla T pre i posle ortodontske terapije

Promena vrednosti ugla T prilikom primene M bloka kretala se sa 18.71° na 17.63° , sa statistički značajnom razlikom na nivou od $p=0.002^*$. Promena ugla tokom terapije Fränkel aparatom menjala se sa 21.60° na 17.15° , što je statistički značajna promena na nivou $p<0.001^*$. U toku terapije Balters-ovim tip I aparatom vrednost ugla se menjala sa 21.40° na 19.55° sa statistički značajnom razlikom $p<0.001^*$. Dvofaktorska analiza varijanse sa ponovljenim merenjima ukazuje na značaj promene ugla T tokom vremena pre i nakon terapije na nivou $p<0.001^*$, takođe postoji i statistički značajna promena vrednosti ugla između grupa tokom vremena $p<0.001^*$.

Tabela 47: Statistička analiza promene položaja gornje usne u odnosu na estetsku liniju (GU/EL)

	GU/EL					
	M1	M2	F1	F2	B1	B2
X	-1.11 mm	-1.81 mm	0.77 mm	0.12 mm	-1.65 mm	-1.5 mm
S. D.	1.57	1.55	2.39	1.77	2.83	2.06
Minimum	-5.00 mm	-5.00 mm	-4.00 mm	-3.00 mm	-10.00 mm	-7.00 mm
Maximum	1.00 mm	2.00 mm	4.00 mm	3.00 mm	4.00 mm	1.00 mm
C cor	0.707		0.756		0.742	

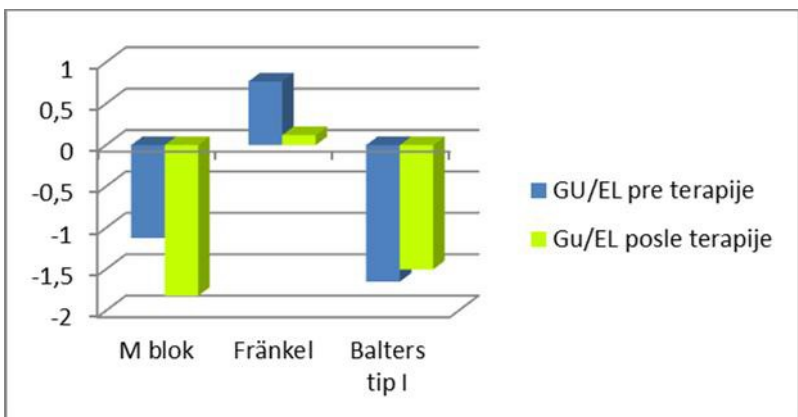
M1 – M blok pre terapije; M2- M blok posle terapije; F1- Fränkel pre terapije; F2- Fränkel posle terapije;
B1 – Balters tip I pre terapije; B2 – Balters tip I posle terapije

Tabela 48: Statistička analiza značajnosti promena položaja gornje usne u odnosu na estetsku liniju (GU/EL) nastalih tokom terapije

Ispitivani parametar	Grupa	Značajnost ^a (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^a (razlika između grupa posle terapije)	Razlika (u vrednostima parametara pre i posle terapije)	Značajnost ^b ^{/c}	Značajnost ^d	Značajnost ^{a/c} (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^{a/e} (razlika između grupa posle terapije)
GU/EL	M blok	p=0.002*	p=0.001*	0.70±1.20	^b p =0.035*	p=0.003*	^a p=0.002* ^e 1 vs 2; p=0.014* ^e 1 vs 3; p=1.00 ^e 2 vs 3; p=0.003*	^a p=0.001* ^e 1 vs 2; p=0.001* ^e 1 vs 3; p=1.000 ^e 2 vs 3; p=0.015*
	Fränkel			0.65±1.56	^c p =0.130	p=0.079		
	Balters tip I			-0.15±1.89		p=0.728		

*statistički značajna razlika; ^aJednofaktorska analiza varijanse; ^bDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme;

^cDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme*grupa; ^dt-test za vezane uzorke; ^eBonferroni test;



Grafikon 24: Srednje vrednosti položaja gornje usne u odnosu na estetsku liniju (GU/EL) pre i posle ortodontske terapije

Dvofaktorskom analizom varijanse sa ponovljenim merenjima ocenjen je uticaj 3 vrste terapije na vrednosti položaja gornje usne na estetsku liniju pre i nakon terapije. Nije postojala statistički značajna razlika između vrste aparata pre i posle terapije ($p=0.130$), dok je utvrđena statistički značajna razlika u promeni položaja gornje usne tokom vremena od $p<0.035^*$ unutar grupa. Tokom terapije rastojanje gornje usne u odnosu na estetsku liniju kod primene M bloka kreće se sa -1.11 mm na -1.81 mm, sa statistički značajnom razlikom od $p=0.003^*$, zatim pri primeni Fränkel-ovog aparata sa 0.77 mm na 0.12 mm, a tokom primene Balters-ovog tip I aparata sa -1.65 mm na -1.50 mm. Statistički značajna razlika postoji međugrupnim poređenjem vrednosti ugla pre terapije $p=0.002^*$, razlika je nađena između M bloka i Fränkel-ovog aparata ($p=0.014^*$), i Fränkel i Balters-ovog tip I aparata ($p=0.003^*$), takođe postoji statistički značajna razlika poređenjem grupa posle terapije ($p=0.001^*$) i to između M bloka i Fränkel-ovog aparata ($p=0.001^*$), i Fränkel i Balters-ovog tip I aparata ($p=0.015^*$).

Tabela 49: Statistička analiza promene položaja donje usne u odnosu na estetsku liniju (DU/EL)

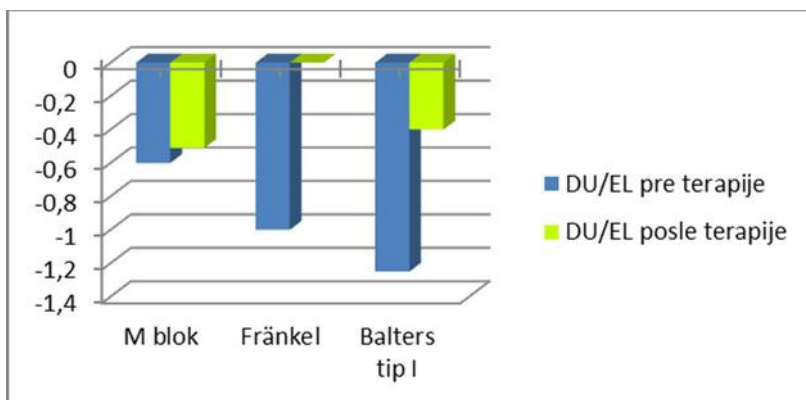
	DU/EL					
	M1	M2	F1	F2	B1	B2
X	-0.60 mm	0.51 mm	-1.00 mm	0.00 mm	-1.25 mm	-0.40 mm
S. D.	1.85	1.60	2.84	1.77	2.57	1.96
Minimum	-5.00 mm	-4.00 mm	-9.00 mm	-5.00 mm	-7.00 mm	-5.00 mm
Maximum	4.00 mm	3.00 mm	4.00 mm	3.00 mm	4.00 mm	3.00 mm
C cor	0.889		0.500		0.909	

M1 – M blok pre terapije; M2- M blok posle terapije; F1- Fränkel pre terapije; F2- Fränkel posle terapije;
B1 – Balters tip I pre terapije; B2 – Balters tip I posle terapije

Tabela 50: Statistička analiza značajnosti promena položaja donje usne u odnosu na estetsku liniju (DU/EL) nastalih tokom terapije

Ispitivani parametar	Grupa	Značajnost ^a (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^a (razlika između grupa posle terapije)	Razlika (u vrednostima parametara pre i posle)	Značajnost ^{b/c}	Značajnost ^d
DU/EL	M blok	p=0.625	p=0.588	-0.08±0.85	^b p =0.001*	p=0.596
	Fränkel			-1.00±2.48		p=0.088
	Balters tip I			-0.85±1.13		^c p =0.086

*statistički značajna razlika; ^aJednofaktorska analiza varijanse; ^bDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme;
^cDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme*grupa; ^dt-test za vezane uzorke;



Grafikon 25: Srednje vrednosti položaja donje usne u odnosu na estetsku liniju (DU/EL) pre i posle ortodontske terapije

Tokom terapijskog postupka udaljenost donje usne u odnosu na estetsku liniju se povećava kod sva tri terapijska modaliteta. Kod M bloka udaljenost donje usne u odnosu na estetsku liniju na početku terapije bila je -0.60 mm, a na kraju terapije -0.51 mm. Kod primene Fränkel aparata na početku terapije vrednost udaljenosti iznosila je -1.00 mm, a na kraju terapije 0.00 mm, dok je prilikom primene Balters-ovog tip I aparata na početku terapije iznosila -1.25 mm, a na kraju terapije -0.40 mm. Statistički značajnu razliku nalazimo samo kod Balters-ovog tip I aparata ($p=0.003^*$). Dvofaktorska analiza varijanse sa ponovljenim merenjima ukazuje da postoji statistički značajna razlika u promenama vrednosti DU/EL tokom vremena ($p=0.001^*$).

Tabela 51: Statistička analiza promene ugla H (Holdaway ugao)

	H					
	M1	M2	F1	F2	B1	B2
X	13.81°	12.30°	16.80°	13.40°	16.00°	14.60°
S. D.	3.66	3.15	3.25	2.01	4.61	4.25
Minimum	6.00°	6.00°	11.00°	10.00°	3.00°	3.00°
Maximum	20.00°	17.00°	24.00°	17.00°	24.00°	22.00°
C cor	0.896		0.729		0.898	

M1 – M blok pre terapije; M2- M blok posle terapije; F1- Fränkel pre terapije; F2- Fränkel posle terapije;

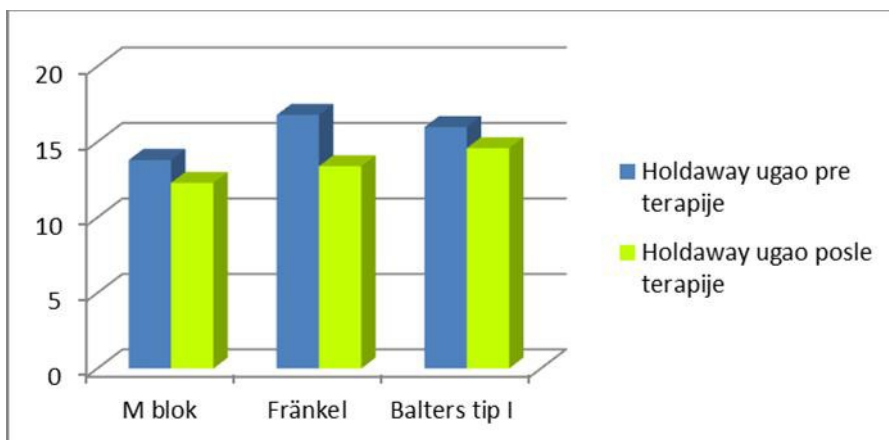
B1 – Balters tip I pre terapije; B2 – Balters tip I posle terapije

Tabela 52: Statistička analiza značajnosti promena ugla H (Holdaway) nastalih tokom terapije

Ispitivani parametar	Grupa	Značajnost ^a (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^a (razlika između grupa posle terapije)	Razlika (u vrednostima parametara pre i posle terapije)	Značajnost ^{b/c}	Značajnost ^d	Značajnost ^{a/e} (razlika između grupa pre terapije)
H	M blok	p=0.021*	p=0.055	1.51±1.63	^b p =0.000* ^c p =0.002*	p=0.000*	^a p=0.021* ^e 1 vs 2; p=0.027* ^e 1 vs 3; p=0.161 ^e 2 vs 3; p=1.000
	Fränkel			3.40±2.26		p=0.000*	
	Balters tip I			1.40±2.04		p=0.006*	

*statistički značajna razlika; ^aJednofaktorska analiza varijanse; ^bDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme;

^cDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme*grupa; ^dt-test za vezane uzorke; ^eBonferroni test;



Grafikon 26: Srednje vrednosti ugla H pre i posle ortodontske terapije

Promena u vrednosti H ugla pre i posle terapije primenom M bloka se statistički značajno smanjila ($p < 0.001^*$) sa 13.81° na 12.30° . Promena tokom korišćenja Fränkel aparata menjala se sa 16.80° na 13.40° sa statistički značajnom razlikom na nivou $p < 0.001^*$. U toku terapije Balters-ovim tip I aparatom ugao se smanjio sa 16.00° na 14.60° što je bila statistički značajna razlika od $p = 0.006^*$. Dvofaktorska analiza varijanse sa ponovljenim merenjem je pokazala da postoji statistički značajna razlika u promeni vrednosti H ugla tokom vremena $p < 0.001^*$, takođe je postojala i statistički značajna razlika u poređenju sva tri aparata tokom vremena $p = 0.011^*$.

STATISTIČKA ANALIZA PARAMETARA POLOŽAJA SEKUTIĆA

Tabela 53: Statistička analiza promene ugla inklinacije gornjih sekutića (I/SpP)

	I/SpP					
	M1	M2	F1	F2	B1	B2
X	66.83°	71.33°	70.10°	70.90°	69.35°	71.15°
S. D.	4.13	3.71	2.98	3.07	3.43	3.01
Minimum	54.00°	60.00°	65.00	66.00°	65.00°	67.00°
Maximum	72.00°	76.00°	76.00°	78.00°	76.00°	77.00°
C cor	0.759		0.917		0.935	

M1 – M blok pre terapije; M2- M blok posle terapije; F1- Fränkel pre terapije; F2- Fränkel posle terapije;

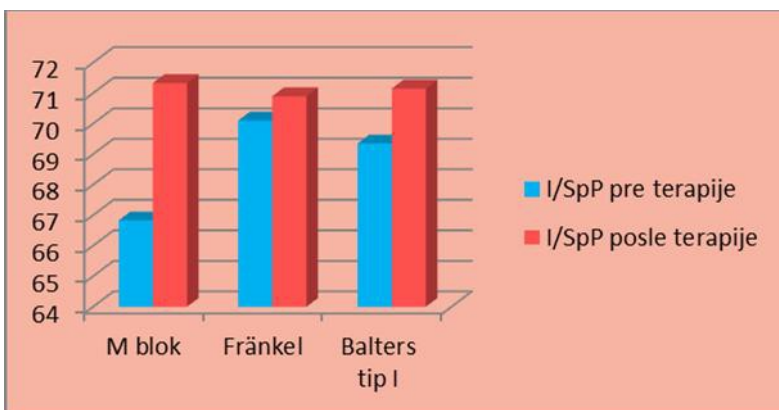
B1 – Balters tip I pre terapije; B2 – Balters tip I posle terapije

Tabela 54: Statistička analiza značajnosti promena ugla inklinacije gornjih sekutića (I/SpP) nastalih tokom terapije

Ispitivani parametar	Grupa	Značajnos t ^a (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^a (razlika između grupa posle terapije)	Razlika (u vrednostima parametara pre i posle terapije)	Značajnost ^{b/c}	Značajnost ^d	Značajnost ^{a/e} (razlika između grupa pre terapije)	
I/SpP	M blok	p=0.006*	p=0.904	-4.50±2.27	^b p =0.000*	p=0.000*	^a p=0.006* ^e 1 vs 2; p=0.008* ^e 1 vs 3; p=0.059 ^e 2 vs 3; p=1.000	
	Fränkel			-0.80±1.23				^c p =0.000*
	Balters tip I			-1.80±1.23				

*statistički značajna razlika; ^aJednofaktorska analiza varijanse; ^bDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme;

^cDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme*grupa; ^dt-test za vezane uzorke; ^eBonferroni test;



Grafikon 27: Srednje vrednosti ugla inklinacije gornjih sekutića (I/SpP) pre i posle ortodontske terapije

Tokom terapijskog postupka vrednosti ugla I/SpP su se statistički značajno povećavale kod sva tri aparata. To se može videti na osnovu promene srednjih vrednosti ugla I/SpP pre i posle terapije. Kod M bloka vrednost ugla na početku terapije bila je 66.83° , a na kraju terapije 71.33° ($p < 0,001^*$). Kod primene Fränkel-ovog aparata na početku terapije vrednost ugla I/SpP iznosila je 70.10° , a na kraju terapije 70.90° ($p = 0.009^*$), dok je prilikom primene Balters-ovog tip I aparata na početku terapije iznosila 69.35° , a na kraju terapije 71.15° ($p < 0.001^*$). Jednofaktorska analiza varijanse pokazuje statistički značajnu razliku između grupa pre terapije $p = 0.006^*$, i to između M bloka i Fränkel-ovog aparata ($p = 0.008^*$). Dvofaktorska analiza varijanse sa ponovljenim merenjima ukazuje na statistički značaj promene ugla inklinacije gornjih sekutića tokom terapije od $p < 0.001^*$, kao i statistički značajnu razliku između ispitivanih aparata tokom vremena ($p < 0.001^*$).

Tabela 55: Statistička analiza promene ugla inklinacije donjih sekutića (i/MP)

	i/MP					
	M1	M2	F1	F2	B1	B2
X	87.15°	85.76°	89.75°	88.30°	89.15°	89.00°
S. D.	4.34	3.77	2.81	2.53	2.79	2.17
Minimum	77.50°	79.00°	85.00°	84.00°	85.00°	85.00°
Maximum	96.00°	95.00°	95.00°	94.00°	94.00°	93.00°
C cor	0.889		0.891		0.908	

M1 – M blok pre terapije; M2- M blok posle terapije; F1- Fränkel pre terapije; F2- Fränkel posle terapije;

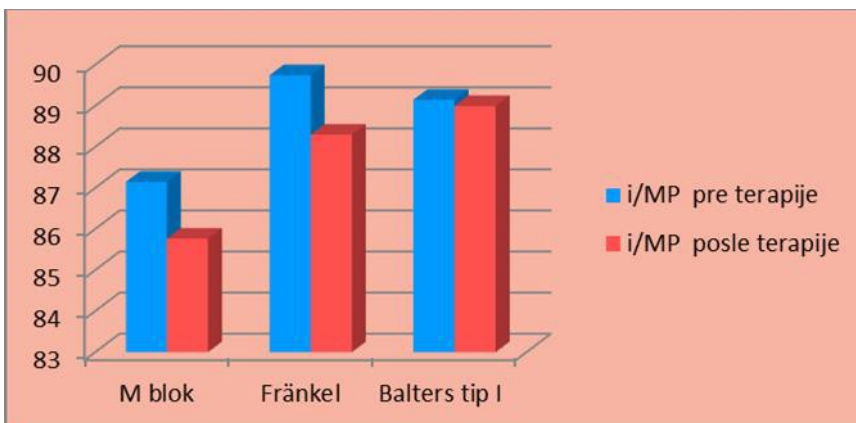
B1 – Balters tip I pre terapije; B2 – Balters tip I posle terapije

Tabela 56: Statistička analiza značajnosti promena ugla inklinacije donjih sekutića (i/MP) nastalih tokom terapije

Ispitivani parametar	Grupa	Značajnost ^a (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^a (razlika između grupa posle terapije)	Razlika (u vrednosti parametara pre i posle terapije)	Značajnost ^{b/c}	Značajnost ^d	Značajnost ^{a/e} (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^{a/e} (razlika između grupa posle terapije)
i/MP	M blok	p=0.029*	p=0.001*	1.38±1.91	^b p =0.000* ^c p =0.013*	p=0.000*	^a p=0.029* ^e 1 vs 2; p=0.041* ^e 1 vs 3; p=0.166 ^e 2 vs 3; p=1.000	^a p=0.001* ^e 1 vs 2; p=0.016* ^e 1 vs 3; p=0.001* ^e 2 vs 3; p=1.000
	Fränkel			1.45±1.27				
	Balters tip I			0.15±1.23				

*statistički značajna razlika; ^aJednofaktorska analiza varijanse; ^bDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme;

^cDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme*grupa; ^dt-test za vezane uzorke; ^eBonferroni test;



Grafikon 28: Srednje vrednosti ugla inklinacije donjih sekutića (i/MP) pre i posle ortodontske terapije

Rezultati koji su dobijeni merenjem ugla i/MP pre i nakon terapije pokazuju statistički značajno smanjenje kod M bloka i Fränkel aparata. Promena vrednosti ugla kod M bloka kretala se sa 87.15° na 85.77°, kod Fränkel aparata kretala se sa 89.75° na 88.30°, kod oba aparata statistički značajna razlika iznosila je $p < 0.001^*$. Vrednost ugla kod Balters-ovog tip I aparata se neznatno smanjila sa 89.15° na 89.00°, što nije bila statistički značajna promena. Korišćenjem jednofaktorske analize varijanse dobijene su statistički značajne razlike između aparata pre terapije $p = 0.029^*$, i to između M bloka i Fränkel aparata ($p = 0.041^*$), a statistički značajna razlika posle terapije $p = 0.001^*$, pokazala je razliku između M bloka i Fränkel-ovog aparata ($p = 0.016^*$), kao i između M bloka i Balters-ovog tip I aparata ($p = 0.001^*$). Dvofaktorska analiza varijanse sa ponovljenim merenjima pokazuje statistički značajne promene u vrednostima ugla inklinacije donjih sekutića tokom terapije ($p < 0.001^*$), kao i statistički značajne razlike između aparata tokom vremena ($p = 0.013^*$).

STATISTIČKA ANALIZA PARAMETARA POLOŽAJA TMZ

Tabela 57: Statistička analiza promene rastojanja SE

	SE					
	M1	M2	F1	F2	B1	B2
X	19.78 mm	19.37 mm	22.00 mm	23.00 mm	21.95 mm	22.80 mm
S. D.	4.38	4.08	3.06	3.19	2.70	2.31
Minimum	12.00 mm	12.00 mm	17.00 mm	15.00 mm	16.00 mm	19.00 mm
Maximum	31.00 mm	30.00 mm	30.00 mm	29.00 mm	27.00 mm	27.00 mm
C cor	0.948		0.786		0.774	

M1 – M blok pre terapije; M2- M blok posle terapije; F1- Fränkel pre terapije; F2- Fränkel posle terapije;

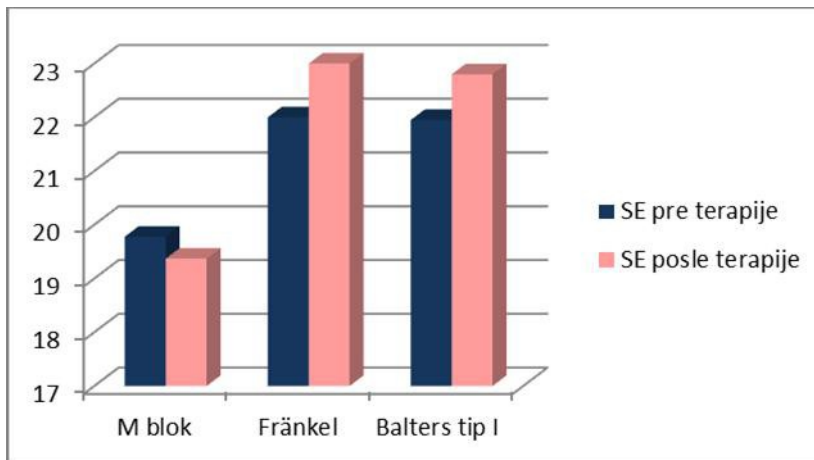
B1 – Balters tip I pre terapije; B2 – Balters tip I posle terapije

Tabela 58: Statistička analiza značajnosti promena rastojanja SE nastalih tokom terapije

Ispitivani parametar	Grupa	Značajnost ^a (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^a (razlika između grupa posle terapije)	Razlika (u vrednostima parametara pre i posle terapije)	Značajnost ^b ^{/c}	Značajnost ^d	Značajnost ^{a/e} (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^{a/e} (razlika između grupa posle terapije)
SE	M blok	p=0.049*	p=0.000*	0.41±1.39	^b p =0.024* ^c p =0.007*	p=0.113	^a p=0.049* ^e 1 vs 2; p=0.112 ^e 1 vs 3; p=0.125 ^e 2 vs 3; p=1.000	^a p=0.000* ^e 1 vs 2; p=0.001* ^e 1 vs 3; p=0.003* ^e 2 vs 3; p=1.000
	Fränkel			-1.00±2.05		p=0.042*		
	Balters tip I			-0.85±1.72		p=0.040*		

*statistički značajna razlika; ^aJednofaktorska analiza varijanse; ^bDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme;

^cDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme*grupa; ^dt-test za vezane uzorke; ^eBonferroni test;



Grafikon 29: Srednje vrednosti rastojanja SE pre i posle ortodontske terapije

Rastojanje SE smanjivalo se kod M bloka sa 19.78 mm na 19.37 mm bez statistički značajne razlike pre i posle terapije ($p=0.113$). Kod korišćenja Fränkel-ovog aparata promena rastojanja pre i nakon tretmana je bila statistički značajna $p=0.042^*$, srednja vrednost rastojanja se povećala sa 22.00 mm na 23.00 mm. Kod Balters-ovog tip I aparata vrednosti su se menjale sa 21.95 mm na 22.80 mm, što je statistički značajna razlika pre i nakon terapije $p=0.040^*$. Jednofaktorska analiza varijanse pokazuje da poređenjem vrednosti SE pre terapije postoji statistički značajna razlika $p=0.049^*$, ali poređenjem svake grupe sa svakom nije pokazana značajnost te promene. Kod međugrupnog poređenja posle terapije jednofaktorskom analizom pokazana je statistička značajna razlika od $p<0.001^*$, između M bloka i Fränkel aparata ($p=0.001^*$) i M bloka i Balters-ovog tip I aparata ($p=0.003^*$). Dvofaktorska analiza varijanse sa ponovljenim merenjima pokazuje statistički značajan uticaj promene vrednosti rastojanja pre i nakon terapije $p=0.024^*$, kao i razliku između sve tri grupe $p=0.007^*$.

Tabela 59: Statistička analiza promene visine TMZ

	Visina TMZ					
	M1	M2	F1	F2	B1	B2
X	7.00 mm	6.45 mm	5.35 mm	4.95 mm	7.15 mm	6.20 mm
S. D.	2.94	2.14	3.64	2.72	5.16	4.56
Minimum	1.00 mm	2.00 mm	1.00 mm	1.00 mm	-2.00 mm	1.00 mm
Maximum	16.00 mm	13.00 mm	14.00 mm	10.00 mm	16.00 mm	17.00 mm
C cor	0.871		0.770		0.890	

M1 – M blok pre terapije; M2- M blok posle terapije; F1- Fränkel pre terapije; F2- Fränkel posle terapije;

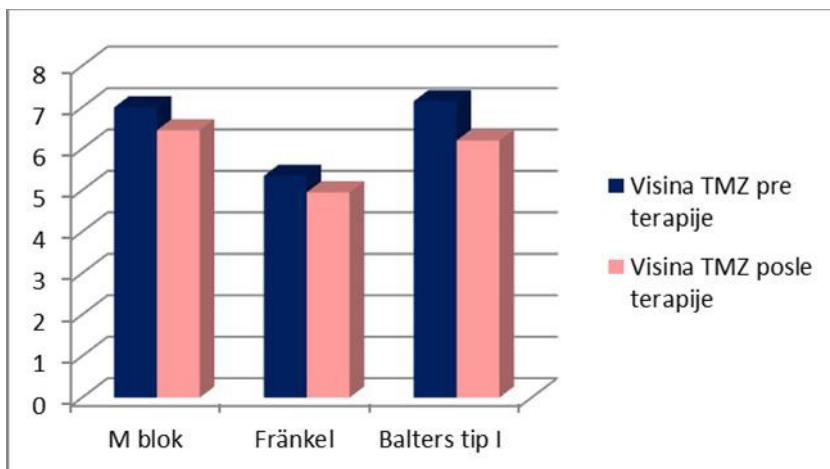
B1 – Balters tip I pre terapije; B2 – Balters tip I posle terapije

Tabela 60: Statistička analiza značajnosti promena visine TMZ nastalih tokom terapije

Ispitivani parametar	Grupa	Značajnost ^a (razlika između grupa pre terapije)	Značajnost ^a (razlika između grupa posle terapije)	Razlika (u vrednosti parametara pre i posle terapije)	Značajnost ^{b/c}	Značajnost ^d
Visina TMZ	M blok	p=0.255	p=0.247	0.55±1.50	^b p =0.012* ^c p =0.670	p=0.055
	Fränkel			0.40±2.33		p=0.451
	Balters tip I			0.95±2.35		p=0.087

*statistički značajna razlika; ^aJednofaktorska analiza varijanse; ^bDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme;

^cDvofaktorska analiza varijanse. faktor vreme*grupa; ^dt-test za vezane uzorke;



Grafikon 30: Srednje vrednosti visine TMZ pre i posle ortodontske terapije

Merenjem visine TMZ pre i nakon terapije nije nađena statistički značajna razlika između aparata. Vrednosti visine su se neznatno smanjivale kod sva tri terapijska modaliteta, kod M bloka visina se menjala sa 7.00 mm na 6.45 mm, kod Fränkel aparata sa 5.35 mm na 4.95 mm, a kod pacijenata sa Balters-ovim tip I aparatom sa 7.15 mm na 6.20 mm. Dvofaktorskom analizom varijanse sa ponovljenim merenjima dobijena je statistički značajna razlika u promenama visine TMZ-a kod pacijenata pre i nakon terapije $p=0.012^*$

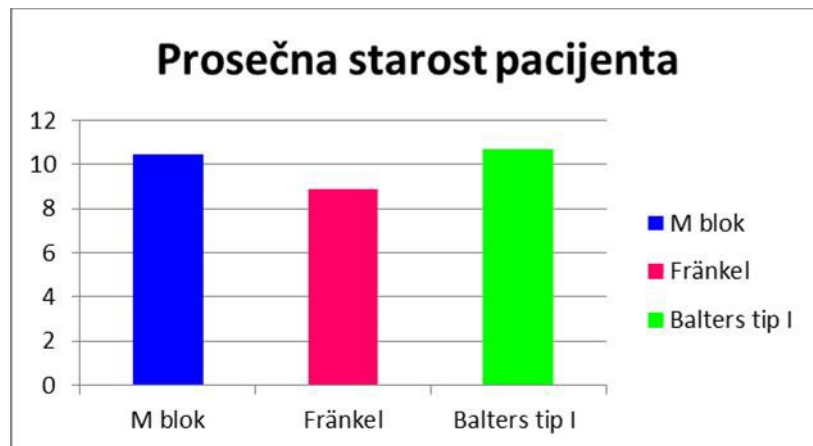
U grupi pacijenata koji su koristili M blok 43.3% su bili dečaci ,dok su devojčice bile zastupljene u 56.7%. U grupi koji su nosili Fränkel-ov aparat podjednako je bilo zastupljeno dečaka i devojčica, dok su u grupi sa Balters-ovim tip I aparatom 55% bili dečaci, a 45% devojčice. Nije pronađena statistički značajna razlika među polovima u grupama $p=0.713$.

Kod pacijenata sa skeletno distalnim zagrižajem hronološki uzrast iznosio je prosečno 10 godina i 1 mesec (10.1 ± 1.23). U grupi pacijenata koji su nosili M blok prosečna godina starosti iznosila je 10 godina i 4 meseca (10.4 ± 0.53), kod pacijenata sa Fränkel-ovim aparatom ona je iznosila 8 godina i 8 meseci (8.8 ± 1.12), dok u grupi sa Balters-ovim tip I aparatom ona je bila 10 godina i 7 meseci (10.7 ± 1.76). Jednofaktorska analiza verijanse pokazala je statistički značajnu razliku u godinama starosti pacijenata tretiranih sa tri grupe aparata ($p < 0.000^*$), i to između M bloka i Fränkel-ovog aparata na nivou od $p < 0.000^*$, i Fränkel-a i Balters-ovog aparata $p < 0.000^*$, dok između M bloka i Balters-a nije nađena statistički značajna razlika.

Tabela 61: Prosečna starost pacijenata tokom terapije ispitivanim funkcionalnim aparatima

Starost pacijenta			
	M	F	B
x	10.46	8.89	10.71
S.D.	0.53	1.12	1.76
Minimum	9.25	7.72	7.33
Maximum	11.42	10.92	12.67

M – M blok; F- Fränkel aparat; B – Balters tip I aparat



Grafikon 31: Prosečna starost pacijenata u grupama

DISKUSIJA

OPŠTE NAPOMENE

Tretman izbora kod pacijenata sa skeletnim distalnim zagrižajem je tretman modifikacijom rasta koji omogućava skeletne promene uz korekciju na dentalnim strukturama. Vreme terapije bi trebalo da se poklopi sa periodom naglog rasta pred pubertet. U veoma ranom tretmanu se brzo postiže modifikacija rasta, ali se brzo javlja i recidiv. U toku korekcije distalnog zagrižaja anteriorni položaj donje vilice se postiže u odnosu na fosu artikularis. Položaj donje vilice unapred utiče na aktivaciju mišica, pri čemu se postavlja pitanje da li aktivirani mišići doprinose da ukupni efekat aparata bude bolji ili je neophodna za funkciju samog aparata.

Primenom funkcionalnih aparata dolazi do premeštanja donje vilice unapred, ubrzanog rasta donje vilice i povećanja ukupne dužine doje vilice. Pored toga, dolazi i do suzbijanja ukupnog rasta gornje vilice.

Odnos skeletnih i dentalnih efekata zavisi od više faktora među kojima su najznačajniji izbor aparata, vreme otpočinjanja terapije i dužina terapije.

Većina pacijenata kod kojih je dijagnostikovana skeletna II klasa pokazuju retrognatizam donje vilice i gornju vilicu sa normo- ili retrognatuzmom. Osnovni cilj u terapiji ovih pacijenata je korekcija dentoalveolarnog i skeletnog odnosa pozicioniranjem donje vilice unapred pre nego distalizacijom gornje vilice i/ili zuba. Takođe, treba postići poboljšanje u izgledu profila lica. Kod pacijenata koji jos uvek rastu, ovaj cilj se postiže korišćenjem funkcionalnih aparata koji pozicioniraju donju vilicu unapred i time stimulišu dodatni rast donje vilice. Studije na životinjama su pokazale da dugotrajno pozicioniranje

donje vilice unapred može da indukuje remodelovanje TMZ i njegovu readaptaciju i rast donje vilice koji se zadržava i u adultnom periodu (*Martina, Cioffi et al. 2013*).

Rezultati prethodnih kliničkih studija nisu konzistentni. Randomizirane kontrolisane studije se smatraju najboljim za procenjivanje uspeha stomatološke terapije. Rezultati meta analiza urađenih na osnovu ove vrste studija pokazuju da funkcionalni aparati indukuju povećanje mandibularnog rasta za oko 1,8 mm što se ne smatra klinički značajnim. Mnoge do sada objavljene studije su pod znakom pitanja, pre svega zbog diskutabilne metodologije i neadekvatnog izbora pacijenata (*Martina, Cioffi et al. 2013*).

Teoretski, funkcionalne naprave stimulišu i povećavaju rast donje vilice tako da se čini da su one najlogičniji izbor za terapiju nedovoljne razvijenosti donje vilice. Kod terapije funkcionalnim aparatima smatra se da dodatni rast nastaje kao odgovor na pomak mandibularnog kondila izvan fose posredstvom smanjenog pritiska na tkivo kondila ili promenjenom mišićnom tenzijom na kondil. Iako se uvek pojavljuje ubrzavanje mandibularnog rasta teško je pružiti dokaze o dugoročnom porastu veličine. Kada je donja vilica zadržana u položaju napred, elastičnost mekih tkiva izaziva reakcijske sile na gornjoj vilici, tako da uvek dolazi do redukcije rasta gornje vilice. Osim skeletnog učinka, funkcionalne naprave imaju različit uticaj na denticiju. Mobilni funkcionalni aparati, posebno oni oslonjeni na zube, obično usmeravaju distalnu silu na gornje sekutiće putem labijalnog luka koji ih naginje lingvalno. Fiksne funkcionalne naprave takođe mogu nagnuti zube, a koje, zavisi od toga koji su zubi uključeni u sidrište. Većina funkcionalnih aparata ima protruzioni učinak na mandibularnu denticiju zbog toga što dodiruju donje zube, a delimično i zbog sile reakcije koja nastaje zbog prednjeg položaja mandible i prenosi se na njih. Fiksnim funkcionalnim aparatima obično su veća dentalna pomeranja zbog

kontinuiranih sila. Kombinacija maksilarne dentalne retruzije i mandibularne dentalne protruzije koje izazivaju svi funkcionalni aparati, slična je učinku intermaksilarnih gumica. Funkcionalni aparati mogu uticati na nicanje prednjih i bočnih zuba. Ako se ne omogući erupcija i pomak gornjih bočnih zuba prema napred, a donji bočni zubi niču i pomiču se napred dolazi do rotacije okluzalne ravni i pomeranje denticije prema napred, što ispravlja dentalni odnos klase II. Druga mogućnost terapije nedovoljne razvijenosti donje vilice je ograničiti rast gornje vilice ekstraoralnom silom i pustiti donju vilicu da nastavi sa više manje normalnim rastom. Za mnoge pacijente koji nemaju izraziti maksilarni prognatizam, a takva je ogromna većina pacijenata skeletne II klase, može se uz određeni uspeh koristiti bilo koji funkcionalni aparat ako ga pacijent nosi. Suština dobre terapije skeletne II klase, leži u izboru adekvatnog aparata za svakog pojedinačnog pacijenta. Pravi izbor aparata, je jedino moguć uz poznavanje efekata svakog funkcionalnog aparata (*Proffit 2007*).

Poznato je da kosti lica rastu zahvaljujući vuči na samim suturama, koja predstavlja stimulans za apoziciju nove kosti. U gornjoj vilici rast se odvija na zadnjim i gornjim suturama što rezultuje pomeranjem gornje vilice napred i nadole. Donja vilica ima isti pravac rasta zahvaljujući apoziciji kosti u predelu kondilarnog procesusa. Princip dejstva funkcionalnih aparata za II klasu se bazira upravo na principima pojave vuče usled isturanja donje vilice unapred i njenog posledičnog rasta, kao i na aplikaciji pritiska na gornjoj vilici u vidu elastičnosti mekih tkiva čime se inhibira rast gornje vilice. Ipak, treba naglasiti da iako na početku terapije funkcionalnim aparatima dolazi do ubrzanja rasta donje vilice, ukupna količina rasta na kraju je malo ili nimalo veća u poređenju sa netretiranim ispitanicima. Objašnjenje leži u početnom ubrzanom rastu donje vilice koji se tokom

terapije usporava da bi na kraju bio sličan pacijentima koji nisu podvrgnuti tretmanu funkcionalnim aparatima.

Stepen isturanja donje vilice određuje terapeut i registruje ga konstrukcionim zagrižajem sa donjom vilicom isturenom u odgovarajući položaj. Sam konstrukcioni zagrižaj se razlikuje u zavisnosti od tipa funkcionalnog aparata koji će se koristiti u terapiji II klase. Novi položaj vilice mora biti komforan za pacijenta, a stepen aktivacije sagitalne i vertikalne komponente konstrukcionog zagrižaja moraju biti usklađeni.

Istovremeno, ovi aparati utiču i na promene na zubima i dentoalveolarnim strukturama. Kao posledica nošenja ovih aparata javlja se retruzija gornjih i protruzija donjih sekutića. Takođe, dolazi do promena na donjim bočnim zubima tj. do njihove ekstruzije. S obzirom da akrilat ne dopušta nicanje frontalnih zuba, ekstruzija donjih bočnih zuba vodi smanjenju dubine preklopa. Istovremeno, sve ovo dovodi do njihovog meziodistalnog pomeranja i rotacije okluzalne ravni na gore. Tokom terapije funkcionalnim aparatima, najbitnije je rešiti skeletne nepravilnosti dok se nepravilnosti položaja zuba mogu rešavati i naknadno primenom fiksnih ortodontskih aparata.

U zavisnosti od tipa funkcionalnog aparata za terapiju II klase razlikuju se i njegovi terapijski efekti odnosno stepen izraženosti skeletnih, dentalnih i dentoalveolarnih promena, dužina same terapije, vrsta i trajanje retencije nakon nošenja ovih aparata. Takođe, od vrste odnosno konstrukcije aparata zavisi i komfor pacijenata pri njihovom nošenju što opet utiče i na motivisanost pacijenta za nošenje aparata odnosno vreme nošenja aparata u toku dana.

Ono što je zajedničko većini funkcionalnih aparata je njihovo nošenje tokom perioda intenzivnog rasta. Vreme početka terapije je najidealnije u periodu mešovite denticije, u

vreme pre početka naglog rasta pred pubertet. Ukoliko se terapija započne ranije (negde između 4 i 6 godina starosti), modifikacija rasta će ubrzo biti uočljiva, ali, nažalost, kratkog veka trajanja zbog pojave recidiva usled nastavka rasta sa disproporcionalnim dejstvom. Prerano započinjanje terapije funkcionalnim aparatima može, takođe, usled dugog trajanja terapije dovesti do gubitka motivacije od strane pacijenata i njihovog odustajanja od nošenja aparata baš u periodu kada je on najvažniji. Nošenje aparata u odgovarajućem trenutku dovodi do boljeg i stabilnijeg uspeha terapije i smanjenja mogućnosti pojave recidiva nakon terapije.

Odluka o terapiji zasniva se na kombinaciji teoretskog razumevanja pacijentovog stanja i poznavanja rezultata ranijih terapija u sličnim slučajevima, što znači da moramo znati šta se stvarno događa kada se primenjuju određeni terapijski postupci. Kliničko iskustvo obezbeđuje važne informacije, ali do napretka dolazi samo ako se terapija sprovodi propisanim načinom a rezultati evidentiraju i analiziraju. U istraživanjima se koriste prospektivne i retrospektivne studije. Prospektivne studije sprečavaju mogućnost pristrasnog odabira pacijenata.

Najbolji način da se sazna, a verovatno i jedini, da li je neki vid terapije uspešan je poređenje tretiranih pacijenata sa kontrolnom grupom netretiranih pacijenata. Postoje brojne teškoće u formiranju kontrolne grupe za ortodontsku terapiju. Osnovni problemi bi bili što se kontrolna grupa mora pratiti dugi vremenski period, u kome se moraju praviti i analizirati kontrolni telerendgen snimci. Kontrolni snimci znače i izlaganje netretiranih pacijenata (dece) zračenju koje za njih nema nikakve koristi.

Tri najčešće studije koje se koriste u vrednovanju terapije modifikacijom rasta su studije koje su sprovedene između 1935. i 1965.godine u Burlingtonu, Michigan-u i

Clevelandu. Osnovni problem kod predviđanja rasta baziranih na prosečnim promenama je da neki pacijenti neće imati ni prosečno povećanje ni prosečni smer rasta, pa može doći do značajne greške u proceni. Uzorci rasta dobijeni su većinom od dece sa normalnim rastom, a u kliničkoj praksi je potrebno predviđanje rasta za decu sa skeletnom malokluzijom. Njihov problem je nastao zbog rasta koji odstupa od normale i kod takvog pacijenta očekujemo da će i dalji neusklađeni rast slediti i u budućnosti.

Studije rasta ne postoje za nelečenu II klasu, a s obzirom da nije etički prihvatljivo serijsko rendgensko snimanje dece koja neće biti lečena, potrebna količina podataka verovatno nikada neće biti dostupna.

Sem što se podaci iz američkih studija rasta mogu smatrati zastarelim, postoji još ozbiljnih zamerki na njih. Podaci iz Boltonovih istraživanja (Cleveland) nisu sistematizovani (*Broadbent BH Sr 1975*), iz Michigena su podeljeni po polu (*Johnston 1975*), a iz Burlingtona po vrsti lica (*Popovich FP 1981*).

U ortodonciji podatke za kliničke odluke dobijamo na osnovu kefalometrijske analize. Razlike dobijene ortodontskom terapijom obično nisu velike, pa zbog toga zaključke bazirane na uzorku manjem od 20 treba uzeti sa velikom rezervom bez obzira na statistiku. Sa uzorkom od 25 do 30 pacijenata često je moguće uočiti razlike koje mogu biti klinički važne. Veličina uzoraka postaje naročito važna kad grupe koje će se porediti nisu homogene. Heterogenost grupe odnosi se na uzrast, pol, zrelost, rasno, etničko poreklo i druge demografske karakteristike. Heterogenost može povećati uočeni varijabilitet čime postaje teže uočavanje razlika od kliničkog značaja unutar malog uzorka.

Danas, iako su dostupni obimni podaci iz kliničkih istraživanja možemo očekivati veliku raznolikost u ishodu terapije. Dva osnovna činioca koja pridonose varijabilnosti su

pacijentov obrazac rasta i delovanje terapije na rast. Odgovor na terapiju se delimično može predvideti dok je rast nepredvidiv.

Jedan od funkcionalnih ortodontskih aparata za terapiju II klase je M blok. Ovaj aparat se sastoji iz dva odvojena pokretna aktivna aparata sa dodatkom opruge u gornjem aparatu koja usmerava donju vilicu u mezijalni položaj.

Cilj ovog istraživanja je ispitivanje efekata M bloka u terapiji II klase, odnosno utvrđivanje obima skeletnih i dentoalveolarnih promena kako u gornjoj, tako i u donjoj vilici, kao i njihovih međusobnih odnosa, potom promena u obrascu rasta pre i nakon terapije M blokom, promena na mekotičnim strukturama lica i u samom TMZ-u. Upoređivanjem dobijenih rezultata sa rezultatima terapije pomoću Fränkelovog regulatora funkcije i bionatora po Baltersu, pokušano je da se pokaže koje bi bile prednosti, a koji nedostaci korišćenja upravo M bloka u odnosu na ove druge.

Na osnovu rezultata dobijenih u ovom istraživanju i podataka iz literature, može se istaći sledeće:

1. HRONOLOŠKI, DENTALNI I OSEALNI UZRAST I VREME TRAJANJA TERAPIJE U ISPITIVANIM GRUPAMA

U grupi pacijenata sa skeletno distalnim zagrižajem hronološki uzrast iznosio je prosečno 10 godina i 1 mesec, a dentalni uzrast 9 godina i 5 meseci, što je s aspekta planiranja i prognoze ortodontske terapije bilo povoljno. Gledano odvojeno po podgrupama hronološki uzrast bio je 10 godina i 4 meseca (I - terapija M blok aparatom), 8 godina i 8 meseci (II – terapija regulatorom funkcije po Fränkel-u) i 10 godina i 7 meseci (III - terapija bionatorom po Balters-u tip I). Dentalni uzrast po grupama iznosio je 9 godina i 8 meseci – I; 9 godina i 2 meseca – II; 9 godina i 3 meseca – III. Pri proceni skeletnog uzrasta pre otpočinjanja terapije u grupi I, 3 pacijenta je bilo u stadijumu 1 –10% , 22 pacijenta u stadijumu 2 –73% i 5 pacijenata u stadijumu 3-17% . U grupi II taj odnos je bio, 9 pacijenata je bilo u stadijumu 1 – 45%, 7 pacijenata u stadijumu 2 – 35% i 4 pacijenta u stadijumu 3 – 20%.U grupi III bilo je 4 pacijenta u stadijumu 1 – 20%, 9 pacijenata u stadijumu 2 – 45% i 7 pacijenata u stadijumu 3 – 35%.

Prosečno vreme trajanja terapije iznosilo je u grupi I 15 meseci, u grupi II 20 meseci i u grupi III 22 meseca.

Veliki broj autora ispitivao je najpogodnije vreme za počinjanje terapije primenom različitih vrsta funkcionalnih aparata. Fränkel (*Frankel 1969; Fränkel 1989*) je ukazao na

mogućnost primene regulatora funkcije u ranom uzrastu, između 6 i 8 godina života, što odgovara ranoj terapiji II klase, dok Robertson (*Robertson 1983*) ističe da je idealno vreme za terapiju ovim aparatom u uzrastu od 11 godina, što bi predstavljalo kasnu terapiju II klase. McNamara ističe da je prosečno vreme nošenja FR tip I i II 2 godine, bez obzira na uzrast pacijenta. Almeida i saradnici (*Almeida M. R. 2002*) kod pacijenata uzrasta 9 godina ukazuju na prosečno trajanje terapije od 17 meseci, dok Nielsen (*Nielsen 1984*) ističe vrlo brz efekat FR, već posle 7 - 9 meseci terapije, kod pacijenata uzrasta 8 - 14 godina. Terapija je prosečno trajala 12 meseci kod pacijenata uzrasta 9 do 13 godina, prema navodima Gianelly i sar. (*Gianelly A. A. 1983*). Vrlo raznoliko vreme trajanja terapije potvrđuju radovi Creekmore i Radney (*Creekmore T. D. 1983*) koji ističu da terapija traje od 11 meseci do 4 godine i 3 meseca, kod pacijenata uzrasta između 8 godina i 5 meseci i 12 godina i 4 meseca. Po Janson-u i sar. (*Janson G.R.P. 2003*) terapija kod pacijenata uzrasta 9 godina i 3 meseca prosečno traje 28 meseci.

Morris, Illin i Lee (*Morris D. O. 1998*) upoređivali su efekte bionatora po Balters-u, Tvin bloka i Bass-ovog aparata tokom 9 meseci tretmana i utvrdili da najbrži efekat daje Twin blok aparat. Kod pacijenata uzrasta 10 godina i 6 meseci Toth i McNamara (*Toth and McNamara 1999*) utvrdili su da Tvin blok aparati daju efekat nakon 16 meseci nošenja. Po mišljenju Bacceti i sar. (*Bacceti T 1997*) brzina efekta Tvin blok aparata zavisi od uzrasta pacijenta. Ako se primeni u uzrastu 9 - 10 godina tretman traje 1 godinu i 2 meseca, a ako se koristi u uzrastu 12 - 14 godina terapija traje 1 godinu i 4 meseca. Kod pacijenata uzrasta 8 do 10 godina O'Brien i sar. (*O'Brien K. 2003*) ističu da je prosečno vreme trajanja terapije iznosilo 15 meseci. U ispitivanju Quintao i sar. (*Quintao C. 2006*) utvrđeno je da terapija Tvin blok aparatom traje godinu dana kod dece uzrasta 9 godina i 5 meseci.

Upoređujući efekte Tvin blok aparata (pacijenti uzrasta 10 godina i 2 meseca) i Fränkel-ovog regulatora funkcije (pacijenti uzrasta 10 godina i 5 meseci) Toth i McNamara (*Toth and McNamara 1999*) utvrdili su nešto brži efekat Tvin blokaparata.

Na kratak terapijski postupak tokom primene bionatora po Baltersu ukazuju Araujo i sar. (*Araujo, Buschang et al. 2004*), kod kojih je terapija trajala 6 - 9 meseci kod pacijenata uzrasta 11 godina i 2 meseca. Postignut terapijski rezultat posle godinu dana imali su Moreira i sar. (*Moreira Melo AC. dos Santos-Pinto A 2003*) kod pacijenata uzrasta 7 - 10 godina, kao i Bolmgren i Moshiri (*Bolmgren G. A. 1986*) kod pacijenata lečenih između 9. i 14. godina života i Op Heij i sar. (*Op Heij D. G. 1989*) kod pacijenata uzrasta 10 godina i 3 meseca. Almeida i sar. (*Almeida, Henriques et al. 2004*) potvrđuju da je tretman bionatorom po Blaters-u prosečno 16 meseci kod pacijenata uzrasta 10 godina i 8 meseci. Najduže prosečno vreme trajanje terapije bionatorom ističu Keeling i sar. (*Keeling, Wheeler et al. 1998*) u trajanju od 2 godine kod pacijenata uzrasta 9 godina i 6 meseci. Keeling i sar. (*Keeling, Wheeler et al. 1998*) na istom uzorku pacijenata upoređivali su efekte bionatora i headgear-a. Nelson (*Nelson C. 1993*) je upoređivao efekte aktivatora i FR tip I kod pacijenata uzrasta 13 godina sa II klasom i utvrdio brži efekat FR.

Terapija aktivatorom traje u proseku duže od godinu dana kod pacijenata uzrasta 9 godina i 7 meseci (*Vagervik K. 1985*). Na uzorku pacijenata uzrasta 10 godina i 6 meseci Šćepan (*Šćepan 1997*) je utvrdila da prosečno vreme trajanja terapije aktivatorom iznosi 2 godine. Cozza (*Cozza P. 1995*) ističe da je vreme trajanja terapije aktivatorom između 18 i 24 meseca, kod pacijenata uzrasta 10 godina. Basciftci i sar. (*Basciftci, Uysal et al. 2003*) ukazuju na terapijski tretman od 16 meseci, koji nije vezan za uzrast pacijenta. U radovima koji su se bavili terapijskim efektima aktivatora u terapiji II klase Pancherz (*Pancherz*

1984) ukazuje na dugačak tok terapije od 32 meseca kod pacijenata između 10 godina i 10 meseci i 13 godina i 7 meseci. U kasnijem uzrastu Pancherz (*Pancherz 1999*) postiže brzu korekciju nepravilnosti herbst-ovim aparatom, već posle 6 meseci. Većina efekata svodi se na promene na dentalnim strukturama, obzirom da su pacijenti bili stariji od 15 godina.

Patel, Moseley i Noar (*Patel, Moseley et al. 2002*) upoređivali su efekte FR, aktivatora i Tvin blok aparata u uzrastu između 12 godina i 2 meseca i 12 godina i 8 meseci i utvrdili da FR izaziva najveće promene. Remmer i sar. (*Remmer KR 1985*) upoređivali su efekte aktivatora (uzrast 10 godina i 3 meseca, trajanje terapije 2 godine i 2 meseca), FR tip I (uzrast 10 godina i 3 meseca, trajanje terapije 2 godine) i fiksnih aparata (uzrast 12 godina i 1 mesec, trajanje terapije 2 godine i 3 meseca). Schulhof i Engel utvrdili su da kod pacijenata uzrasta 12 godina i 9 meseci terapija bionatorom traje 1 godinu i 9 meseci, a kod pacijenata uzrasta 13 godina i 3 meseca terapija aktivatorom traje 2 godine i 5 meseci (*Schulhof R. J. 1982*).

U savremenoj ortodonciji prevladava stav da sa terapijom funkcionalnim aparatima treba započeti što ranije, u čemu je primena FR posebno efikasna, a učestalost recidiva smanjena (*Morris D. O. 1998*). Rast donje vilice je najintenzivniji u toku 2. i 3. stadijuma razvoja cervikalnih pršljenova (*Franchi L. 1998*);(*Weiss J. 1977*) , pa je to period koji treba iskoristiti da bi funkcionalni aparati postigli maksimalan efekat.

2. PROMENA PARAMETARA POLOŽAJA I RAZVIJENOSTI GORNJE I DONJE VILICE I MEĐUVILIČNIH ODNOSA U ISPITIVANIM GRUPAMA

U toku terapijskog postupka utvrđene su sledeće promene u razvijenosti i položaju gornje vilice:

1. M blok dovodi do neznatnog smanjivanja ugla SNA, FR-I takođe dovodi do neznatnog smanjenja vrednosti ugla SNA, dok Balters tip I dovodi do povećanja vrednosti ovog ugla sa ($p=0.013^*$).
2. Vertikalni položaj gornje vilice u odnosu na prednju kranijalnu bazu, definisan uglom SN/SpP terapijom M blok aparatom se neznatno povećava sa statistički značajnom razlikom u promeni ugla, kod primene Frankel tip I aparata i bionatora po Baltersu uočeno je povećanje. Iako su navedene promene statistički značajne, one nisu i klinički značajne.
3. Dužina korpusa gornje vilice povećava se tokom terapije u svim ispitivanim podgrupama, sa prisutnom statističkom značajnošću ($p<0.001^*$).

Tokom terapije distalnog zagrižaja nastale promene u položaju i razvijenosti donje vilice se mogu definisati na sledeći način:

1. Svi korišćeni aparati utiču na promenu sagitalnog položaja donje vilice u odnosu na prednju kranijalnu bazu, što se manifestuje u povećanju vrednosti ugla SNB, najviše kod

FR I, nešto manje kod bionatora po Baltersu, a najmanje kod M blok aparata. Promene kod sva tri aparata su statistički značajne.

2. M blok i Balters tip I povećavaju vertikalni nagib donje vilice prema prednjoj kranijalnoj bazi, dok FR I izaziva smanjenje nagiba i anteinklinaciju donje vilice.

3. Dužina korpusa donje vilice povećava se tokom korišćenja svih navedenih aparata, najznačajnije pri primeni FR-I, nešto malo manje primenom M bloka, a najmanje primenom Baltersa. ($p < 0.001^*$).

4. Ukupna dužina donje vilice povećava se prilikom korišćenja M blok aparata i FR-I, dok bionator po Baltersu utiče na smanjenje ukupne dužine donje vilice.

5. Tokom primene svih navedenih aparata nastaje značajno povećanje visine (dužine) ramusa donje vilice.

6. Menja se sagitalni položaj brade tokom terapijskog perioda, u smislu anterionije postavljene brade na kraju tretmana. Najveću promenu, od 2° , izaziva FR-I ($p < 0.001^*$).

Eksperimenti na životinjama su pokazali da aparati koji pozicioniraju donju vilicu unapred značajno stimulišu mandibularni rast, zahvaljujući remodelaciji kondila, međutim ti efekti nisu isti kod ljudi.

Marisco i saradnici su 2011. godine objavili meta-analizu u kojoj su analizirali rezultate randomiziranih kliničkih studija objavljenih do 2009. godine (*Marisco et al. 2011.*). Od 32 studije koje su ispunile početne kriterijume, samo su 4 studije na kraju bile uključene u meta-analizu. Aparati koji su korišćeni u studijama bili su aktivator, bionator, Harvold-ov aktivator, Twin block i Fränkel tipa II. Tretmani su trajali od 15 - 18 meseci. Mere koje su korišćene u procenjivanju efikasnosti ovih funkcionalnih aparata su bile Co-

Pg, Pg/Olp + Co/Olp i CoGn . Rezultati su pokazali da su skeletne promene bile statistički značajne, ali ne i klinički, te da je godišnji rast donje vilice bio statistički značajno veći i iznosio je 1, 79 mm u tretiranoj grupi u odnosu na kontrolnu (*Elvira Marsicoa 2011*).

Meta analiza Perillo-a i saradnika je obuhvatila period od 1966. - 2009. godine i u okviru nje je analizirano 9 studija koje su pokazivale veliku heterogenost u smislu razlika inkluzivnih kriterijuma (razlika u uzrastu, skeletna zrelost, trajanje tretmana, nehomogenost početnih dijagnoza). Sve ove studije prenaplašavaju pozitivne efekte Fränkel tip II aparata. Ono što je zanimljivo je da su studije lošijeg kvaliteta pokazivale bolje efekte FR II, nego studije srednjeg kvaliteta. Rezultati su pokazali da je Fränkel-ov aparat imao značajani efekat na rast donje vilice posebno na njenu ukupnu dužinu, ali uz niski ili umereni klinički efekat (*Letizia Perillo 2011*).

Freeman i saradnici su ispitujući rezultate terapije Fränkel tip II aparata zaključili da je došlo do mandibularnih, intermaksilarnih i dentalnih promena koje su bile stabilne i deset godina po završetku terapije. Dominantna skeletna promena ogledala se u rastu donje vilice koji je bio u proseku 3 mm veći nego u kontrolnoj (netretiranoj grupi) (*Freeman 2009*).

Analiza međuviličnih odnosa ukazuje da se:

1. Vrednost ugla ANB značajno se smanjuje kod primene FR I a umereno kod M blok aparata i bionatora po Baltersu.
2. Bazalni ugao (B) tokom terapije M blok aparatom i bionatorom po Baltersu tip I se povećava, dok se primenom FR I smanjuje.

Upoređujući pacijente tretirane M blok aparatom sa netretiranim pacijentima u II skeletnoj klasi, Sander je ustanovio da se ugao SNB značajno povećava kod tretiranih pacijenata (Sander FG 1995). Rezultati Martine R. i saradnika su pokazali da kod pacijenata tretiranih M blok aparatom dolazi i do povećanja same baze donje vilice (*Martina, Cioffi et al. 2013*). Sander i Lassak su upoređujući rezultate terapije M blok aparatom, bionatorom po Baltersu i Frankel tip I aparatom, utvrdili znatno veći skeletni efekat M blok aparata koji je doveo do povećanja ugla SNB i smanjenja vrednosti uglova SNA i ANB (*Sander FG 1990*).

Suština korekcije distalnog zagrižaja najčešće se svodi na promene koje podrazumevaju mezijalno usmeravanje donje vilice i stimulaciju njenog ukupnog rasta. U najvećem delu ispitivanog uzorka, kao i u do sada objavljenoj literaturi, distalni odnos je uslovljen mandibularnim retrognatizmom. Do takvih podataka došli su i Hitchcock, Ishi i sar., McNamara, Bishara i Pancherz i sar. (*Hitchcock 1976*);(*Ishi H. 1987*);(*McNamara 2001*);(*Bishara 2000; Bishara 2001*);(*Pancherz H. 1997*). U znatno manjem broju slučajeva kao uzrok distalnog zagrižaja se navode maksilarni prognatizam i ukupno skraćenje korpusa donje vilice. Mandibularni retrognatizam je karakterističan za mlađi uzrast, a tokom vremena brži sagitalni rast donje vilice u odnosu na gornju vilicu utiče na brzinu i ishod korekcije nepravilnosti (*Sadowsky 1998*). Stoga, većina autora potencira pred pubertetski skok rasta kao idealno vreme za terapiju (*Pancherz H. 1997; Proffit 2000*);(*McNamara 2001*);(*Bishara 2000*). Promene tokom korekcije distalnog zagrižaja nastaju zahvaljujući sinergičkom dejstvu aparata i rasta skeletnih struktura do koga dolazi bez obzira na terapiju. Osnovno pitanje i dalje ostaje, da li u toku terapije funkcionalnim aparatima dolazi do promene ukupne dužine donje vilice ili ne. Suština delovanja

funkcionalnih aparata je u povećanju vrednosti ugla SNB, sa ili bez smanjenja vrednosti ugla SNA. Rast i pomeranje donje vilice unapred potvrđuju i autori (*Baccetti T 1997*);(*Mills and McCulloch 1998*);(*Morris D. O. 1998*);(*Toth and McNamara 1999*).

Povećanje vrednosti ugla SNB bez efekta na ukupni rast donje vilice potvrđuju ispitivanja autora (*O'Brien K. 2003*);(*O'Brien, Wright et al. 2003*);(*Hitchcock 1976*) i (*Braun S 2004*). Korekciji vrednosti ugla ANB pored pomeranja donje vilice unapred, doprinosi i usporenje sagitalnog rasta gornje vilice, čime se omogućava da vrednost ugla ANB bude u okvirima koji odgovaraju I klasi. Smanjenje vrednosti ugla SNA tokom primene Baltersa utvrdili su *Moreira Melo i sar. (Moreira Melo AC. dos Santos-Pinto A 2003)* dok *Almeida i sar. (Almeida, Henriques et al. 2004)* nisu uočili promene u vrednostima ugla SNA tokom terapije Baltersom. *Fränkel i sar. (Frankel 1966)*;(*Frankel 1969*);(*Creekmore T. D. 1983*) utvrdili su da tokom terapije FR-I dolazi do smanjenja vrednosti ugla SNA, dok radovi (*Robertson 1983*);(*Nielsen 1984*); (*McNamara J. A. 1990*);(*Chadwick S.M. 2001*);(*Braun S 2004*) nisu potvrdili uticaj FR-I na promenu vrednosti ugla SNA. Pitanje je da li je donja vilica samo pomerena unapred ili je porasla i da li pri tome dominiraju skeletni ili dentalni efekti. Povećanje ukupnog rasta donje vilice prilikom korišćenja bionatora po Baltersu utvrdili su radovi autora (*Schulhof R. J. 1982*); (*Bolmgren G. A. 1986*);(*Op Heij D. G. 1989*);(*Mamandras and Allen 1990*);(*Keeling, Wheeler et al. 1998*);(*Morris D. O. 1998*);(*Moreira Melo AC. dos Santos-Pinto A 2003*). Povećanje ukupnog rasta donje vilice tokom primene FR-I utvrdili su (*Frankel 1966*);(*Frankel 1969*) (*Creekmore T. D. 1983*);(*McNamara, Bookstein et al. 1985*);(*Almeida M. R. 2002*). Da funkcionalni aparati svojim dizajnom i primenom ne utiču na rast donje vilice ističu (*Wieslander and Lagerstrom 1979*);(*Isaacson K. G. 2002*).

U okviru ove doktorske disertacije nije korišćena kontrolna, netretirana grupa pacijenata koji imaju malokluzije II klase, s obzirom da odlaganje ili nesprovođenje terapije ne bi bilo u skladu sa procedurama Klinike za ortopediju vilica i Zdravstvenog fonda. Kako ni jedna od Klinika u regionu nema podatke vezane za rast netretiranih pacijenata sa II skeletnom klasom, u diskusiji će biti pomenute neke od studija koje su koristile podatke velikih studija rasta, kao što su Bolton-Brush studija rasta (Case Western Reserve Univerzitet, Klivlend, SAD), Burlington studija rasta (Univerzitet u Torontu, Kanada), Studija rasta Univerziteta Michigan (*Sadowsky 1998*), Denver studija rasta (*Sadowsky 1998*) i Studija rasta Ohio State Univerziteta.

Chung i Wong (*Chung CH 2002*) su 2002. godine objavili studiju u kojoj su analizirali kraniofacijalni rast dece sa skeletnom II klasom ($ANB > 4^\circ$) u period od 9. do 18. godine. Pacijenti su prema vertikalnom položaju donje vilice podaljeni na pacijente sa smanjenim ($< 27^\circ$), prosečnim (27° do 36°) i povećanim ($> 36^\circ$) NS/MP uglom. U uzrastu od 9 godina, pacijenti sa zadnjom rotacijom donje vilice imali su manje vrednosti uglova SNA i SNB, a veću vrednost ugla ANB i izraženiji konveksitet lica u odnosu na pacijente kod kojih je bila prisutna prednja rotacija donje vilice. Ovi nalazi su u saglasnosti sa nalazima Isacson-a i saradnika (*Isaacson 1971*) i Bishara-e i Augspurger-a (*Bishara 1975*). Uglovi SNA i SNB su se povećali u periodu od 9. do 18. godine, s obzirom da je rast tačke Nazion u napred bio manji nego rast tačaka A i B. U sve tri grupe (smanjen, prosečan ili povećan NS/MP) ugao SNB se povećao više nego SNA, što je dovelo do smanjenja ugla ANB. Ovi rezultati nisu u saglasnosti sa nalazima Ngan-a i saradnika (*Ngan PW 1997*) koji su našli smanjenje uglova SNA i SNB kod devojčica u periodu od 7. do 14. godine.

Bishara i saradnici (*Bishara SE 1997*) su poredeći rast osoba u skeletnoj I i II klasi došli do zaključka da nema značajnih razlika u rastu ove dve grupe netretiranih pacijenata u uzrastu od 5. do 12. godine. Kerr i Hirst (*Kerr WJ 1987*) su u sličnoj studiji objavili da je kod osoba sa skeletnom II klasom rast donje vilice (meren kao rastojanje Ar-Pg) usporen u periodu od 5. do 15. godine, dok su Ngan-a i saradnici (*Ngan PW 1997*) opisali još izraženiji zaostatak u rastu donje vilice kod osoba sa II u odnosu na one sa I skeletnom klasom u periodu od 7. do 14. godine.

Stahl i saradnici, (*Stahl F 2008*) koji su takođe poredili rast osoba u I i II skeletnoj klasi, navode da su njihovi ispitanici sa skeletnom II klasom na početku opservacionog perioda (stadijum ravzoja vratnih pršljenova CS1) imali prednju rotaciju kranijalne baze, retrudiranu donju vilicu, povećanu vrednost Wits-ove procene skeletne klase, retrudirane donje sekutiće, povećan incizalni razmak i odnos molara II klase. Ovo se poklapa sa nalazima drugih studija koje objavljuju da se dento-skeletne karakteristike II klase razvijaju rano u toku razvoja (*Anderson DL 1983*);(*Kerr WJ 1987*);(*Baccetti T 1997*);(*Varrela 1998*). Razlog zbog koga Stahl i saradnici (*Stahl F 2008*) pominju nagib kranijalne baze jeste činjenica da je ona kod osoba sa II klasom najčešće rotirana na gore i unapred, što još više potencira distalni odnos između gornje i donje vilice. Stahl i saradnici (*Stahl F 2008*) nisu našli statistički značajne razlike u dužini korpusa (Co-Gn) i ramusa (Co-Go) donje vilice na početku opservacije, za razliku od Bacetti-ja i saradnika (*Baccetti T 1997*), Bishara-e i saradnika (*Bishara SE 1997*) i Varella-e (*Varrela 1998*). Ipak, našli su da je prosečna dužina tela donje vilice u uzorku sa II klasom bila 2,5 mm kraća nego kod onih sa I klasom, što nije bilo statistički značajno (*Stahl F 2008*).

Na kraju opservacionog perioda (uzrast CS6), kada je gotovo kompletiran kraniofacijalni rast, kod osoba iz uzorka sa skeletnom II klasom donja vilica je i dalje bila značajno retrognata, ANB ugao, Wits odnos i incizalni razmak su bili povećani, a molari su i dalje bili u odnosu II klase. Sve ovo ukazuje na to da kod osoba sa skeletnom II klasom ne dolazi do spontane korekcije dento-skeletne nepravilnosti. Pored toga, kod osoba sa skeletnom II klasom je uočen značajan zaostatak u rastu donje vilice, koja je na kraju perioda posmatranja imala zaostatak od 6,6 mm u odnosu na uzorak sa I klasom, što je statistički značajna razlika (*Stahl F 2008*). Ovi nalazi u saglasnosti su sa podacima Kerr-a i Hirst-a (*Kerr WJ 1987*) i Ngan-a i saradnika (*Ngan PW 1997*). Ngan i saradnici (*Ngan PW 1997*) objavljuju prosečan zaostatak od čak 9,6 mm. Za razliku od njih, Bishara i saradnici (*Bishara SE 1997*) i Bishara (*Bishara 1998*) nisu našli značajnu razliku u rastu donje vilice između osoba sa skeletnom I i II klasom u periodu od mešovite do stalne denticije.

3. PROMENA PARAMETARA RASTA U ISPITIVANIM GRUPAMA

U toku terapije registrovane su sledeće promene parametara koji determinišu rast lica i vilica:

1. Svi korišćeni aparati izazivaju povećanje vrednosti ugla NSAr i ugla ArGoMe, dok M blok aparat i FR-I utiču na povećanje, a bionator po Baltersu na smanjenje vrednosti ugla SArGo. Kao rezultat nastalih promena u vrednostima ova tri ugla, menja se i zbir uglova Björk-ovog poligona, u smislu povećanja ukupnog zbira, sa najvećom promenom prilikom korišćenja M blok aparata, neznatno manje promene izazvao je FR-I, a najmanje Balters. Ipak ne dolazi do promene tipa rasta i rotacije lica u celini.

2. Tokom terapijskog postupka nastaje statistički značajno povećanje vrednosti prednje (N.Me) i zadnje (S-Go) visine lica u sve tri grupe aparata. Odnos prednje i zadnje visine lica se menja u smislu povećanja kod M blok aparata, a smanjenja kod FR I i Baltersa, ali bez statističke značajnosti.

Za većinu pacijenata u ispitivanom uzorku karakterističan je horizontalni tip rasta lica. To se može smatrati prognostički dobrim nalazom, s obzirom da je za pacijente sa II klasom vertikalni tip rasta lica nepovoljan, jer se time potencira retrognatizam donje vilice. Pacijenti sa prednjom rotacijom su zahvalni kandidati za tretman II klase funkcionalnim aparatima.

I ovde bi trebalo pomenuti nalaze do kojih su došli autori koji su analizirali rast netretiranih osoba sa II skeletnom klasom. Chung i Wong (Chung CH 2002) su uočili smanjenje vrednosti ugla NS/MP u periodu od 9. do 18. godine u sve tri grupe (povećan, prosečan i smanjen ugao NS/MP), što opet nije u saglasnosti sa nalazima Ngan-a i saradnika (Ngan PW 1997) koji su našli povećanje ovog ugla kod devojčica u periodu od 7. do 14. godine. Ipak, Karlsen (Karlsen 1995), kao i Bjork i Skieller (Bjork A 1972) objavljuju smanjenje vrednosti ovog ugla kod većine ispitanika, pa Chung i Wong (Chung CH 2002) zaključuju da će prilikom lečenja II skeletne klase doći do smanjenja ugla NS/MP ukoliko primenjena terapije ne dovede do ekstruzije bočnih zuba.

Koristeći odnos između prednje i zadnje visine lica, kako predlažu Bjork i Skieller (Bjork A 1972), Chung i Wong (Chung CH 2002) nalaze da donja vilica odlazi u prednju rotaciju u sve tri grupe ispitanika, pri čemu oni kod kojih je ugao NS/MP bio smanjen pokazuju izraženiju prednju rotaciju u toku rasta u odnosu na ispitanike kod kojih je ovaj ugao bio povećan.

4. PROMENA PARAMETARA MEKOTKIVNOG PROFILA U ISPITIVANIM GRUPAMA

Tokom terapijskog postupka uočene su sledeće promene parametara mekotkivnog profila:

1. Svi korišćeni aparati značajno utiču na smanjenje vrednosti ugla T.
2. Primenom sva tri navedena aparata menja se položaj gornje usne. Upotrebom M blok aparata i FR I dolazi do njenog pomeranja unazad, dok se nakon terapije bionatorom po Baltersu ona pomera unapred. Promena položaja gornje usne nakon terapije M blok aparatom bila je statistički značajna za razliku od promena nakon terapije FR I aparatom i bionatorom po Baltersu.
3. Udaljenost donje usne u odnosu na estetsku liniju menja se tokom terapije. Sva tri aparata dovode do pomeranja donje usne unapred.
4. Tokom terapije sva tri aparata utiču na značajno smanjenje vrednosti Holdaway ugla (H).

Strukture mekotkivnog profila predstavljaju neraskidivu celinu sa koštanim strukturama kraniofacijalnog kompleksa, tako da terapijski efekti podrazumevaju promene i na mekim tkivima. Ti efekti su neophodni, ukoliko želimo dobru facijalnu estetiku i balans između koštanih tkiva i mekotkivnog profila (*Melsen 2001*). Promene parametara mekotkivnog profila su direktna posledica anteriornog premeštanja donje vilice, tako da kao rezultat povećanja ugla SNB i neznatnih pomeranja gornje vilice, nastaju promene vrednosti uglova T i H, koji se na adekvatan način smanjuju (*Cross 1977*);(*McNamara and Huges*

1981);(Righellis 1983);(Nielsen 1984);(Fränkel 1989);(Lange, Kalra et al. 1995);(Carlos Flores-Mir 2006);(Varlik S. K. 2008); (Sağlam A. M. S. 2001). Celokupan profil pacijenta se menja i ima mnogo manji konveksitet nego na početku terapije, što rezultira promenom položaja gornje i donje usne u odnosu na Rickettsovu estetsku liniju.

Slični nalazi dobijeni su i u istraživanju primene Hotz-ovog aparata koji za posledicu ima povećanje rastojanja gornje usne u odnosu na estetsku liniju, što se smatra neadekvatnim terapijskim rezultatom. U toku terapije smanjuje se vrednost ugla ANB, u korelaciji sa smanjenjem vrednosti ugla H, što omogućava bolji međusobni odnos skeletnih struktura, kao i njihov odnos prema mekotkivnim strukturama. (Stamenkovic 2012)

5. PROMENA POLOŽAJA SEKUTIĆA U ISPITIVANIM GRUPAMA

Tokom terapijskog postupka uočene su sledeće promene položaja sekutića:

1. Za primenu sva tri aparata tipično je da se tokom terapije menja vrednost ugla I/SpP, koji se značajnije povećava, što ukazuje da dolazi do retrudiranja gornjih frontalnih zuba.
2. Svi korišćeni aparati utiču na promenu nagiba donjih sekutića, što se manifestuje kroz smanjenje vrednosti ugla i/MP, odnosno protruziju donjih sekutića. Najveće promene izaziva FR-I koji smanjuje prosečnu vrednosti ugla i/MP, a statistički značajnu razliku nalazimo i kod M blok aparata.

Za pacijente sa II klasom 1. odeljenjem tipično je povećanje vrednosti incizalnog razmaka, izazvano protruzijom gornjih sekutića. Povećanje protruzije gornjih sekutića u svojim radovima ističu (*Hitchcock 1976*);(*McNamara, Bookstein et al. 1985*);(*Moyers 1997*); (*McNamara 2001*). Uzrok ovoga mogu biti i loše navike, prvenstveno sisanje palca. Povećanje protruzije donjih sekutića može biti pokušaj dentalne kompenzacije, u smislu smanjenja incizalnog razmaka (*Moyers 1997*), mada donji sekutići mogu biti i normoinklinirani (*McNamara, Bookstein et al. 1985*);(*McNamara 2001*). Terapijski efekat retruzije gornjih sekutića daju aktivator (*Pancherz 1984*);(*Vagervik K. 1985*);(*Šćepan 1997*);(*Patel, Moseley et al. 2002*);(*Basciftci, Uysal et al. 2003*);(*Cozza P. 2004*), bionator po Baltersu (*Schulhof R. J. 1982*); (*Bolmgren G. A. 1986*);(*Moreira Melo AC. dos Santos-Pinto A 2003*);(*Almeida, Henriques et al. 2004*), Herbst-ov aparat (*Pancherz 1997*; *Pancherz H 1999*) i FR-I (*Creekmore T. D. 1983*);(*McNamara, Bookstein et al.*

1985);(McNamara J. A. 1990);(Nelson C. 1993);(Chadwick S.M. 2001);(Almeida M. R. 2002);(Janson G.R.P. 2003);(Braun S 2004). Protruzija donjih sekutića prisutna je kod primene aktivatora (Pancherz 1984);(Nelson C. 1993);(Šćepan 1997), bionatora po Baltersu (Moreira Melo AC. dos Santos-Pinto A 2003); (Almeida, Henriques et al. 2004) i FR-I (Creekmore T. D. 1983);(Robertson 1983);(Nelson C. 1993). S druge strane, postoje radovi koji ukazuju da se tokom primene funkcionalnih aparata ne menja nagin donjih sekutića, i to primenom aktivatora (Teuscher 1978), Herbst-ovog aparata (Pancherz H. 1997) i FR-I (Frankel 1969);(McNamara, Bookstein et al. 1985);(Chadwick S.M. 2001);(McNamara 2001);(Almeida M. R. 2002);(Janson G.R.P. 2003; Braun S 2004).

Kao rezultat primene funkcionalnih aparata očekujemo promene i na skeletnim i na dentalnim strukturama, čime se dobija bolji terapijski rezultat. Najveći ukupni efekat promena, koji podrazumeva korekciju odnosa molara i sekutića daje FR-I (Almeida, Henriques et al. 2004);(Pancherz 1997);(McNamara, Bookstein et al. 1985);(McNamara 2001);(Battagel 1989); (Battagel 1990);(Creekmore T. D. 1983);(Kerr W.J.S. 1989);(McDougall P. D. 1982);(Rushforth C. D. 1999).

Ako pogledamo studije rasta, vidimo da Chung i Wong (Chung CH 2002) navode jako male promene dentalnih parametara kod netretiranih osoba sa II skeletnom klasom u uzrastu od 9. do 18. godine. Oni objavljuju blago povećanje preklopa sekutića i male promene incizalnog razmaka u sve tri grupe pacijenata (povećan, prosečan i smanjen ugao NS/MP). Inklinacija donjih sekutića menja se u smislu retruzije kod osoba sa prednjom rotacijom i protruzije kod osoba sa zadnjom rotacijom donje vilice. Kako Bjork i Skieller (Bjork A 1972) navode, položaj donjih sekutića tokom rasta zavisi od njihovog nagiba, kao i od rotacije donje vilice. Podaci iz studije Chung-a i Wong-a (Chung CH 2002) nam

govore da je u toku rasta osoba sa prednjom rotacijom dodatna rotacija donje vilice unapred izraženija od protruzije donjih sekutića, pa oni postaju retrudiraniji. Slično tome, kod osoba sa zadnjom rotacijom iznos protruzije donjih sekutića prevazilazi rotaciju donje vilice unapred, pa donji sekutići završavaju u protrudiranim položaju.

6. PROMENA PARAMETARA KRANIJALNE BAZE I POLOŽAJA TEMPOROMANDIBULARNOG ZGLOBA U ISPITIVANIM GRUPAMA

Tokom terapijskog postupka uočene su sledeće promene:

1. Na dimenzijama kranijalne baze, u smislu povećanja dužine prednje kranijalne baze (*Charlier, Petrovic et al. 1969*), zadnje kranijalne baze (S-Ba) i ukupne dužine kranijalne baze (N-Ba).
2. Primenom sva tri navedena aparata registruje se smanjenje visine TMZ-a, bez statističke značajnosti. Dolazi i do promene u antero-posteriornom položaju TMZ-a, što se ogleda preko linearnog rastojanja SE, koje se primenom M blok aparata smanjuje, a povećava tokom terapije FR-I i bionatora po Baltersu.

Promena linearnih parametara kranijalne baze nije značajna kroz posmatrani vremenski period, tako da se referentna ravan prednje kranijalne baze N - S može koristiti za superponiranje snimaka u toku izvođenja longitudinalnih studija. Povećanje dužine prednje i zadnje kranijalne baze, kao i ukupne dužine kranijalne baze je posledica rasta, a ne dodatni efekat funkcionalnih aparata (*Pangrazio-Kulbersh V. 1998*);(*Schmuth 1983*).

U toku terapije funkcionalnim aparatima dolazi do usmerenog pritiska i premeštanja gornje vilice unazad i nagore, a donja vilica se pomera unapred, što izaziva posledične promene na TMZ. Dolazi do stimulacije enhondralnog rasta na nivou kondilarne hrskavice i horizontalnog rasta kondila, što pospešuje anteriorni rast donje vilice (*Foucart J. M. 1998*);(*Woodside, Metaxas et al. 1987*);(*Moyers, Riolo et al. 1980*);(*Petrovic A. G. 1975*);(*Petrovic A. G. 1988; Petrovic A. G. 1997*);(*Williams S. 1982*). Promene na nivou

kondilarne hrskavice u toku lečenja funkcionalnim aparatima potvrdili su i autori (*Gianelly A. A. 1983; Op Heij D. G. 1989*);(*Araujo, Buschang et al. 2004*).

ZAKLJUČCI

- Analizom profilnih telerendgenskih snimaka pre i nakon završenog ortodontskog tretmana utvrđeno je da M blok aparat u tretmanu skeletno distalnog zagrižaja izaziva:
 1. blago usmeravanje gornje vilice u nazad i na dole,
 2. usmeravanje donje vilice i brade u napred i na dole uz značajno povećanje tela i ukupne dužine,
 3. smanjenje sagitalnog i povećanje vertikalnog međuviličnog ugla,
 4. povećanje ugla i dužine kranijalne baze,
 5. nepromenjen tip rasta lica,
 6. retruziju gornjih i protruziju donjih sekutića,
 7. poboljšanje položaja gornje i donje usne u odnosu na estetsku liniju,
 8. promenu položaja TMZ-a u napred i na dole.

- M blok aparat u terapiji dovodi do:
 1. statistički značajne razlike u skeletnim promenama ali u manjem obimu u odnosu na Fränkel-ov aparat,
 2. statistički značajne razlike u dentalnim promenama, ali u većem obimu u odnosu na Fränkel-ov i Balters-ov aparat,
 3. promena B ugla u suprotnom smeru u odnosu na Fränkel-ov aparat (povećanje),
 4. promene položaja TMZ-a u suprotnom smeru od Fränkel-ovog i Balters-ovog aparata (u nazad).

- Analizom profilnih telerendgenskih snimaka pre i nakon završenog ortodontskog tretmana utvrđeno je da Fränkel-ov regulator funkcije u tretmanu skeletno distalnog

zagrižaja izaziva:

1. blago usmeravanje gornje vilice u nazad u odnosu na kranijalnu bazu uz povećanje nagiba gornje vilice u odnosu na kranijalnu bazu,
2. značajno usmeravanje donje vilice i brade u napred u odnosu na kranijalnu bazu, smanjenje nagiba donje vile prema prednjoj kranijalnoj bazi, značajno povećanje dužine korpusa donje vilice, kao i ukupne dužine donje vilice, kao i povećanje dužine (visine) i širine ramusa donje vilice,
3. značajno smanjenje vrednosti ugla ANB i korekciju II klase u I i smanjenje vertikalnog međuviličnog ugla,
4. povećanje ugla NSBa, uz povećanje dužine prednje, zadnje i ukupne dužine kranijalne baze,
5. povećanje zbira uglova Björk-ovog poligona, sa tendencijom rasta lica blagom zadnjom rotacijom,
6. retruziju gornjih i protruziju donjih sekutića,
7. značajno smanjenje vrednosti ugla T i H, smanjenje rastojanja gornje i donje usne u odnosu na estetsku liniju i smanjenje visine gornje usne,
8. distalno usmeravanje i smanjenje visine TMZ.

- Analizom profilnih telerendgenskih snimaka pre i nakon završenog ortodontskog tretmana utvrđeno je da bionator po Baltersu tip I u tretmanu skeletno distalnog zagrižaja izaziva:

- a) anteriorno usmeravanje donje vilice i brade i smanjenja nagiba donje vilice u odnosu na prednju kranijalnu bazu,
- b) povećanje dužine korpusa donje vilice uz smanjenje ukupne dužine donje vilice,
- c) smanjenje vrednosti ugla ANB i povećanje vrednosti bazalnog ugla SpP/MP (B),
- d) povećanje zbira uglova Björk-ovog poligona,
- e) retruziju gornjih i protruziju donjih sekutića,
- f) smanjenje vrednosti ugla T i H.

LITERATURA

- Ahlgren, J. L., C. (1976). "Late results of activator-treatment: a cephalometric study." *Br J Orthod* **3**(3): 181-7.
- Alexander, W. (1996). *The Alexander discipline: Contemporary concepts and Philosophies*. O. corporation.
- Alio-Sanz JJ, I.-C. C., Lorenzo-Pernia J et al (2012). "Craniofacial base and maxillary changes in patients treated with Frankel's functional regulator (1b)." *Med. Oral. Patol. Oral. Cir. Bucal* **17**(4): 689-696.
- Almeida M. R., H. J. F. C., Ursi W (2002). "Comparative study of the Frankel (FR-2) and bionator appliances in the treatment of Class II malocclusion." *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* **121**: 458-466.
- Almeida, M. R., J. F. Henriques, et al. (2004). "Treatment effects produced by the Bionator appliance. Comparison with an untreated Class II sample." *Eur J Orthod* **26**(1): 65-72.
- Andersen, V. (1946). *The Norwegian system of functional gnato-orthopedics*. A. Gnaol. **1:5**.
- Anderson DL, P. F. (1983). "Lower cranial height vs craniofacial dimensions in Angle Class II malocclusion." *Angle Orthod* **53**: 253-60.
- Andrews, L. F. (1972). "The six keys to normal occlusion." *Am J Orthod* **62**(3): 296-309.
- Angle, E. (1907). *Malocclusion of the teeth*. S. W. M. C. t. e. Philadelphia.
- Angle, E. (1908). *Okklusionanomalien der zahne*. B. Verlag von Herman Meusser.
- Antonarakis, K., H., Kiliaridis (2012). "Predictive value of molar bite force on Class II functional appliance treatment outcomes." *European Journal of Orthodontics* **34**: 244-249.
- Araujo, A. M., P. H. Buschang, et al. (2004). "Adaptive condylar growth and mandibular remodelling changes with bionator therapy--an implant study." *Eur J Orthod* **26**(5): 515-22.
- Bacceti T, e. a. (1997). "Early dentofacial features of Class II malocclusion: a longitudinal study from the deciduous through the mixed dentition." *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* **111**: 502.
- Balters, W. (1965). "Die Technik und Ubung der allgemeineu und speziellen Bionator – Therapie." *Quintessenz S*: 77-85.
- Barmes, D. (1993). "Dental and natural survey of primitive people in Central Africa." *Aust Dent J* **38**: 367-72.
- Barton, S. and P. A. Cook (1997). "Predicting functional appliance treatment outcome in Class II malocclusions--a review." *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **112**(3): 282-6.
- Basciftci, F. A., T. Uysal, et al. (2003). "The effects of activator treatment on the craniofacial structures of Class II division 1 patients." *Eur J Orthod* **25**(1): 87-93.
- Battagel, J. M. (1989). "Profile changes in Class II, division 1 malocclusions: a comparison of the effects of Edgewise and Frankel appliance therapy." *Eur J Orthod* **11**(3): 243-53.
- Battagel, J. M. (1990). "The relationship between hard and soft tissue changes following treatment og Class II division 1 malocclusions using Edgewise and Fränkel appliance techniques,." *Eur. J. Orthod* **12**: 154-165.
- Bishara, S. (1998). "Mandibular changes in persons with untreated and treated Class II Division 1 malocclusion." *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **113**: 661-73.
- Bishara, S. (2001). *Textbook of Orthodontics*. W. B. S. C. Philadelphia.
- Bishara, S. E. (2000). "Facial and dental changes in adolescents and their clinical implications." *Angle Orthod* **70**: 471-483.
- Bishara, S. E., And Earl F. Augspurger Jr (1975). ""The role of mandibular plane inclination in orthodontic diagnosis." *The Angle Orthodontist* **45**(4): 273-281.
- Bishara SE, J. J., Vorhies B, Bayati P (1997). "Changes in dentofacial structures in untreated Class II

- division 1 and normal subjects: a longitudinal study." *Angle Orthod* **67**: 55-66.
- Bjork A, S. V. (1972). "Facial development and tooth eruption: an implant study at the age of puberty." *Am J Orthod* **62**: 339-83.
- Bolmgren G. A., M. F. (1986). "Bionator treatment in Class II, division 1." *Angle Orthod* **56**: 255-262.
- Braun S, D. N., Engel G, Wojtkiewicz P, Ewing SK (2004). "The effect of Frankel II and modified twin block appliances on the 'C'-axis: the growth vector of the dentomaxillary complex." *Angle Orthod.* **74**(6): 749-53.
- Broadbent BH Sr, B. B. J., Golden WH (1975). *Bolton Standards of Dentofacial Developmental Growth*. S. L. Mosby.
- Brunelle, J. A., M. Bhat, et al. (1996). "Prevalence and distribution of selected occlusal characteristics in the US population, 1988-1991." *J Dent Res* **75 Spec No**: 706-13.
- Carels, C. and D. van Steenberghe (1986). "Changes in neuromuscular reflexes in the masseter muscles during functional jaw orthopedic treatment in children." *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **90**(5): 410-9.
- Carlos Flores-Mir, P. W. M. (2006). " A systematic review of cephalometric facial soft tissue changes with the Activator and Bionator appliances in Class II division 1 subjects. ." *Eur. J. Orthod.* **28**: 586-593.
- Chadwick S.M., A. C., Taylor S., Bearn D.R. (2001). " Functional regulator treatment of Class II division 1 malocclusions. ." *Eur. J. Orthod.* **23**: 495-505.
- Charlier, J. P., A. Petrovic, et al. (1969). "Effects of mandibular hyperpropulsion on the prechondroblastic zone of young rat condyle." *Am J Orthod* **55**(1): 71-4.
- Chen, J. Y., L. A. Will, et al. (2002). "Analysis of efficacy of functional appliances on mandibular growth." *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **122**(5): 470-6.
- Chung CH, W. W. (2002). "Craniofacial growth in untreated skeletal Class II subjects: a longitudinal study." *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **122**(6): 619-26.
- Clark, W. (1995). *Twin blok functional therapy applications in dentofacial orthopedics*. M.-. Wolfe.
- Clark, W. (1997). "The Twin block tehniqye In: Graber TM, Rakosi T, Petrovic AG. editors. *Dentofacial orthopedics with functional appliances*. 2nd edition." *St. Luis: Mosby – Yearbook, inc*: 268-98.
- Clark, W. J. (1982). "The twin block traction technique." *Eur J Orthod* **4**(2): 129-38.
- Clark, W. J. (1998). "The Twin blok technique-a functional oorthopedic appliance system." *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* **93**: 1-18.
- Cozza, P., T. Baccetti, et al. (2006). "Mandibular changes produced by functional appliances in Class II malocclusion: a systematic review." *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **129**(5): 599 e1-12; discussion e1-6.
- Cozza, P., L. De Toffol, et al. (2004). "Dentoskeletal effects and facial profile changes during activator therapy." *Eur J Orthod* **26**(3): 293-302.
- Cozza P., D. G. R., Nofroni I (1995). "Epidemiologia delle malocclusioni su un campione di bambini delle scuole elementari del Comune di Roma." *Ortognatodonzia Italiana* **4**: 217-228.
- Cozza P., M. A., Mucedero M (2004). "An orthopedic approach to the treatment of Class III malocclusions in the early mixed dentition." *Eur. J. Orthod* **26**: 191-199.
- Creekmore T. D., R. L. J. (1983). " Frankel appliance therapy: orthopedic or orthodontic? ." *Am. J. Orthod* **83**: 89-108.
- Cross, J. J. (1977). "Facial growth: Before, during, and following orthodontic treatment." *Am. J. Orthod* **71**: 68-78.

- Cunat J, J. (1974). "Activator: an orthopedic puzzle." Am. J. Orthod **65**: 16-27.
- de Muniz, B. R. (1986). "Epidemiology of malocclusion in Argentine children." Community Dent Oral Epidemiol **14**(4): 221-4.
- De Vincenzo J, P. (1991). "Changes in mandibular length before, during, and after successful orthopedic correction of Class II malocclusions, using a functional appliance." Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. **98**: 241-57.
- Demisch, A. (1972). "Effects of activator therapy on the craniofacial skeleton in class II, division 1 malocclusion." Trans Eur Orthod Soc: 295-310.
- dos Santos-Pinto, P. R., L. P. Martins, et al. (2013). "Mandibular growth and dentoalveolar development in the treatment of class II, division 1, malocclusion using Balters Bionator according to the skeletal maturation." Dental Press J Orthod **18**(4): 43-52.
- El-Bialy, T., I. El-Shamy, et al. (2003). "Growth modification of the rabbit mandible using therapeutic ultrasound: is it possible to enhance functional appliance results?" Angle Orthod **73**(6): 631-9.
- Elvira Marsicoa, E. G., Maryalba Burrascanoa, Giovanni Mataresec, Giancarlo Cordascod (2011). "Effectiveness of orthodontic treatment with functional appliances on mandibular growth in the short term." American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics; **139**: 24-36.
- Falck F, F. R. (1989). "Clinical relevance of step-by-step mandibular advancement in the treatment of mandibular retrusion using the Fränkel appliance." Am J Orthod Dentofacial Orthop. **96**(4): 333-41.
- Faltin, K. J., R. M. Faltin, et al. (2003). "Long-term effectiveness and treatment timing for Bionator therapy." Angle Orthod **73**(3): 221-30.
- Ferrario, V. F., C. Sforza, et al. (1997). "A size-standardized analysis of soft tissue facial profile during growth." Am J Orthod Dentofacial Orthop **112**(1): 28-33.
- Fidler, B. C., J. Artun, et al. (1995). "Long-term stability of Angle Class II, division 1 malocclusions with successful occlusal results at end of active treatment." Am J Orthod Dentofacial Orthop **107**(3): 276-85.
- Forsberg, C. M. and L. Odenrick (1981). "Skeletal and soft tissue response to activator treatment." Eur J Orthod **3**(4): 247-53.
- Foucart J. M., P. D., Carpentier P., Pharaboz C (1998). "Temporomandibular joint: MR investigation of the effects of functional appliance in the treatment of Class II malocclusions." J. Dent. Res. **77**: 882.
- Franchi L., B. T., McNamara J. A (1998). "Shape-coordinate analysis of skeletal changes induced by rapid maxillary expansion and facial mask therapy." Am. J. Orthod. Dentofac.Orthop **114**: 418-426.
- Frankel, R. (1966). "The theoretical concept underlying the treatment with the functional correctors." Trans Eur Orthod Soc **42**: 233-254.
- Frankel, R. (1969). "The treatment of Class II division 1 malocclusion with functional correctors." Am. J. Orthod **54**: 265-275.
- Fränkel, R., Fränkel, C (1989). Orofacial orthopedics with the function regulator. S. K. Munich.
- Franz Gunter Sander, F. N. S., Emmanouil Iglezos, Martin Sander, Ekaterini Iglezou, Christian Sander (2007). "The functional orthodontic-orthopedic VDP appliance (Vorschubdoppelplatte, Bite jumping appliance, Sander II). Literature review and typical clinical case presentation. ." Hellenic Orthodontic Review **10**: 11-27.

- Freeman, D., McNamara James, Baccetti Tiziano, Franchi Lorenzo, Fränkel Christine (2009). "Long-term treatment effects of the FR-2 appliance of Fränkel." American Journal of Orthodontics Dentofacial Orthopedics **135**(5): 570-570.
- Gardiner, J. H. (1982). "An orthodontic survey of Libyan schoolchildren." Br J Orthod **9**(1): 59-61.
- Gianelly A. A., B. P., Martignoni M., et al (1983). "Mandibular growth, condyle position, and Fränkel appliance therapy." Angle Orthod **53**(2): 131-142.
- Graber T, R. T., Petrovic A. (1997). *Dentofacial orthopedics with Functional appliances*. Mosby.
- Graber, T., Vanarsaldi, RL, Vig, KL. St. Louis, Ed. (2005). Orthodontics Current Principles and Techniques.
- Guilherme Jansona, R. S., Thais Maria Freire Fernandesb, Nuria Cabral Castello Brancob, Marcos Roberto de Freitas. (2013). "Correction of Class II malocclusion with Class II elastics: A systematic review." American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics **143**(3): 383-392.
- Harvold, E. P. and K. Vargervik (1971). "Morphogenetic response to activator treatment." Am J Orthod **60**(5): 478-90.
- Haupt, K. (1949). *Urban Schwarzenberg*: Wien. L. d. Z. B. 2.
- Helm, S. (1982). "Orthodontic treatment priorities in the Danish Child Dental Health Services." Community Dent Oral Epidemiol **10**(5): 260-3.
- Hitchcock, H. P. (1976). "The cephalometric distinction of class II, division 2 malocclusion." Am J Orthod **69**(4): 447-54.
- Homan, B. T. and G. N. Davies (1973). "An oral health survey of Aborigines and Torres Strait Islanders in far North Queensland." Aust Dent J **18**(2): 75-87.
- Hotz M.M., G. W. M. (1976). "Comprehensive care of cleft lip and palate children at Zurich University: A primary report, ." Amer. J. Orthod **70**: 481-504.
- Isaacson, J. R., et al (1971). "Extreme variation in vertical facial growth and associated variation in skeletal and dental relations." The Angle Orthodontist **41**(3): 219-229.
- Isaacson K. G., M. J. D., Reed R. T. (2002). *Removable orthodontic Appliances*. Oxford.
- Ishi H., M. S., Takeuchi Y., Nakamura S (1987). "Treatment effect of combined maxillary protraction and chin cap appliance in severe skeletal Class III cases. ." Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. **92**: 304-312.
- Iwasaki, L. R., J. E. Haack, et al. (2000). "Human tooth movement in response to continuous stress of low magnitude." Am J Orthod Dentofacial Orthop **117**(2): 175-83.
- Janson G.R.P., A. T. J. L., Rodrigez Martins D., Henriques J.F.C., de Freitas M.R (2003). "Class II treatment effects of the Fränkel appliance. ." Eur. J. Orthod **25**: 301-309.
- Janson IR, N. R. (1988). "Functional appliance therapy with the bionator." Sem. Orthod **4**: 33-45.
- Jena, A. K., R. Duggal, et al. (2005). "Orthopedic and orthodontic effects of Twin-block appliance." J Clin Pediatr Dent **29**(3): 225-30.
- Johnston, L. (1975). "A simplified approach to prediction." Am J Orthod **67**: 253-257.
- Jorgensen, S. E. (1974). "Activators in orthodontic treatment: indications and advantages." Am J Orthod **65**(3): 260-9.
- Kalha, A. (2004). "Early treatment with the twin-blok appliance is effective in reducing overjet and severity of malocclusion." Evid. Based Dent **5**(102-3).
- Karlsen, A. (1995). "Craniofacial growth differences between low and high MP-SN angle males: a longitudinal study." Angle Orthod **65**: 341-50.

- Kaur, H., Pavithra, U. S., Abraham, R (2013). "Prevalence of malocclusion among adolescents in South Indian population." *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry* **3**: 97-102.
- Keeling, S. D., T. T. Wheeler, et al. (1998). "Anteroposterior skeletal and dental changes after early Class II treatment with bionators and headgear." *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **113**(1): 40-50.
- Kerr W.J.S., T. T. R. a. M. J. A. (1989). "A comparison of skeletal and dental changes produced by function regulators (F.R. 2 and F.R. 3)." *Eur. J. Orthod.* **11**: 235-242.
- Kerr WJ, H. D. (1987). "Craniofacial characteristics of subjects with normal and postnormal occlusions—a longitudinal study." *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **92**: 207-12.
- Kingsly, N. (1880). *Treatise on oral deformities as a branch of mechanical surgery*. A. L. N. York.
- Kloehn, S. (1947). "Guiding alveolar growth and eruption teeth to reduce treatment time and produce a morebalanced denture and face." *Angle Orthod* **17**: 10-33.
- Kuyl, M. H., R. M. Verbeeck, et al. (1994). "The integumental profile: a reflection of the underlying skeletal configuration?" *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **106**(6): 597-604.
- Lange, D. W., V. Kalra, et al. (1995). "Changes in soft tissue profile following treatment with the bionator." *Angle Orthod* **65**(6): 423-30.
- Letizia Perillo, R. C., Fabrizia Ferro, Lorenzo Franchi, Caterina Masucci, Paolo Chiodini, Tiziano Baccetti (2011). "Meta-analysis of skeletal mandibular changes during Fränkel appliance treatment." *Eur J Orthod* **22**(1): 84-92.
- Liu, Y. and Y. H. Liu (2005). "[A cephalometric study on Twin-block appliance for treatment of early skeletal Class II malocclusion]." *Shanghai Kou Qiang Yi Xue* **14**(6): 569-72.
- Luo, Y. and G. Fang (2005). "[Effect of Twin-block appliance in the treatment of Class II and division I malocclusion: a cephalometric study in 12 patients]." *Shanghai Kou Qiang Yi Xue* **14**(1): 90-3.
- Ma, W. S., J. M. Liu, et al. (2005). "[Effect of early treatment with the Twin-block appliance]." *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* **23**(4): 295-8.
- Magnhild Lerstøl, Ø. T. a. V. V.-R. (2010). "Long-term stability of dentoalveolar and skeletal changes after activator–headgear treatment." *Eur J Orthod* **32**(1): 28-35.
- Mamandras, A. H. and L. P. Allen (1990). "Mandibular response to orthodontic treatment with the Bionator appliance." *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **97**(2): 113-20.
- Marković, M. (1982). "Ortodoncija I izdanje." *Ortodontska sekcija Srbije*.
- Marschner, J. F. H., J. E. (1966). "Mandibular growth and class II treatment." *Angle Orthod* **36**(1): 89-93.
- Marsico, E., E. Gatto, et al. (2011). "Effectiveness of orthodontic treatment with functional appliances on mandibular growth in the short term." *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **139**(1): 24-36.
- Martina, R., I. Cioffi, et al. (2013). "Efficacy of the Sander bite-jumping appliance in growing patients with mandibular retrusion: a randomized controlled trial." *Orthod Craniofac Res* **16**(2): 116-26.
- Martins, R.P., da Rosa Martins, J.C et al. (2008) "Skeletal and dental components of Class II correction with the bionator and removable headgear splint appliances." *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **134**(6): 732-41.
- McDougall P. D., M. J. A., Dierkes J. M (1982). "Arch width development in Class II patients with the Fränkel appliance." *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* **82**: 10-22.

- McNamara J. A., H. R. P., Dischinger T. G (1990). "A comparison of the Herbst and Fränkel appliances in the treatment of Class II malocclusion." Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. **98**: 134-144.
- McNamara, J. A., Jr. (2001). "Components of class II malocclusion in children 8-10 years of age." Angle Orthod **51**(3): 177-202.
- McNamara, J. A., Jr., F. L. Bookstein, et al. (1985). "Skeletal and dental changes following functional regulator therapy on class II patients." Am J Orthod **88**(2): 91-110.
- McNamara, J. A., Jr. and S. A. Hugu (1981). "The Frankel appliance (FR-2): model preparation and appliance construction." Am J Orthod **80**(5): 478-95.
- Melsen, B. (2001). "Tissue reaction to orthodontic tooth movement – A new paradigm. ." Eur. J. Orthod **23**: 671-681.
- Mills, C. M. and K. J. McCulloch (1998). "Treatment effects of the twin block appliance: a cephalometric study." Am J Orthod Dentofacial Orthop **114**(1): 15-24.
- Mills, C. M. and K. J. McCulloch (2000). "Posttreatment changes after successful correction of Class II malocclusions with the twin block appliance." Am J Orthod Dentofacial Orthop **118**(1): 24-33.
- Milosavljevic, Z. (2006). "Terapijski efekti Twin blok aparatom u lecenju osoba sa distalnim zagrizajem." Doktorska disertacija. Beograd.
- Mir CF, M. P. (2006). "Cefalometric Facial Soft Tissue Changes with the Activator Appliance in Class II division 1 Malocclusion Patiens;." Angle Orthodontist **76**: 874-879.
- Moore, A. W. (1959). " Orthodontic treatment factors in Class II malocclusion." Am J. Orthod **45**: 323-352.
- Moreira Melo AC. dos Santos-Pinto A, d. R. M. J., Martins LP, Sakima MT (2003). "Orthopedic and orthodontic components of Class II, division 1 malocclusion correction with Balters Bionator. A cephalometric study with metallic implants." World J Orthod **4**: 237-42.
- Morris D. O., I. H. M., Lee R. T (1998). "A prospective evaluation of Bass, Bionator and Twin Block appliances. Part II—the soft tissues." Eur. J. Orthod. **20**: 663-684.
- Mosling, M. S., L. L. Fogle, et al. (1997). "Nonextraction treatment of a Class II, division 1 malocclusion with headgear and functional appliances." Am J Orthod Dentofacial Orthop **112**(4): 372-7.
- Mossey, P. A. (1999). "The heritability of malocclusion: part 2. The influence of genetics in malocclusion." Br J Orthod **26**(3): 195-203.
- Moyers, R. (1997). Handbook of orthodontics. Ed 3,. Y.-B. M. Chicago.
- Moyers, R. E., M. L. Riolo, et al. (1980). "Differential diagnosis of class II malocclusions. Part 1. Facial types associated with class II malocclusions." Am J Orthod **78**(5): 477-94.
- Nalbantgil, D., T. Arun, et al. (2005). "Skeletal, dental and soft-tissue changes induced by the Jasper Jumper appliance in late adolescence." Angle Orthod **75**(3): 426-36.
- Nelson C., H. M., Herbison P (1993). "Mandibualr changes during functional appliance treatment." Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. **104**: 153-161.
- Ng'ang'a, P. M., F. Ohito, et al. (1996). "The prevalence of malocclusion in 13- to 15-year-old children in Nairobi, Kenya." Acta Odontol Scand **54**(2): 126-30.
- Ngan PW, B. E., Scheick J (1997). " Longitudinal evaluation of growth changes in Class II division 1 subjects." Semin Orthod. **3**(4): 222-31.
- Nielsen, I. L. (1984). "Facial growth during treatment with the function regulator appliance." Am. J. Orthod **84**: 401-410.

- O'Brien, K., J. Wright, et al. (2003). "Effectiveness of early orthodontic treatment with the Twin-block appliance: a multicenter, randomized, controlled trial. Part 2: Psychosocial effects." *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **124**(5): 488-94; discussion 494-5.
- O'Brien K., e. a. (2003). "Effectiveness of treatment for Class II malocclusion with the Herbst or Twin-block appliances: A randomized, controlled trial. Part 1: Dental and skeletal effects." *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* **124**: 128-137.
- O'Reilly T., Y. G. (1988). "Mandibular growth changes and maturation of cervical vertebrae – A longitudinal cephalometric study. ." *Angle Orthod* **4**: 179-184.
- Oktaç, H. (1991). "A comparison of ANB, WITS, AF-BF, and APDI measurements." *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **99**(2): 122-8.
- Op Heij D. G., C. H., Opdebeeck H. M (1989). "The effect of the amount of protrusion built into the Bionator on condylar growth and displacement: A clinical study." *Am. J. Orthod* **91**: 401-409.
- Pancherz, H. (1982). "The mechanism of Class II correction in Herbst appliance treatment. A cephalometric investigation." *Am J Orthod* **82**(2): 104-13.
- Pancherz, H. (1984). "A cephalometric analysis of skeletal and dental changes contributing to Class II correction in activator treatment." *Am J Orthod* **85**(2): 125-34.
- Pancherz, H. (1985). *The Herbst appliance*. B. Editorial Anguiram.
- Pancherz, H. (1997). "The modern Herbst appliance. In Graber T.M. et al (eds): *Dentofacial orthopedics with functional appliances*, ed 2,." *St Louis, Mosby*.
- Pancherz, H. (1999). "The modern Herbst appliance. In Graber T.M. et al (eds): *Dentofacial orthopedics with functional appliances*, ed 2, St Louis, Mosby, 1997. Pancherz H, Ruf S, Thomalske-Faubert C.: *Mandibular articular disk position changes during Herbst treatment: a prospective longitudinal MRI study.*" *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* **116**: 207-214.
- Pancherz H, R. S., Thomalske-Faubert C (1999). "Mandibular articular disk position changes during Herbst treatment: a prospective longitudinal MRI study." *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* **116**: 207-214.
- Pancherz H., Z. K., Hoyer B. (1997). "Cephalometric characteristics of Class II division 1 and Class II division 2 malocclusions: a comparative study in children,." *Angle Orthod.* **67**: 111-120.
- Pancherz, H. R., S (2000). "The Herbst Appliance: Research-based updated clinical possibilities." *orl J Orthod* **1**: 17-31.
- Pangrazio-Kulbersh V., B. J., Kersten G (1998). "Effects of protraction mechanics on the midface." *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* **114**: 484-491.
- Patel, H. P., H. C. Moseley, et al. (2002). "Cephalometric determinants of successful functional appliance therapy." *Angle Orthod* **72**(5): 410-7.
- Perillo, L., M. I. Castaldo, et al. (2011). "Evaluation of long-term effects in patients treated with Frankel-2 appliance." *Eur J Paediatr Dent* **12**(4): 261-6.
- Petrovic A. G., S. J. J. (1997). "Orthopedically – induced growth – stimulating effect on human mandible: new approach to decision – making." *Bilt. UOJ* **XXX**(2): 73-90.
- Petrovic A. G., S. J. J., Lavergne J. M (1990). "Mechanisms of craniofacial growth and modus operandi of functional appliances: a cell – level and cybernetic approach to orthodontic decision making." In: Carlson D. S. (Ed.): *Craniofacial growth theory and orthodontic, Craniofacial growth series 23, Center for human growth & development, The university of Michigan, Ann Arbor.*

- Petrovic A. G., S. J. J., Lavergne J. M., Shaye R (1988). "Is it possible to modulate the growth of the human mandible with a functional appliance?" *Bilt. UOJ XXI(1)*: 15-20.
- Petrovic A. G., S. J. J., Oudet C (1975). "Control processes in postnatal growth of condylar cartilage of the mandible. In: J. A. McNamara (Ed.): *Determinants of mandibular form and growth.*" *Craniofacial growth series 4, Center for human growth & development, The university of Michigan, Ann Arbor.*
- Popovich FP, e. a. (1981). *Burlington growth study templates, Toronto.*, U. o. T. D. o. Orthodontics.
- Proffit W. R, e. a. (1993). *Contemporary orthodontics, ed 2.* M. St. Louis.
- Proffit, W. R. (2000). *Contemporary Orthodontics, ed 3.* M. St. Louis.
- Proffit, W. R. (2007). *Contemporary orthodontics ed.4.* M. St. Louis.
- Quintao C., H. I., Brunharo V. P., Menezes R. C., Almeida M. A. O (2006). "Soft tissue facial profile changes following functional appliance therapy. ." *Eur. J. Orthod* **28**: 35-41.
- Rakosi, G. (2010). *Orthodontic and dentofacial Orthopedic treatment.*
- Rakosi, T. (1997). *The bionator: a modified activator.* In Graber T. M. et al (eds): *Dentofacial orthopedics with functional appliances, ed 2.*, M. St. Louis.
- Rakosi T., J. I., Graber T. M. (1993). *Orthodontic diagnosis.* G. T. V. S. N. York.
- Read, M. J. (2001). "The integration of functional and fixed appliance treatment." *J Orthod* **28(1)**: 13-8.
- Read, M. J., S. Deacon, et al. (2004). "A prospective cohort study of a clip-on fixed functional appliance." *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **125(4)**: 444-9.
- Remmer KR, M. A., Hunter WS, Way DC (1985). "Cephalometric changes associated with treatment using the activator, the Fränkel appliance, and the fixed appliance." *Am J Orthod* **88(5)**: 363-72.
- Riesmeijer, A.M., Prah Andersen B et al. (2004). "A comparison of craniofacial Class I and Class II growth patterns." *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **125(4)**: 463-71.
- Righellis, E. G. (1983). "Treatment effects of Fränkel, activator and extraoral traction appliances." *Angle Orthod* **53**: 107-121.
- Robertson, N. R. (1983). "An examination of treatment changes in children treated with the function regulator of Frankel." *Am J Orthod* **83(4)**: 299-310.
- Roux, W. (1895). *Gesammelte Abhandlungen über Entwicklungsmechanik der Organismen.* Leipzig.
- Rushforth C. D., G. P. H., Aird J. C (1999). "Skeletal and dental changes following the use of the Frankel functional regulator." *Br. J. Orthod* **26**: 127-134.
- Sadowsky, P. L. (1998). "Craniofacial growth and the timing of treatment." *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* **113**: 19-23.
- Sağlam A. M. S., G. Ü. (2001). "Analysis of Holdaway soft-tissue measurements in children between 9 and 12 years of age." **23**: 287-294.
- Sander, F. (1985). "Kann die Wirkungsweise funktionskieferorthopädischer Geräte gesteigert werden?" *Zahnartzl Prax* **12**: 479-81.
- Sander, F. (1988a). "Die Vorschubdoppelplatte- Ein hervorragender Behandlungsbehelf." *Dental-Labor* **6**: 750-8.
- Sander, F. (1988b). "Indikation für die Anwendung der Vorschubdoppelplatte." *Prakt Kieferorthop* **2**: 209-22.
- Sander, F. (1988c). "Neue Elemente für Vorschubdoppelplatten." **5**: 871-83.
- Sander, F. (1989a). "Der Tageeffekt bei der Anwendung der Vorschubdoppelplatte-." *Vorläufiger Bericht Prakt Kieferorthop* **3**: 25-32.

- Sander, F. (1989b). "Der Nachteffekt bei der Anwendung der Vorschubdoppelplatte." Prakt Kieferorthop **3**: 97-106.
- Sander, F. (2001). "Funktionelle Abläufe beim Tragen der SII-Apparatur während des Tages." Fortschrkieferorthop **62**: 264-74.
- Sander, F. (2005). "Vorschubdoppelplatte. Technik Kurs." Univarsitat Ulm.Abt fur Kieferorthopadie: 1-18.
- Sander FG, L. C. (1990). "Die Beeinflussung des Wachstums mit der VDPim Vergleich zu anderen funktionskieferorthopadischenGeraten." Fortschr Kieferorthop **51**: 155-64.
- Sander FG, W. A. (1991). "Die Vorschubdopplerplatte." Dtsch Stomatol **41**: 195-8.
- Sander FG, W. A. (1993a). "Die Vorschubdoppelplatte-Modifikationenund deren Einsatzbereich. Teil 1: Kombination derVorschubdoppelplatte mit einem Low-Pull-Headgear (II)." Quintessenz **44**: 1469-79.
- Sander FG, W. A. (1993b). "Die Vorschubdoppelplatte-Modifikationenund deren Einsatzbereich. Teil 2: Kombination derVorschubdoppelplatte mit einem High-Pull-Headgear (I)." Quintessenz **44**: 1637-47.
- Sander FG, W. A. (1993c). "Die Vorschubdoppelplatte-Modifikationenund deren Einsatzbereich. Teil 2: Kombination derVorschubdoppelplatte mit einem High-Pull-Headgear (II)." Quintessenz **44**: 1799-811.
- Sander FG, W. A. (1993d). " Die Vorschubdoppelplatte-Modifikationenund deren Einsatzbereich. Teil 1: Kombination derVorschubdoppelplatte mit einem Low-Pull-Headgear." Quintessenz **44**: 1295-1306.
- Sander FG, W. A. (1994). "Können Magnete oder zusätzliche intermaxillareKraefte die Wirkungsweise von Vorschubdoppelplatten verbessern?" Fortschr Kieferorthop **55**: 279-289.
- Sander FG, W. A. (1995). " Skelettale und dentale Veränderungen bei der Anwendung der Vorschubdoppelplatte." Fortschritte der Kieferorthopädie **56**: 127-39.
- Schmuth, G. P. F. (1983). " Milestones in the development and practical application of functional appliances." Am. J. Orthod **83**: 48-53.
- Schulhof R. J., E. G. A. (1982). "Results of Class II Functional appliance treatment." Am. J. Orthod **81**: 587-599.
- Sidlauskas, A. (2005). "Clinical effectiveness of the Twin blok appliance in the treatment of Class II division 1 malocclusion." Stomatologija (Lithuania) **7**: 7-10.
- Sidlauskas, A. (2005). "The effects of the Twin-block appliance treatment on the skeletal and dentolaveolar changes in Class II Division 1 malocclusion." Medicina (Kaunas) **41**(5): 392-400.
- Silberstein, R. R. and S. W. Rosenstein (1994). "A Class II, division 1 malocclusion offering a myriad of treatment options. What would you have done?" Am J Orthod Dentofacial Orthop **106**(2): 187-90, 210-3.
- Stahl F, B. T., Franchi L, McNamara JA Jr (2008). "Longitudinal growth changes in untreated subjects with Class II Division 1 malocclusion." Am J Orthod Dentofacial Orthop **134**(1): 125-37.
- Stamenkovic, Z. (2012). Fränkel functional regulator in patients with skeletal ClassII.
- Swain B. F., A. J. L. (1969). "An evaluation of the Begg technique." Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. **55**: 122-41.
- Šćepan, I. (1997). "Efekti terapije malokluzija II klase funkcionalnim aparatima." Doktorska disertacija. Beograd.

- Teuscher, U. (1978). "A growth-related concept for skeletal Class II treatment." Am. J. Orthod **74**: 258-275.
- Thieme, K. M., H. Nagerl, et al. (2011). "Variations in cyclic mandibular movements during treatment of Class II malocclusions with removable functional appliances." Eur J Orthod **33**(6): 628-35.
- Thilander, B. M., N. (1973). "The prevalence of malocclusion in Swedish schoolchildren." Scand J Dent Res **81**(1): 12-21.
- Tod, M. A. and A. A. Taverne (1997). "Prevalence of malocclusion traits in an Australian adult population." Aust Orthod J **15**(1): 16-22.
- Toth, L. R. and J. A. McNamara, Jr. (1999). "Treatment effects produced by the twin-block appliance and the FR-2 appliance of Frankel compared with an untreated Class II sample." Am J Orthod Dentofacial Orthop **116**(6): 597-609.
- Trayfoot, J. and A. Richarson (1968). "Angle class 11 division 1 malocclusions treated by the Andresen method. An analysis of 17 cases." Br Dent J **124**(11): 516-9.
- Tulloch, J. F., C. Phillips, et al. (1997). "The effect of early intervention on skeletal pattern in Class II malocclusion: a randomized clinical trial." Am J Orthod Dentofacial Orthop **111**(4): 391- 400.
- Tulloch, J. F., W. R. Proffit, et al. (1997). "Influences on the outcome of early treatment for Class II malocclusion." Am J Orthod Dentofacial Orthop **111**(5): 533-42.
- Vagervik K., H. E. P. (1985). "Responce to activator treatment in Class II malocclusions." Am. J. Orthod **87**: 242-251.
- Varlik S. K., G. A., Tümer N. (2008). "Comparison of the effect of Twin Block and activator treatment on the soft tissue profile." Eur. J. Orthod **30**: 128-134.
- Varrela, J. (1998). "Early developmental traits in Class II malocclusion." Acta Odontol Scand **56**: 375-7.
- Weiss J., E. H. M. (1977). " Psychological timing of orthodontic treatment." Am. J. Orthod **72**: 198-204.
- West, R. P. (1995). "The adjustable bite corrector." J Clin Orthod **29**(10): 650-7.
- Wheeler, T. T., S. P. McGorray, et al. (2002). "Effectiveness of early treatment of Class II malocclusion." Am J Orthod Dentofacial Orthop **121**(1): 9-17.
- White, L. W. (1994). "Current Herbst appliance therapy." J Clin Orthod **28**(5): 296-309.
- Wieslander, L. and L. Lagerstrom (1979). "The effect of activator treatment on class II malocclusions." Am J Orthod **75**(1): 20-6.
- Wieslander L, T. L. (1963). "The effect of orthodontic treatment on the concurent development of the craniofacial complex." Am. J. Orthod **1**: 15-27.
- Williams S., M. B. (1982). "Condylar development and mandibular rotation and displacement during activator treatment: An inplant study." Am. J. Orthod **80**: 322-326.
- Woodside, D. G., A. Metaxas, et al. (1987). "The influence of functional appliance therapy on glenoid fossa remodeling." Am J Orthod Dentofacial Orthop **92**(3): 181-98.
- Zimmer, B., Nischwitz, D (2012). "Therapeutische Veränderungen der Neigung der Okklusalebene durch intermaxilläre Gummizüge." Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopadie. **73**(5): 377-386.

BIOGRAFIJA

Kandidat, Vladimir / Božidar / Ristić rođen je 27.3.1964. godine u Trsteniku, gde je završio osnovnu i srednju školu. Stomatološki fakultet u Beogradu upisao je školske 1983/84., a diplomirao je 28.2.1990. godine sa prosečnom ocenom 8,60 (osam i šezdeset/100). Iz predmeta Ortopedija vilica na osnovnim studijama dobio je ocenu 10 (deset).

Po završetku fakulteta obavio je obavezan lekarski staž na Klinikama Stomatološkog fakulteta i položio državni, stručni ispit 1991. godine. Specijalističke studije iz oblasti Ortopedije vilica upisao je 1991. godine, a specijalistički ispit položio 1995. godine, sa odličnim uspehom i stekao zvanje specijaliste ortopedije vilica. Prvo zaposlenje kandidat je imao u DZ "Novi Beograd", a na Kliniku za ortopediju vilica Stomatološkog fakulteta prelazi 2002.godine, u svojstvu lica – kliničkog lekara. Doktorske studije započinje 2007. godine. Na predmetima Ortopedija vilica, Prehirurška ortodontska terapija i Fiksna ortodoncija učestvuje u izvođenju praktične i teorijske nastave sa studentima osnovnih studija, kao i u izvođenju praktične i teorijske nastave sa specijalizantima iz oblasti ortopedije vilica. Kao rezultat svojih istraživanja objavio je devet stručnih i naučnih radova, u časopisima i na skupovima međunarodnog i nacionalnog značaja, od toga dva rada na Sci listi (M23) i učestvovao na kongresima u zemlji i inostranstvu, kao i na brojnim kursovima koji su organizovani u cilju ovladavanja savremenim dostignućima u ortodonciji. Održao je jedno predavanje po pozivu. Aktivan je član Konzilijuma za deformitete na Klinici za maksilofacijalnu hirurgiju Stomatološkog fakulteta. Govori engleski jezik i poznaje rad na računaru. Živi i radi u Beogradu.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а Vladimir Ristić

број индекса 19/07

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

Kraniofacijalne promene kod pacijenata II skeletne klase lečenih aparatom sa zavrtnjem za mezijalno pomeranje donje vilice

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

У Београду, 09.10.2015.

Потпис докторанда



Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора Vladimir Ristić

Број индекса 19/07

Студијски програм doktorske akademske studije

Наслов рада Kraniofacijalne promene kod pacijenata II skeletne klase lečenih
aparatom sa zavrtnjem za mezijalno pomeranje donje vilice

Ментор prof. Dr Branislav Glišić

Потписани/а Vladimir Ristić

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

У Београду, 9.10.2015.

Потпис докторанда



Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Kraniofacijalne promene kod pacijenata II skeletne klase lečenih aparatom sa zavrtnjem za mezijalno pomeranje donje vilice

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

У Београду, _____ 09.10.2015.

Потпис докторанда

