Kliničko istraživanje kretnji i položaja donje čeljusti ultrazvučnim postupkom

Čimić, Samir

Doctoral thesis / Disertacija

2014

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, School of Dental Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Stomatološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:127:580866

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

University of Zagreb School of Dental Medicine Repository

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
STOMATOLOŠKI FAKULTET

Samir Čimić

KLINIČKO ISTRAŽIVANJE KRETNJI I POLOŽAJA DONJE ČELJUSTI ULTRAZVUČNIM POSTUPKOM

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2014.

UNIVERSITY OF ZAGREB

SCHOOL OF DENTAL MEDICINE

Samir Čimić

CLINICAL STUDY OF MOVEMENTS AND POSITIONS OF LOWER JAW WITH ULTRASONIC METHOD

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2014.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
STOMATOLOŠKI FAKULTET

Samir Čimić

KLINIČKO ISTRAŽIVANJE KRETNJI I POLOŽAJA DONJE ČELJUSTI ULTRAZVUČNIM POSTUPKOM

DOKTORSKI RAD

Mentor: Prof. dr. sc. Sonja Kraljević Šimunković

Zagreb, 2014.

Veliko hvala mentorici Prof.dr.sc. Sonji Kraljević Šimunković na susretljivosti i nesebičnoj pomoći tijekom svih faza izrade doktorskog rada i općenito vođenja…

Veliko hvala Mimiju na pomoći i korisnim savjetima…

Hvala i ispitanicima na izdvojenom vremenu…

Hvala bližnjima na svemu…

Sažetak

Kinematika donje čeljusti posebno je zanimljivo područje u znanstvenom i kliničkom smislu. Temeljem novih spoznaja i primjenom suvremene metodologije može se utjecati na unapređenje uvriježenog načina rada. Istraživanje je podijeljeno u tri dijela u kojima su sva mjerenja učinjena korištenjem ultrazvučnog uređaja za snimanje i analizu kinematike donje čeljusti, sa šest stupnjeva slobode. Cilj prvog dijela (N=104) bilo je utvrđivanje vrijednosti kuta nagiba kondilne staze, imedijatnog pomaka u stranu, Bennettovog kuta, kuta incizijskog vođenja, kuta lateralnog prednjeg vođenja i pomaka iz okluzije centrične relacije u maksimalnu interkuspidaciju, te utvrđivanje razlika između različitih skupina ispitanika (prema British Standard Instituteu i klasifikaciji po Angleu). Kod klase I, II/1 i II/2 po Angleu nisu utvrđene razlike prosječnih vrijednosti postavki artikulatora putem KTS sustava. Kod klase III po Angleu su utvrđene u prosjeku niže vrijednosti kuta incizijskog vođenja, kuta lateralnog prednjeg vođenja i kuta nagiba kondilne staze, te su za pacijente s Angle klasom III sugerirane niže vrijednosti prosječnih postavki tih parametara artikulatora. U svih ispitanika imedijatni pomak u stranu je iznosio 0 mm. Ako je imedijatni pomak u stranu definiran kao trenutni pomak ne treba ga očekivati kod ljudi sa zdravim TMZ. Prosječna vrijednost Bennettovog kuta iznosila je 8°, bez razlika prema klasama okluzije. Utvrđena je prosječna vrijednost pomaka iz okluzije centrične relacije u maksimalnu interkuspidaciju od 0,68 mm, uz najčešći anteroinferiorni smjer. Podudaranje okluzije centrične relacije i maksimalne interkuspidacije utvrđeno je u manje od 10% ispitanika. Svrha drugog dijela istraživanja bila je analiza ponovljivosti određivanja centrične relacije kod ispitanika s dislokacijom diska s redukcijom, i ispitanika sa zdravim TMZ. Svim ispitanicima su određena tri registrata centrične relacije metodom vođenja brade, te su mjerene razlike položaja kondila. Statistička obrada nije utvrdila razliku između dvije promatrane skupine. Drukčiji pristup pacijentima s dislokacijom diska s redukcijom prilikom određivanja centrične relacije ne može se preporučiti. U treći dio istraživanja uključeno je 15 ispitanika kojima su napravljene po dvije stabilizacijske udlage; jedna korištenjem KTS sustava individualizacije artikulatora, a druga prijenosom obraznim lukom uz prosječne postavke artikulatora. Statističkom obradom nije utvrđena značajna razlika u preciznosti između dvije metode. Ipak, granični rezultati sugeriraju prijenos obraznim lukom uz individualizaciju vrijednosti artikulatora kao precizniju metodu.

Summary

Objective: Lower jaw kinematics is an interesting area, both in scientific and clinical applications. Improvements of the common methods can result from application of modern technology and new achievements. The present study consisted of three different parts. The objective of the first part of the study (N=104) was to determine values of the sagittal condylar inclination, immediate side shift, Bennett angle, incisal guide angle, lateral anterior guidance angle, slide from centric occlusion to intercuspal position, and to determine variations between different groups of participants (British Standards Institution's incisal classification and Angle's classification). The purpose of the second part of the investigation was to study the reproducibility of the centric relation records between participants with disc displacement with reduction, and participants with healthy temporomandibular joints. The purpose of the third part of the study was to determine precision between two methods of bite splint fabrication: KTS system and average facebow transfer with average values of the articulator settings.

Methods: All measuremets were performed using an ultrasonic device for jaw kinematics measurements and analysis with six degrees of freedom. In the second part of the study three centric relation records using the chin point guidance technique were determined for each subject, and variations between condylar positions were measured. The third part of the study involved 15 participants, who received two stabilization splints; one was made with the KTS system of the articulator settings, and the second one with an average facebow transfer and average values of the articulator settings. Precision of these two methods was tested.

Results: Angle class I, II/1 and II/2 showed no difference in average values of the articulator settings with the KTS system. Angle class III group showed lower values for the sagittal condylar inclination, incisal guidance angle and lateral anterior guidance angle. The average value for the Bennett angle was 8°, consistent for all occlusion types. All the participants showed 0 mm for the immediate side shift. The obtained average value for centric occlusion to intercuspal position slide was 0.68 mm, with anteroinferior direction being the most frequent. An identical position for centric occlusion and intercuspal position was determined in less than 10% of the subjects. In the second part of the study, no statistically significant differences were determined between the two groups. The third part of the study showed no statistically significant difference in precision between the two studied methods.

Conclusion: Results suggest lower values for the sagittal condylar inclination, incisal guidance angle and lateral anterior guidance angle for average articulator settings in patients with Angle class III. Differences in Bennett angle values in different occlusion types are not

expected. If the immediate side shift is defined as an „immediate“ movement, it should not be expected in subjects with healthy temporomandibular joint. Results of the present study suggest that during centric relation recording in patients with disc displacement with reduction a different approach than usual cannot be recommended. Although there was no difference in precision between the two studied methods, the results suggested facebow transfer with individual articulator settings as the most precise method for the bite splint fabrication.

Ključne riječi: donja čeljust, kinematika, kut nagiba kondilne staze, Bennettov kut, imedijatni pomak u stranu, kut incizijskog vođenja, kut lateralnog prednjeg vođenja, okluzija centrične relacije, artikulator, centrična relacija, dislokacija diska, udlaga.

Popis oznaka i kratica:

TMZ - temporomandibularni zglob

TMP - temporomandibularni poremećaji

ISS - imedijatni pomak u stranu (eng. „*immediate side shift*“)

BK - Bennettov kut

SCI - kut nagiba kondilne staze (eng. „*sagittal condylar inclination*“)

KIV - kut incizijskog vođenja

KLV - kut lateralnog prednjeg vođenja

DDSR - dislokacija diska sa redukcijom

SIT - sagitalna incizijska točka (eng. „*sagittal incisal point*“/„*incisal point*“)

CPI - indikator položaja kondila

IKP - maksimalna interkuspidacija

FH - Frankfurtska horizontala

CP - Camperova ravnina

AO - Osno-orbitalna ravnina (eng. „*axis-orbital plane*“).

OCR - okluzija centrične relacije

A1 - klasa I po Angleu

A2 - klasa II po Angleu

A2/1 - klasa II po Angleu, potklasa I

A2/2 - klasa II po Angleu, potklasa II

A3 - klasa III po Angleu

BSI1 - klasa I inciziva prema British Standard Institute (1)

BSI2/1 - klasa II/1 inciziva prema British Standard Institute (1)

BSI2/2 - klasa II/2 inciziva prema British Standard Institute (1)

BSI3 - klasa III inciziva prema British Standard Institute (1)

KTS – „*Kavo Transfer System*”

RKP - retrudirani kontaktni položaj

EPA – „*EPA-Electronic position analysis of the mandibular position*”

KiD – „*Kavo Integrated Desktop*“

MR - magnetska rezonanca

Sadržaj:

1. Uvod ... 1
1.1. Kretnje donje čeljusti ... 3
1.1.1. Kretnja otvaranja i zatvaranja ... 3
1.1.2. Lateralne kretnje ... 4
1.1.3. Protruzija i retruzija ... 5
1.2. Položaji kondila ... 6
1.2.1. Centrična relacija ... 7
1.2.1.1. Ponovljivost položaja CR kod asimptomatskih ispitanika ... 8
1.2.1.2. Ponovljivost položaja CR kod TMP populacije pacijenata ... 9
1.2.2. Pomak iz položaja okluzije centrične relacije u IKP ... 10
1.2.2.1. Smjer OCR – IKP pomaka ... 16
1.2.2.2. Razlike između Angle klasa ... 16
1.3. Okluzija ... 17
1.3.1. Dinamička okluzija ... 18
1.3.2. Okluzijske interference ... 19
1.3.3. Klase po Angleu ... 19
1.3.4. Ispitivanje okluzije ... 20
1.3.4.1 .Virtualni artikulator ... 22
1.4. Uređaji za snimanje kretnji donje čeljusti temeljeni na šest stupnjeva slobode ... 24
1.4.1. Teorijska osnova snimanja na temelju šest stupnjeva slobode ... 24
1.4.2. Uređaji za snimanje kretnji donje čeljusti ... 25
1.4.3. Referentni sustavi prikaza kretnji donje čeljusti ... 30
1.4.4. Referentna ravnina ... 31
1.5. Individualizacija artikulatora ... 32
1.5.1. Kut nagiba kondilne staze ... 32
1.5.1.1. Vrijednosti kuta nagiba kondilne staze kod malokluzija ... 37
1.5.2. Imedijatni pomak u stranu ... 39
1.5.3. Bennettov kut ... 42
1.5.4. Incizijsko vođenje ... 44
1.5.5. Prijenos obraznim lukom položaja gornje čeljusti u artikulator ... 48
1.5.6. KTS sustav ... 50

1.6. Poremećaji diska (unutarnji poremećaji) 52
1.7. Udlage 55
1.7.1. Stabilizacijska udlaga 57
1.8. Svrha rada 58
2. Ispitanici i postupci 59
2.1. Mjerni uređaj 60
2.2. Metoda istraživanja 61
2.2.1. Prvi dio istraživanja 61
2.2.2. Drugi dio istraživanja 66
2.2.3. Treći dio istraživanja 68
2.2.4. Statistička analiza 72
3. Rezultati 73
4. Rasprava 122
5. Zaključak 146
6. Literatura 148
7. Životopis 183

1. Uvod

Proučavanje kretnji donje čeljusti i njihove povezanosti s okluzijom oduvijek je bilo zanimljivo područje u stomatologiji. Znanje o normalnoj funkciji i morfologiji stomatognatog sustava doprinosi poznavanju i liječenju patoloških stanja tog područja koja su u današnje vrijeme sve češća. Istraživanja su potvrdila povezanost oralne funkcije s psihičkim i fizičkim zdravljem cjelokupnog organizma (2). Obzirom da je okluzija usko povezana s kretnjama donje čeljusti, razumijevanje kretnji donje čeljusti je neophodno za proučavanje okluzije, i obratno (3). Poznato je da apsolutna reprodukcija kretnji donje čeljusti, izvan usta, nije moguća. Razlozi su brojni: sadreni modeli za razliku od zuba u ustima nisu pomični; parodontni ligament omogućava minimalne pokrete zuba u vertikalnom i lateralnim smjerovima; elastičnost donje čeljusti, i dr. Gates i Nicholls (4) utvrdili su da se zbog elastičnosti donja čeljust tijekom kretnji otvaranja i protruzije sužava i do 0,5 mm u području drugih molara. Kretnje se u artikulatoru mogu razlikovati od onih u ustima pacijenta i iz drugih razloga: distorzija otisnog materijala (5), ekspanzija sadre (6), nepravilnosti okluzijske površine, distorzija materijala za međučeljusni registrat, neprecizna adaptacija modela na međučeljusni registrat (7), prijenos modela u artikulator (8), utjecaj dezinfekcijskog sredstva na materijal za otisak (9,10), itd. Svi ti čimbenici mogu za posljedicu imati međusobni odnos zuba na modelima, koji se razlikuje od okluzije u ustima pacijenta/ispitanika (7,11). Jedan od načina postizanja veće preciznosti okluzijske morfologije protetskih nadomjestaka, ako se uopće može odvojiti od samog modela i čimbenika koji utječu na izradu modela, je individualizacija artikulatora. Individualizacija artikulatora trebala bi omogućiti da kretnje sadrenih modela u artikulatorskom prostoru budu što je moguće vjernije stvarnoj kinematici pacijentove donje čeljusti, a time bi bila osigurana i veća preciznost statičkih i dinamičkih okluzijskih parametara budućeg protetskog nadomjeska. Jedan od načina kompenzacije ovog problema prilikom izrade protetskih nadomjestaka je intraoralno bilježenje okluzijske sheme primjenom ultra tanke okluzijske folije (shimstock, 6 μm), te usporedba i usklađivanje zapisa okluzijske sheme s onom na modelima u laboratoriju. Konačna provjera preciznosti trebala bi biti utvrđena prilikom predaje gotovog protetskog nadomjeska. Usprkos činjenici da je apsolutna preciznost rekonstrukcije realne situacije u artikulatorskom prostoru upitna, nužno je koristiti sva dostupna znanja, pomagala i tehnike rada koji će unaprijediti kvalitetu izrade protetskog nadomjeska i približiti rekonstrukciju realnoj biološkoj situaciji.

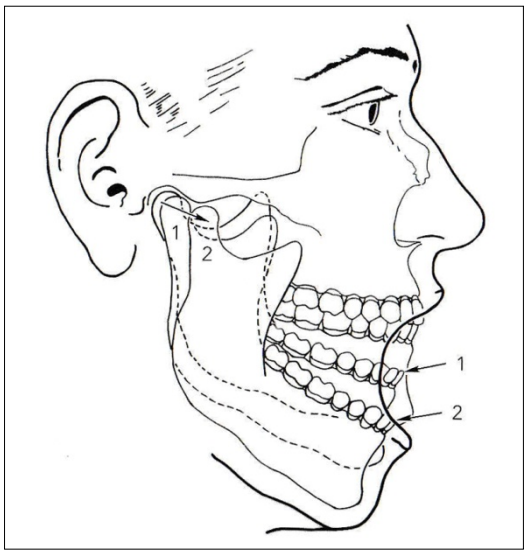
1.1. Kretnje donje čeljusti

Dvije su osnovne kretnje u temporomandibularnom zglobu; rotacija oko horizontalne osi koja prolazi kroz kondile donje čeljusti, i translacija (klizanje) tijekom koje se kondil i zglobna pločica zajedno gibaju po zglobnoj kvržici (12). Kretnja rotacije se odvija uglavnom u donjem zglobnom prostoru (između zglobne pločice i kondila), dok se kretnja translacije odvija uglavnom u gornjem zglobnom prostoru (između zglobne kvržice i zglobne pločice s kondilom) (13,14). Tijekom kretnje klizanja, tj. translacije, sve točke rigidnog tijela (donje čeljusti), kreću se u istom smjeru istom brzinom, gledano u odnosu na referentnu točku izvan tijela (15). U istraživanju Galloa i sur. (16) utvrdilo se da je položaj transverzalne osi kondilne rotacije, tijekom otvaranja i zatvaranja, u prosjeku udaljen 49 mm od centra kondila. S obzirom da se translacija odvija istovremeno s rotacijom (u većini ili svim kretnjama), tijekom normalnih rotacijskih kretnji, centar rotacije ne mora se nalaziti unutar kondila ili donje čeljusti (17). Slobodne kretnje donje čeljusti uključuju otvaranje, zatvaranje, protruziju, retruziju te lijevu i desnu laterotruziju (18). Vanjske granice ovih kretnji (otvaranje, zatvaranje, protruzija, retruzija, laterotruzija) definiraju granične kretnje donje čeljusti (19). Različite točke donje čeljusti, kao npr. sagitalna incizijska točka (SIT), prvi donji kutnjak, kondili, itd., tijekom istog pokreta donje čeljusti izvode različiti opseg kretnji. Granična kretnja donje čeljusti u protruziji, na sagitalnoj incizijskoj točki, poznata je kao „Posseltov lik“. Na prvom donjem kutnjaku, širina pokreta gotovo je jednaka kao i SIT, dok je u vertikalnom smjeru manja (3). Općenito se prema kondilima vertikalni iznos pokreta sve više smanjuje (3).

1.1.1. Kretnja otvaranja i zatvaranja

Otvaranje usta omogućeno je akcijom suprahioidnih mišića (rotacija), te lateralnog pterigoidnog mišića (translacija) (20). Tijekom inicijalne faza otvaranja usta odvija se rotacija, kojoj se naknadno priključuje blaga translacijska komponenta, minimalno mijenjajući položaj kondila prema zglobnoj jamici (17,21). U intermedijarnoj fazi, kondili vrše kretnju translacije. Tijekom translacije, zglobna pločica i kondil gibaju se prema naprijed i dolje po stražnjem zidu zglobne kvržice. Pri tome, zglobna pločica pomiče se posteriorno u odnosu na kondil (anteriorno u odnosu na jamicu) (18,20). U prosjeku se donja čeljust rotira za oko 2° za svaki milimetar translacije (22) (Slika 1). Normalna kretnja otvaranja (gledano između sjekutića gornje i donje čeljusti) iznosi od 40-60 mm, tj. približno tri poprečna prsta. Kompleks zglobna pločica-kondil može se kretati prema naprijed i preko vrha zglobne

kvržice (preglenoidna ravnina) (18). Kretnju otvaranja donje čeljusti ograničavaju zglobna čahura i temporomandibularni ligament (20).



Slika 1. Prikaz rotacije i translacije kondila tijekom otvaranja donje čeljusti (1 – umjereno otvaranje, 2 – široko otvaranje usta, preuzeto iz (18)).

Kretnju zatvaranja omogućavaju *m.masseter*, *m. temporalis*, *m. pterygoideus medialis* i gornja glava *m. pterygoideus lateralis*. Gornja glava lateralnog pterigoidnog mišića svojom kontrakcijom sudjeluje u stabilizaciji zglobne pločice tijekom translacije i zatvaranja usta (22). Prilikom zatvaranja usta, kondil ide prema straga i gore (akcijom mišića). Tijekom inicijalne faze zatvaranja za vraćanje zglobne pločice zaslužna je superiorna retrodiskalna lamina (20). Prilikom maksimalnog iznosa protruzije donje čeljusti tj. maksimalnog otvaranja usta najveća je i napetost superiorne retrodiskalne lamine, što stvara pojačane sile za retrakciju pločice. Intraartikularni tlak i morfologija zglobne pločice sprječavaju njenu pretjeranu posteriornu retrakciju (23). U završnoj fazi zatvaranja napetost inferiorne retrodiskalne lamine bilaminarne zone, održava zglobnu pločicu na kondilu (22).

1.1.2. Lateralne kretnje

Lateralna kretnja donje čeljusti rezultat je kontrakcije *m. pterygoideus lateralis*, uz blagu aktivnost mišića zatvarača (18). Tijekom lateralne kretnje donje čeljusti može se razlikovati kretnja radnog (rotirajućeg, laterotruzijskog) i kretnja neradnog (orbitirajućeg, mediotruzijskog) kondila. Ukoliko se donja čeljust kreće ulijevo, lijevi kondil je radni, a desni neradni. Ako se donja čeljust kreće u desno, desni kondil je radni, a lijevi neradni (24). Kondil neradne strane radi kretnju prema naprijed, dolje i medijalno (15). Rotacija donje

čeljusti odvija se oko gotovo vertikalne osi koja je smještena unutar ili neposredno iza kondila radne strane (18). Radni (rotirajući, laterotruzijski) kondil tijekom kretnje laterotruzije izvodi uglavnom kretnju rotacije, uz relativno malu istovremenu translaciju (25). Ta lateralna translacija (prema van) donje čeljusti u literaturi se naziva i Bennettova kretnja tj. Bennettov pomak (eng. „*Bennett movemen*“, „*Bennett shift*“) (15,26). Guichet (27) navodi da kod nekih pacijenata radni kondil može ići i do 3 mm lateralno. Lateralna kretnja radnog kondila može ići i blago prema natrag (lateroretruzija), naprijed (lateroprotruzija), gore (laterosurtruzija), i dolje (laterodetruzija) (25).

Kao što je slučaj tijekom početne faze otvaranja usta, lateralne granične kretnje ovise o anatomiji TMZ-a, te su individualno specifične. Oblik medijalnog zida i krova zglobne jamice, medijalnog pola kondila, kongruentnost zglobne pločice s mandibularnim i temporalnim artikulirajućim površinama, napetost zglobne čahure i ligamenata, te sila i smjer djelovanja mišića, određuju putanju kondila (18).

1.1.3. Protruzija i retruzija

Tijekom protruzije, kondili zajedno sa zglobnom pločicom kližu prema dolje i naprijed po stražnjem zidu zglobne kvržice. Kretnja je većinom simetrična između lijeve i desne strane (15). Tijekom protruzije, uglavnom se odvija kretnja translacije, uz mali iznos rotacije donje čeljusti (28). Kod protruzije donje čeljusti mogu sudjelovati površinski dio *m. massetera*, *m. pterygoideus medialis* i *m. pterygoideus lateralis* (18,23,29). Gledano u sagitalnoj ravnini, putanja neradnog kondila (prilikom laterotruzije) razlikuje se od putanje istog kondila u protruziji. Protruzijska putanja se nalazi superiorno prema projiciranoj laterotruzijskoj putanji (koja ovisi o medijalnom nagibu zglobne kvržice) (30,31).

Protruzija kondila lako se potvrdi palpacijom, te je ograničena stražnjim dijelom zglobne čahure (32). U normalnim okluzijskim odnosima protruzijski zubni dodiri nastaju većinom na prednjim zubima. Vrijednosti maksimalne protruzije, mjerene između sjekutića, iznose 9-10 mm (33,34).

Retruzija je obratna kretnja od protruzije, te se, kao i protruzija, uglavnom sastoji od translacije (18). Većina ljudi može od položaja habitualne okluzije retrudirati donju čeljust još prema natrag (23,35-38). Posselt (35,38) navodi kako je kretnja prema natrag iz habitualne okluzije moguća u 90% ljudi, te da u prosjeku iznosi oko 1 mm. Kod 10% ljudi, ta kretnja nije moguća, tj. položaj centrične relacije (CR) i habitualne okluzije se poklapa. Retruziju kondila ograničavaju unutarnja horizontalna vlakna temporomandibularnog ligamenta (14). Retruzijska kretnja donje čeljusti odvija se akcijom nekoliko mišića: *m. temporalis*, duboki

dio *m. massetera* i *m. digastricus posterior*. Kontrakcija horizontalnih vlakana *m. temporalisa* odgovorna je za posteriornu translaciju (39). Pokret je vođen i medijalnim vlaknima temporalnog mišića, i dubokim dijelom *m. massetera*, koji pridonose održavanju zubnih kontakata (23,39).

1.2. Položaji kondila

Položaj fiziološkog mirovanja je položaj donje čeljusti koji je uvjetovan minimalnom toničkom kontrakcijom mandibularnih mišića, koja je potrebna za svladavanje sila gravitacije i održavanje tog položaja. U položaju fiziološkog mirovanja, kondili se nalaze u nenasilnom, neutralnom položaju u zglobnoj jamici (40). U položaju fiziološkog mirovanja zubi nisu u kontaktu. Slobodan interokluzijski prostor prosječno iznosi, gledano između sjekutića, 2-5 mm (41). Položaj varira ovisno o brojnim endogenim i egzogenim čimbenicima, kao što su: trenutni položaj tijela, aktivnosti, prisutnost bolesti, umor, napetost, doba dana, te predstavlja dinamičku ravnotežu (41,42). Istraživanja su utvrdila da je položaj fiziološkog mirovanja stabilan, ukoliko se promatra unutar jednog posjeta pacijenta (43-45). Veličina fiziološkog mirovanja mijenja se pri različitim položajima glave i vrata (40). Položaj fiziološkog mirovanja važan je čimbenik u kliničkom radu prilikom protetske nadoknade u situacijama gdje se mijenja vertikalna dimenzija okluzije.

Habitualni kondilni položaj je položaj kondila u odnosu na zglobnu kvržicu, koji je definiran habitualnom okluzijom. Uvjetovan je isključivo statičkom okluzijom, bez utjecaja zglobne jamice ili zglobne pločice (20).

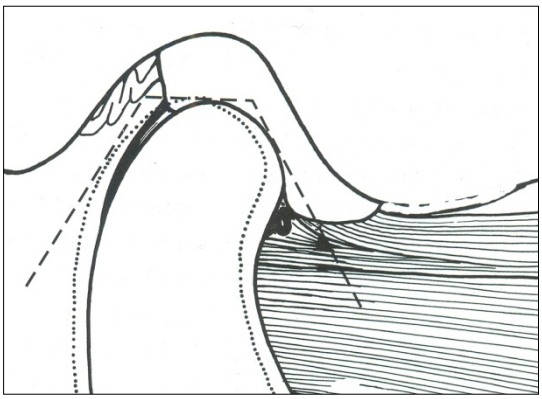
Adaptirani kondilni položaj odnosi se na međuodnos kondila, diska i jamice, koji odstupa od njihovog idealnog položaja (CR), unutar određenog individualnog adaptacijskog kapaciteta (20). Tim se položajem postiže stupanj individualne adaptacije na sile opterećenja, a kondili se nalaze u najsuperiornijem položaju u odnosu na zglobnu jamicu, te je oko horizontalne osi rotacije (koja prolazi kroz kondile) moguća čista kretnja rotacije (46).

Terapijski kondilni položaj je položaj kondila određen ortopedskim sredstvom (najčešće okluzijskom udlagom), kako bi se uspostavio terapijski okluzijski odnos. Terapijom se postiže približan centrični položaj (CR), odnosno adaptirani kondilni položaj (koji se u određenoj mjeri razlikuje od idealnog centričnog) (22). Svrha terapijskog kondilnog položaja je uklanjanje simptoma i znakova poremećaja i stabilizacija zgloba (46). Nužno je shvatiti da prilikom protetske rehabilitacije TMP pacijenata s dislokacijom zglobne pločice, CR po njenoj definiciji (47) nije moguće postići (36,46). Zonneberg i Mulder (48) nude alternativan

opis CR položaja kod disfunkcionalnih temporomandibularnih zglobova tj. kao „muskuloskeletalni stabilan“ ili „ortopedski stabilan“ položaj.

1.2.1. Centrična relacija

Tijekom nekoliko desetljeća, centrična relacija i princip šarnirske osi bili su predmet diskusije u literaturi (49). Predloženo je puno različitih definicija kako bi se što bolje opisao položaj (49). „*The glossary of prosthodontic terms*“ (47) nudi 7 različitih definicija. Jasinevicius i sur. (50) istraživali su učene definicije CR u 7 različitih dentalnih škola u SAD-u, te zaključili kako nema konsenzusa. Logičan zaključak je da diskusija o CR nije završena (51), te ne bi bilo čudno očekivati novu ili promijenjenu definiciju u skoroj budućnosti.



Slika 2. Položaj centrične relacije (puna linija, preuzeto iz (23)).

Centrična relacija je (po zadnjoj definiciji „*The glossary of prosthodontic terms*“ (47)) odnos gornje i donje čeljusti u kojem kondili artikuliraju s najtanjom avaskularnom porcijom zglobne pločice, te se kondil-disk kompleks nalazi u anterosuperiornom položaju nasuprot kontura zglobne kvržice (Slika 2). Položaj ne ovisi o zubnim kontaktima. Ograničena je na čistu rotacijsku kretnju oko transverzalne horizontalne osi (47). Položaj CR postiže se nenasilno, neuromuskularnom aktivnošću te je neovisan o vertikalnoj dimenziji (22) (kondili u položaju CR izvode čistu rotaciju tijekom početnog otvaranja usta, do interincizijskog razmaka od 20-25 mm) (52). CR predstavlja osnovni referentni položaj kod dijagnostičke evaluacije okluzije (51), te terapeutski položaj kod opsežnih stomatoloških zahvata (53).

Opisane su razne metode kliničkog postizanja položaja CR-a: bimanualna manipulacija (54), pomoću prednjeg deprogramiranja uz pomoć jiga (55) ili listića („*leaf gauge*“) (56), različite naprave za snimanje kretnji donje čeljusti (57), metoda gotskog luka, metoda gutanja (58), Schulyerova metoda (59), uz pomoć Miomonitora („*Myocentric*“) (20), Rothova „*Power-centric*“ metoda (60), itd.

1.2.1.1. Ponovljivost položaja CR kod asimptomatskih ispitanika

Više čimbenika može utjecati na registraciju položaja CR, kao npr. emocionalni stres, bol u području zgloba i okolne muskulature, tehnika registracije te utjecaj ispitivača (61). Vrijeme i doba dana su potvrđeni kao čimbenici koji mogu utjecati na varijabilnost položaja CR (62-64). U istraživanju Latta Jr. (62), bezubi pacijenti su imali razlike kondilnog položaja (CR) kroz dan i do 2,63 mm.

Razna istraživanja (49,60,65-71) bavila su se određivanjem ponovljivosti položaja CR. Sindledecker (65) je pronašao CR unutar područja od 0,11-0,21 mm, ovisno o korištenom materijalu (vosak, akrilat, cinkoksid-eugenol). Körber i Landt (66) raspravljaju o ponovljivosti CR unutar nekoliko milimetara. Shafagh i Amirloo (67) kod 40% ispitanika pronašli su prosječnu varijabilnost položaja CR od ± 0,2 mm na razini kondila. Pieshlinger i sur. (49) ispitivali su ponovljivost CR kod asimptomatskih i simptomatskih (TMP) ispitanika. Kod asimptomatskih ispitanika, na desnoj strani (anteroposteriorno) 51,7% imalo je ponovljivost unutar 0,1 mm, a na lijevoj 60,3%. U vertikalnom smjeru ponovljivost unutar 0,1 mm imalo je 51% na desnoj strani, a na lijevoj 47,4% ispitanika. Simon i Nicholls (68) proučavali su varijabilnost pasivno određene CR. Tri registrata CR (korištenjem 3 različite metode) ponovljeni su 5 puta na 5 pacijenata. Prosječan odmak je bio 0,3 mm mediolateralno i 0,2 mm anteroposteriorno. Hobo i Iwata (69) uspoređivali su tri metode određivanja CR (bimanualna manipulacija, metoda vođenja brade, zatvaranje bez vođenja), te odredili iznos odstupanja kondila u 3 dimenzije. Kod sve tri metode su pronađena 0,2 – 0,3 mm odstupanja kondila. U istraživanju Karla i Foleya (70), prosječno odstupanje između dva CR registrata kod 14 ispitanika u anteroposteriornom, vertikalnom i transverzanom smjeru iznosio je 0,01 – 0,12 mm. Schmitt i sur. (71) istraživali su ponovljivost Rothove „Power centric“ tehnike određivanja CR uz pomoć indikatora položaja kondila (CPI, Condyle Position Indicator, Panadent Corp, Grand Terrace, SAD). Na 18 ispitanika, tri različita ispitivača odredila su po tri CR registrata (162 registrata ukupno). Svi registrati su zadovoljili provjeru putem gornjeg razdvojenog modela (eng. *„split – cast“*) (na razini ultra tanke folije od 5 µm). Apsolutne vrijednosti mjerenih parametara (anteroposteriorni i vertikalni pomak posebno lijevog i posebno desnog kondila, te transverzalni pomak) su iznosile od 0,2 mm do 0,68 mm uz SD od 0,17 do 0,52. Autori (71) su to povezali s pogreškom instrumentarija, varijacijom CR registrata, te eventualnom varijacijom centra rotacije kondila, uz potrebu deprogramiranja muskulature udlagom (prije određivanja CR). U istraživanju Wooda i Elliotta (60) (kod 39 ispitanika se odredio CR 5 puta), kod nijednog ispitanika položaj CR nije bio u jednoj točki (eng. *„point centric“*). Autori (60) su to pripisali jednom od četiriju moguća razloga;

pogrešnom postavljanju registracijskog papira na CPI, nemogućnošću voštanog registrata IKP da čvrsto drži modele u jednom položaju, pogrešci u ponovnoj montaži modela, te neprimijećenoj TMZ disfunkciji. Tuppy i sur. (72) ispitivali su ponovljivost određivanja CR (metoda vođenja brade) uz pomoć aksiografa, kod simptomatskih ispitanika (TMP), unutar i između različitih ispitivača. Vrijednosti pomaka na razini kondila iznosile su od 0,02 do 0,63 mm (SD do 0,193), dok se vrijednost na razini incizijskog kolčića kretala od 0,02 do 3,54 mm (SD do 2,141) (u analizu su uključena mjerenja sva tri ispitivača).

U istraživanju Zonnenberga i sur. (51) tri ispitivača su odredila CR po tri puta na 15 ispitanika (12, 3 su otpala jer registrati CR nisu zadovoljavali klinički kriterij preciznosti putem provjere pomoću razdvojenih modela), te su se mjerile vrijednosti odstupanja između registrata pomoću kondilometra (Condilometer III, SAM, Minhen, Njemačka), na tri prostorne osi. SD je iznosila 0,20-0,27 za anteroposteriornu os, 0,27-0,33 za vertikalnu os, te 0,11-0,14 za transverzalnu. Nasuprot tim istraživanjima gdje je utvrđena varijabilnost (49,57,64,68,69,73), u istraživanju McKeea (53) skupina stomatologa s iskustvom bimanualne manipulacije, postigla je preciznost unutar 0,11 mm (tolerancija CPI, Denar Centri-Check) u 106 od 110 pokušaja.

1.2.1.2. Ponovljivost položaja CR kod TMP populacije pacijenata

Općenito se pretpostavlja da će asimptomatski ispitanici imati manje varijabilnosti od simptomatskih, te će kod simptomatskih ispitanika ispitivač imati manje utjecaja na rezultate mjerenja (72). Istraživanja su utvrdila manju ponovljivost mandibularnih kretnji kod TMP pacijenata, naspram ispitanika sa zdravim TMZ (57,74,75). U skladu s tim rezultatima, bilo bi za očekivati veću varijabilnost registrata CR kod TMP populacije pacijenata. Prema autorovom saznanju nije objavljen velik broj istraživanja koja su se bavila tom tematikom.

Pieshlinger i sur. (49) uspoređivali su ponovljivost određivanja CR kod simptomatskih (TMP), i asimptomatskih ispitanika. Simptomatsku skupinu (N=22) su činili ispitanici sa znakovima i simptomima TMP-a (nije bilo podjele TMP-a); ograničenje mandibularnih pokreta, asimetrija kondilne kretnje, dislokacija diska, hipermobilnost, luksacija, te subjektivni simptomi boli. Postignuta je visoka ponovljivost kod obje ispitivane skupine. Iako je asimptomatska skupina ispitanika imala veću ponovljivost kod svih ispitivanih parametara, nije bilo statistički značajne razlike, osim kod anteroposteriornog odstupanja na lijevoj strani. Harper i Schneiderman (57) uspoređivali su ponovljivost određivanja CR kod pacijenata s unutarnjim poremećajima i kontrolne skupine ispitanika. Kod kontrolne skupine ispitanika utvrđena je statistički značajno veća varijabilnost (prilikom određivanja CR) u horizontalnoj

ravnini, dok u vertikalnoj ravnini nije bilo razlike između skupina. U istraživanju Kogawae i sur. (64), kod ispitanika s TMP-om nije utvrđena razlika ponovljivosti položaja CR u usporedbi s ispitanicima bez znakova i simptoma TMP-a. Autori (64) navode da su simptomatsku skupinu (N=20) činili ispitanici sa znakovima i simptomima artrogenog TMP-a, iako nije navedena podjela prema nekom od današnjih kriterija. Zonnenberg i Mulder (76) istraživali su ponovljivost CR položaja kod TMP populacije pacijenata (podskupine su bile miofascijalna bol, dislokacija diska s redukcijom, dislokacija diska bez redukcije i osteoartritis) i kontrolne skupine ispitanika. Tehnikom listića (eng. „*leaf gauge*“) za svakog ispitanika su određena tri registrata CR. Nije utvrđena razlika u odstupanjima između različitih CR registrata između ispitivanih skupina. U drugom istraživanju, isti autori (77) proučavali su pouzdanost dvije metode određivanja CR kod TMP populacije pacijenata (podskupine miofascijalna bol, osteoartritis, dislokacija diska bez redukcije) i kontrolne skupine ispitanika. Postotak ispitanika koji su imali podudarni rezultat razdvojenih modela kod obje metode, bio je statistički značajno manji kod skupine s TMP-om (15,9%) naspram kontrolne skupine ispitanika (85,2%).

1.2.2. Pomak iz položaja okluzije centrične relacije u IKP

Prilikom terminalnog šarnirskog zatvaranja (položaj CR) dolazi do zubnih dodira na jednom ili više parova antagonista. Dodir nastaje između mezijalnih nagiba gornjih zuba i distalnih nagiba donjih zuba (23). Ukoliko se u tom položaju primjeni mišićna sila, dolazi do kretnje tj. premještanja donje čeljusti u interkuspidacijski položaj (23). Ta kretnja se naziva klizanje u centriku (eng. „*slide in centric“)* (47) (pomak iz položaja okluzije centrične relacije, OCR, u IKP). Retrudirani kontaktni položaj (RKP, eng. „*retruded contact position*“) označava vođeni okluzijski odnos koji se događa prilikom najretrudiranijeg položaja kondila u TMZ-u. Taj položaj može biti više retrudiran od položaja centrične relacije (47). S druge strane, OCR tj. kontaktni položaj centrične relacije (eng. „*centric occlusion*“, „*centric relation occlusion*“) označava zubni dodir/dodire koji postoje u položaju centrične relacije. Taj položaj može i ne mora koincidirati s položajem IKP (47). Vidljivo je da „*The glossary of prosthodontic terms*” (47) sugerira moguću razliku RKP i OCR položaja. S obzirom da je većina autora prilikom proučavanja pomaka koristila položaj CR, i okluzije vezane uz CR, u disertaciji će se referirati na OCR položaj, neovisno o eventualnom korištenju naziva RKP unutar drugih radova slične tematike.

Iako retruzija općenito označava kretnju prema posteriorno (47), u užem smislu, retruzija označava mandibularnu kretnju prema posteriorno, s početkom u maksimalnoj

interkuspidaciji, a završetkom u retrudiranom kontaktnom položaju (23). Ograničavaju je unutarnja horizontalna vlakna temporomandibularnog ligamenta (14). Kretnja retruzije vođena je distalnim kosinama bukalnih kvržica donjih zuba, tj mezijalnim kosinama gornjih zuba, suprotno od protruzijskih dodira (23). Prilikom retruzije kondili izvode blagu translaciju prema straga povezanu s rotacijom donje čeljusti prema dolje čime nastaje anteriorna diskluzija (78).

Kroz literaturu se, najčešće, provlači podatak kako je kretnja prema natrag iz habitualne okluzije moguća u 90% ljudi, te da u prosjeku iznosi oko 1 mm. Kod 10% ljudi, ta kretnja nije moguća, tj položaj CR i IKP se poklapa (23,35-38). U Tablici 1 prikazan je postotak podudaranja OCR i IKP položaja kod različitih istraživanja. Noviji rezultati (2000. godina nadalje) utvrdili su malen postotak podudaranja (u istraživanjima Klara i sur. (79), Fantinia i sur. (80), Foglio-Bondae i sur. (78) niti jedan ispitanik nije imao podudaranje položaja).

Puno istraživanja se bavilo pomakom OCR - IKP, te su dobivene različite vrijednosti (79,81-92), i različit postotak ljudi u kojih je utvrđen pomak (38,78-80,83,84,86,88,93) (Tablica 2 i 3). To se ponajviše može protumačiti drugačijim materijalima i metodama. U istraživanju Keshvada i Winstanleya (94), može se vidjeti razlika OCR - IKP pomaka ovisno o korištenoj metodi. Na 14 ispitanika, mjerila se (između ostalog) prosječna vrijednost OCR - IKP pomaka, korištenjem tri različite metode. Razlika između pojedinih metoda u nekim smjerovima iznosila je i preko 50% samog iznosa. Karl i Foley (70) su dobili slične rezultate. Upotrebom deprogramatora kod određivanja CR utvrđene su veće vrijednosti OCR - IKP pomaka, naspram vrijednosti dobivenih određivanjem CR bez deprogramatora (70).

Pomak između OCR - IKP je istraživan na razne načine: izravno u ustima (81-83,86-89), konvencionalnom radiografijom (81), CBCT-om (90), uređajima za snimanje kretnji donje čeljusti (78,96), te na artikuliranim modelima (79,84,85,91,92) (razlika između registrata CR i IKP). Postoje razlike i između odabranih referentnih točaka za proučavanje. Npr., Pullinger i sur. (87) odabrali su desni pretkutnjak, dok je većina drugih istraživanja na razini okluzije ispitivala pomake SIT (81-83). Postoji razlika između istraživanja na razini okluzije, i na razini kondila (78). S obzirom na moguću rotaciju kondila (60,101), vrijednosti OCR - IKP pomaka ne moraju se nužno poklapati na razini okluzije i na razini kondila što su istraživanja i potvrdila (80,99,102-104). Maruyama i sur. (83) naglašavaju kako je za očekivati različite rezultate kod mjerenja OCR - IKP na mjestu kondila, te na mjestu udaljenom od kondila (npr. SIT). Što je mjerena točka više udaljena od kondila, za očekivati su, u prosjeku, više vrijednosti pomaka.

Tablica 1. Prikaz podudaranja okluzije centrične relacije (OCR) i IKP položaja kod sličnih istraživanja (dostupni podatci).

Istraživanje (godina)	Mjesto i način mjerenja	Broj ispitanika	broj ispitanika kod kojih se položaj OCR podudarao s položajem IKP (%)
Posselt (38) (1957)	/		(90%)
Rieder (86) (1978)	Mandibularni sjekutići (intraoralno). Pažljiva manipulacija u RKP; Ravnalo	323	45 (14%)
Maruyama i sur. (83) (1980)	SIT (mandibularni kineziograf)	70	0
De Laat i van Steenberghe (95) (1985)	Artikulator	121	29 (24%)
Pullinger i sur. (88) (1988)	Ispitanici uvježbani da izvode retruzijsku kretnju	222	65 (29%)
Utt i sur. (84) (1995)	Kondili (CPI, „Power centric”)	107	1 (0,9%)
Cohlmia i sur. (93) (1996)	Intraoralni pregled	232	164 (70,7%)
Stamm i sur. (96) (1998)	Kondili; Cadiax (Gamma, Beč, Austrija)	53	45 (84,9%)
Klar i sur. (79) (2003)	Kondili, CPI; „Power centric”	200	0
Fantini i sur. (80) (2005)	Kondili, CPI; „Power centric”	22	0
Foglio-Bonda i sur. (78) (2006)	Elektrognatograf	238	0

*SIT – sagitalna incizalna točka; CPI – indikator položaja kondila; RKP – retrudirani kontaktni položaj.

Tablica 2. Prikaz nekih od istraživanja pomaka iz okluzije centrične relacije (OCR) u IKP na razini okluzije, te dobivene veličine pomaka (dostupni podatci).

Istraživanje (godina)	Način mjerenja	Mjesto mjerenja	Broj ispitanika	LP (mm)	Raspon LP (mm)	AP (mm)	SI (mm)	T (mm)
Kydd i Sanders (81) (1961)	RTG praćenje radioopaknih kuglica; upotreba retraktora	SIT	14	0,87	0,2-1,8	/	/	/
Maruyama i sur. (83) (1980)	Mandibularni kineziograf	SIT	70	1,53 ± 0,81	/	1,3 ± 0,91	0,75 ± 0,54	D 0,29 ± 0,30 L 0,38 ± 0,29
Kobayashi i sur. (97) (1989)	Pomoću sustava infracrvenih senzora.	SIT	11	1,35	/	/	/	/
Willson i Nairn (98) (2000)	CPI	/	18	0,7 +/- 0,3	0,4-1,5	/	/	/
Padala i sur. (99) (2012)	CPI „Power centric“	/	20 (AS)	/	/	0,65 ± 0,80	-0,93 ± 1,27	0,89 ± 0,55

*CPI – indikator položaja kondila; SIT – sagitalna incizalna točka; AS- asimptomatska skupina ispitanika; LP- vrijednosti linearnog pomaka; L- lijevo; D-desno. AP- vrijednosti anteroposteriornog pomaka; SI- vrijednosti superoinferiornog pomaka; T- vrijednosti transverzalnog pomaka.

Tablica 3. Prikaz nekih od istraživanja pomaka iz okluzije centrične relacije (OCR) i IKP na razini kondila, te dobivene vrijednosti pomaka (mm).

Istraživanje (godina)	Način mjerenja	N	LP	Raspon LP	AP	SI	T
Wood i Korne (100) (1992)	CPI †	37	/	/	L -0,16 ± 0,74 D -0,65 ± 0,86	L 1,27 ± 0,93 D 1,15 ± 0,91	/
Utt i sur. (84) (1995)	CPI „Power centric“	107	/	/	D 0,84 ± 0,54 L 0,62 ± 0,56	D 0,84 ± 0,77 L 0,83 ± 0,73	0,27 ± 0,23
Willson i Nairn (98) (2000)	CPI	18	1,0 ± 0,4	0,6-2,4	/	/	/
Hidaka i sur. (85) (2002)	CPI „Power centric“	150	L 1,4 ± 0,8 D 1,3 ± 0,6	L 0,2-5,3 D 0,2-3,4	L -0,1 ± 0,8 D 0,2 ± 0,8	L 1,0 ± 0,7 D 0,9 ± 0,7	0,0 ± 0,5
Foglio-Bonda i sur. (78) (2006)	Elektrognat. †	238	1,75 ± 0,91	0,3-5,4	/	/	/
Weffort i de Fantini (92) (2010)	CPI „Power centric“	35 (AS)	/	/	L 0,63 ± 0,61 D 0,63 ± 0,50	L 1,3 ± 0,73 D 1,22 ± 0,74	0,23 ± 0,28
Padala i sur. (99) (2012)	CPI „Power centric“	20 (AS)	/	/	0,82 ± 0,49	0,7 ± 0,51	0,61 ± 0,38
Abraham i Veeravalli (91) (2012)	CPI	10	/	/	-0,69 ± 0,62	-0,13 ± 0,54	-0,26 ± 0,63

*CPI – indikator položaja kondila; AS - asimptomatska skupina ispitanika; LP - vrijednosti linearnog pomaka; L - lijevo; D – desno; AP - vrijednosti anteroposteriornog pomaka; SI - vrijednosti superoinferiornog pomaka; T - vrijednosti transverzalnog pomaka.
†nije bilo vođenja od strane ispitivača, već su ispitanici uvježbani da izvode retruzijsku kretnju.

Neka istraživanja su utvrdila određenu povezanost većeg kliza OCR - IKP sa različitim temporomandibularnim poremećajima (105-109). U istraživanju Pullingera i sur. (109) pomak OCR - IKP ≥ 2 mm pokazao se kao povećani rizik za neke oblike TMP-a, iako su autori zaključili da se okluzija ne bi smjela smatrati važnim čimbenikom u dijagnostici TMP-a. Landi i sur. (105) u istraživanju povezanosti okluzijskih čimbenika i mišićnih poremećaja stomatognatog sustava pronašli su povezanost miofascijalne boli (prema RDC-TMD (110)) i pomaka OCR - IKP jednakim ili većim od 2 mm. Treba napomenuti i istraživanja koja su utvrdila da veličina pomaka OCR - IKP nije važan čimbenik u dijagnostici TMP-a (111-114). Foglio-Bonda i sur. (78) navode kako se čini da OCR - IKP pomak ne inducira TMP.

Ipak, općenito se OCR - IKP razlika veća od 2 mm u sagitalnoj ravnini smatra klinički značajnom (84,85). U istraživanju Hidake i sur. (85), te Utta i sur. (84) takva značajna razlika pronađena je kod 16% (85) tj 19% (84) ispitanika u anteroposteriornom ili superoinferiornom smjeru. Mohlin (89) je na 205 ispitanica kod 51,7% uzorka dobio vertikalni OCR IKP pomak ≥ 1 mm, te kod 8,8% uzorka anteroposteriorni pomak ≥ 2 mm. U istraživanju Pullingera i sur. (87) na 44 ispitanika, kod niti jednog ispitanika nije utvrđen pomak veći od 2 mm. Istraživanje (87) je rađeno intraoralno (na razini desnog pretkutnjaka), te je korištena metoda vođenja brade od strane ispitivača. Većina OCR - IKP pomaka bila je manja od 0,5 mm.

Transverzalni (lateralni) pomaci OCR - IKP povezivali su se s abnormalnom funkcijom TMZ-a (115-118). U transverzalnom smjeru, Roth (119) te Utt i sur. (84) navode da je klinički prihvatljiva razlika OCR - IKP položaja na razini kondila do 0,5 mm. U istraživanjima je utvrđen različit broj ispitanika s transverzalnim pomakom ≥ 0,5 mm; Hidaka i sur. (85) dobili su 31,3%, a Rieder (86) 9,5%. Rosner i Goldberg (120) na 75 ispitanika dobili su prosječnu vrijednost transverzalnog OCR - IKP pomaka od 0,34 mm (SD 0,24). U gotovo 50% ispitanika utvrđen je transverzalni pomak manji od 0,3 mm, 38% od 0,3-0,6 mm, a 12% preko 0,6 mm. Fantini i sur. (80) našli su srednju vrijednost transverzalnog pomaka 0,03 mm (SD 0,87, min -1,0 mm, max 2,1 mm). U navedenom istraživanju (80) transverzalna vrijednost razlikovala se jer je umjesto apsolutnih vrijednosti prikazana srednja vrijednost kao rezultat zbroja pozitivnih i negativnih vrijednosti. U istraživanju Klara i sur. (79) prosječan transverzalni pomak kod 200 ortodontskih pacijenata prije tretmana, iznosio je 0,44 mm. Weffort i Fantini (92) našli su prosječni pomak od 0,23 mm (SD 0,28) u transverzalnom smjeru.

1.2.2.1. Smjer OCR – IKP pomaka

Istraživanja su utvrdila različiti smjer pomaka OCR - IKP na razini kondila i okluzije (80,99,102-104). Na razini kondila, pomak je najčešće u inferiornom smjeru, uz anteriornu ili posteriornu komponentu (60,79,84,85,100,121).

Wood i Elliot (60) su u svom istraživanju dobili smjer pomaka kondila u preko 90% slučajeva prema inferiorno. U 63% slučajeva, pomak je bio prema inferiorno i posteriorno, 20% prema anteriorno i inferiorno, 8% prema inferiorno, dok je u 9% slučajeva utvrđen superiorni pomak. Veličina vertikalne komponente pomaka u većini slučajeva bila je veća od horizontalne komponente. U istraživanju Klara i sur. (79) (na razini kondila, CPI), većina ispitanika imala je pomak prema inferiorno i posteriorno. U istraživanju Utta i sur. (84) pomak OCR - IKP je išao u inferiornom (78%), superiornom (8%), anterosuperiornom (5%) i posterosuperiornom (3%) smjeru. Kod inferiornog smjera 39% kondila imalo je posteroinferiorni, 29% anteroinferiorni te 6% čisti inferiorni pomak. Weffort i de Fantini (92) utvrdili su pomak u 55,7% posto slučajeva u anteroinferiornom smjeru, 35,7% u posteroinferiornom smjeru, a 8,5% slučajeva imalo je pomak prema inferiorno.

1.2.2.2. Razlike između Angle klasa

Pregledom literature mogu se naći suprotni rezultati i stajališta o utjecaju malokluzija na veličinu pomaka. Neki autori (89,122,123) su pronašli razliku u veličini OCR - IKP pomaka između različitih dentalnih klasa, dok drugi nisu (70,78,79,84). Weffort i Fantini (92) navode da će ispitanici s različitim facijalnim karakteristikama, imati veće ili manje razlike na razini zubnih lukova, čak i kod istog iznosa kondilnog pomaka. Klar i sur. (79) nisu našli razliku vrijednosti pomaka OCR - IKP kod ortodontskih pacijenata prije tretmana, između klase I i klase II (ANB klasifikacija) na razini kondila. Foglio-Bonda i sur. (78) u istraživanju uz pomoć elektrognatografa (N=238) nisu našli statistički značajnu razliku između različitih klasa po Angleu. Klasa I po Angleu (A1) imala je prosječnu vrijednost retruzije od 1,81 mm (SD 0,87), klasa II po Angleu (A2) 1,78 mm (SD 0,87) te klasa III po Angleu (A3) 1,77 (SD 0,99). U istraživanju Ingervalla (122) ispitanici s klasom II i potklasom 2 po Angleu (A2/2) imali su u prosjeku veću udaljenost između OCR i IKP. Pullinger i sur. (87) dobili su suprotne rezultate. Kod A2/2 podudarali su se OCR i IKP. Ipak, potrebno je naglasiti da su u tom istraživanju (87), od A2/2 bila samo dva ispitanika, te da je unilateralna A2 i A3 (s druge strane A1) bila klasificirana kao A2 odnosno A3. Bush (124) je u istraživanju na 298 ispitanika dobio slične vrijednosti OCR - IKP pomaka kod A1 i A2 (u prosjeku A1 0,7 mm lateralno, 0,9 mm horizontalno, te 0,9 mm vertikalno, A2 0,6 mm lateralno, 0,9 mm

horizontalno, te 0,8 mm vertikalno), dok je A3 imala u prosjeku niže vrijednosti (0,5 mm lateralno, 0,6 mm horizontalno te 0,6 mm vertikalno). U istraživanju Williamsona i sur. (125) na 46 ispitanika pronađen je OCR - IKP pomak kod A1 (18 ispitanika) u prosjeku 0,7 mm, a kod A2 (28 ispitanika) 1,2 mm. Iako se nije utvrdila statistički značajna razlika između A1 i A2, autori su primijetili da određeni pojedinci s A2 imaju najveću diskrepancu između OCR i IKP. Karl i Foley (70) nisu primijetili veće diskrepance OCR - IKP kod ispitanika s A2 u svom istraživanju, te navode da najvjerojatnije nije moguće razlikovati pacijente s velikom diskrepancom na temelju Angle klasifikacije. U istraživanju Wen-Ching Koa i sur. (123) kod skeletalne klase III utvrđene su manje vrijednosti retruzije od kontrolne skupine s neutrookluzijom. Mohlin (89) u ispitivanju na 205 ispitanica, navodi da je klasa II imala najjaču povezanost s lateralnim i velikim (≥ 2 mm) anteroposteriornim pomakom. U istraživanju Utta i sur. (84) nije pronađena razlika između A1 i A2 u veličini i smjeru pomaka OCR - IKP.

1.3. Okluzija

Okluzija se definira kao statički odnos između incizijskih i okludirajućih površina gornjih i donjih zuba, tj njihovih analoga (47). Bumann i sur. (20) razlikuju pojam statičke i dinamičke okluzije. Pri tome, statička okluzija podrazumijeva zubne dodire bez kretnji donje čeljusti, dok dinamička okluzija podrazumijeva sve zubne dodire koji se događaju tijekom kretnji donje čeljusti.

Maksimalna interkuspidacija/habitualna okluzija/interkuspidacijski položaj (IKP) predstavlja potpunu interkuspidaciju zuba gornje i donje čeljusti, neovisnu o položaju kondila (47). U tom položaju su postignuti maksimalni dodiri zubnih lukova (22). To je jedan od najjednostavnijih i najučestalijih položaja u kliničkoj stomatologiji (126).

Retrudirani kontaktni položaj (eng. „*retruded contact position*“) definiran je kao okluzijski odnos koji nastaje tijekom vođenja (od strane ispitivača) donje čeljusti, te se kondili nalaze u najretrudiranijem položaju unutar temporomandibularnog zgloba. Taj položaj se nužno ne poklapa s položajem centrične relacije, već se može nalaziti još prema posteriorno (47). Retrudirani kontaktni položaj ograničen je zglobnim svezama. Naziva se i ligamentozni položaj. U tom položaju donja čeljust prilikom otvaranja vrši čistu rotacijsku kretnju, a zamišljena horizontalna os koja spaja centre kondila naziva se terminalna šarnirska os (22).

Okluzija centrične relacije (OCR, eng. „*centric occlusion*“, „*centric relation occlusion*“), prema „*The glossary of prosthodontics terms*“ (47), predstavlja okluziju zuba

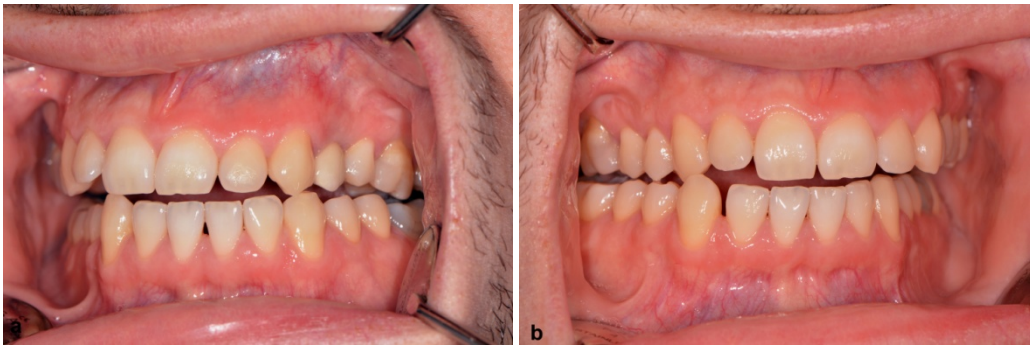
kada se donja čeljust nalazi u položaju CR. OCR može i ne mora koincidirati s IKP položajem (47). Treba naglasiti da je CR položaj kondila neovisan o zubnim dodirima, dok je OCR interokluzijski položaj.

1.3.1. Dinamička okluzija

Dinamička okluzija tj. artikulacija, predstavlja zubne dodire tijekom kretnji donje čeljusti. Shvaćanje okluzije i njen utjecaj na zdravlje stomatognatog sustava mijenjao se kroz povijest. Različite škole razvijale su svoje koncepte shvaćanja okluzije; npr. gnatološka škola težila je podudaranju MI i CR (127), dok zagovaratelji koncepta kliza u centriku (eng. „*long centric area*“) tvrde da su oba položaja fiziološka (128). Pod utjecajem različitih istraživanja i okluzijskih škola, razvijene su različite koncepcije okluzije.

Uzajamno zaštićena okluzija/artikulacija predstavlja okluzijsku shemu u kojoj stražnji zubi u IKP štite prednje zube od prevelikih okluzijskih sila. S druge strane, prilikom protruzijske i laterotruzijskih kretnji, prednji zubi su u kontaktu (47), čime štite stražnje od štetnih horizontalnih sila.

Očnjakom vođena okluzija (eng. „*canine protected articulation*“) predstavlja varijantu uzajamno zaštićene okluzije kod koje horizontalni i vertikalni prijeklop očnjaka diskludira stražnje zube tijekom ekskurzijskih kretnji donje čeljusti (47) (Slika 3a i b).



Slika 3a i b. Prikaz vođenja očnjakom (lijeva i desna strana).

Prednjim zubima vođena okluzija (eng. „*anterior protected articulaton*“), predstavlja varijantu uzajamno zaštićene okluzije, kod koje horizontalni i vertikalni prijeklop prednjih zuba, diskludira stražnje zube tijekom svih ekskurzijskih kretnji donje čeljusti (47).

Bilateralno uravnotežena okluzija/artikulacija predstavlja okluzijsku shemu kod koje postoje bilateralni, istovremeni dodiri na prednjim i stražnjim zubima tijekom IKP i ekscentričnih položaja donje čeljusti (47). Drugim riječima, ova protetska koncepcija zahtijeva maksimalan broj zuba u dodirima tijekom svih kliznih kretnji donje čeljusti (24).

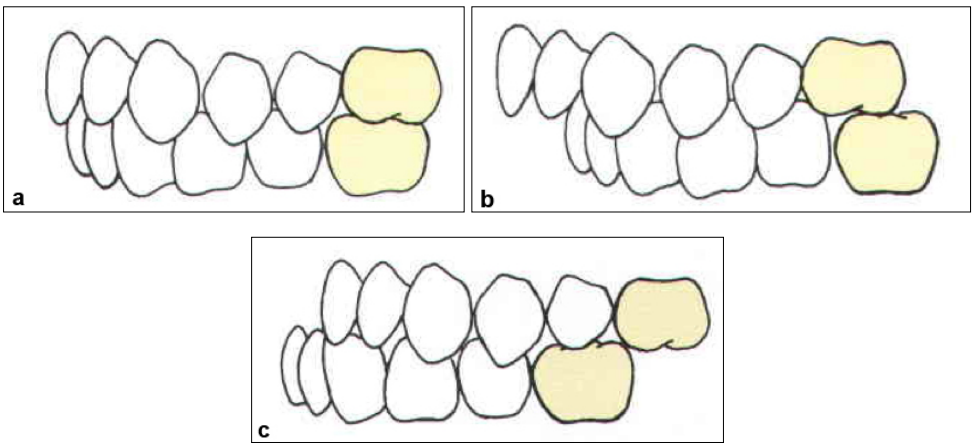
Ranija istraživanja na području mobilne protetike razvila su ovakav koncept okluzije (25). U teoriji, takav raspored zubnih dodira pomaže u stabilizaciji potpunih proteza, jer kontakti na neradnoj strani preveniraju izbacivanje proteze (25).

1.3.2. Okluzijske interference

Okluzijske interference predstavljaju zubne dodire koji ometaju harmonične kretnje donje čeljusti (47). Razlikujemo četiri vrste okluzijskih interferenci: centrične, laterotruzijske, mediotruzijske i protruzijske (24). Centrična interferenca je prijevremeni dodir koji se pojavljuje prilikom kretnje zatvaranja usta, s kondilima u položaju centrične relacije (24). Ta vrsta dodira uzrokuje skretanje donje čeljusti u posteriornom, anteriornom i/ili lateralnom smjeru (129). Laterotruzijska interferenca označava neželjeni dodir na radnoj strani prilikom kretnje donje čeljusti u stranu. Ukoliko je dodir stražnjih zuba dovoljan da uzrokuje diskluziju prednjih zuba, govori se o interferenci (54). Mediotruzijska interferenca je svaki zubni dodir na neradnoj strani, prilikom laterotruzijske kretnje donje čeljusti. Naziva se i neradni tj. balansni dodir/dodiri (23). Protruzijska interferenca predstavlja dodir stražnjih zuba prilikom protruzije.

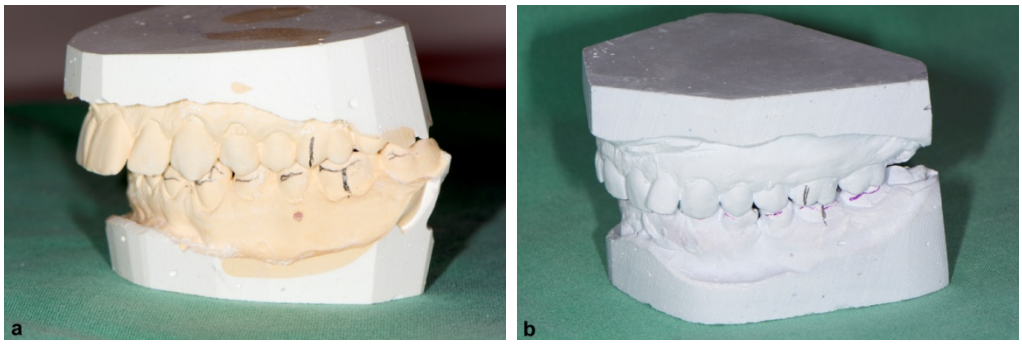
1.3.3. Klase po Angleu

Najpoznatija i najraširenija sistematizacija odnosa bočnih zuba je klasifikacija po Angleu (130) (Slika 4a – c). Klasifikacija po Angleu se bazira na anteroposteriornom odnosu između gornje i donje čeljusti, uz pretpostavku da se prvi gornji kutnjak nalazi na ispravnom položaju (131,132).



Slika. 4a – c. Prikaz različitih odnosa prvih kutnjaka (a - Angle klasa I, b - Angle klasa II, c – Angle klasa III, preuzeto iz (133)).

Kod neutrookluzije, tj. klase I po Angleu (A1), meziobukalna kvržica prvog gornjeg trajnog kutnjaka se nalazi iznad bukalnog žlijeba prvog donjeg kutnjaka (23). Klasa II po Angleu (A2) opisana je kao distalni odnos donje čeljusti prema gornjoj. Bukalni žlijeb prvog donjeg trajnog kutnjaka nalazi se posteriorno u odnosu na meziobukalnu kvržicu prvog gornjeg trajnog kutnjaka. Treba voditi računa da je kod mnogih A2, gornja čeljust prognatična (drukčija kraniofacijalna morfologija u odnosu na distalnu mandibulu), ali je odnos između prvih kutnjaka isti (132). A2 dijeli se na dvije potklase, ovisno o položaju gornjih sjekutića. Klasu II, potklasu 1 (A2/1), karakterizira protruzija gornjih sjekutića. Između gornjih i donjih prednjih zuba postoji incizijski razmak (stepenica), koji može biti različito izražen (Slika 5a). Klasu II, potklasu 2 (A2/2), karakterizira retruzija gornjih sjekutića, uz duboki vertikalni prijeklop, te labijalni nagib lateralnih sjekutića (130,132) (Slika 5b).



Slika 5a. Angle klasa II, potklasa 1. Slika 5b - Angle klasa II, potklasa II.

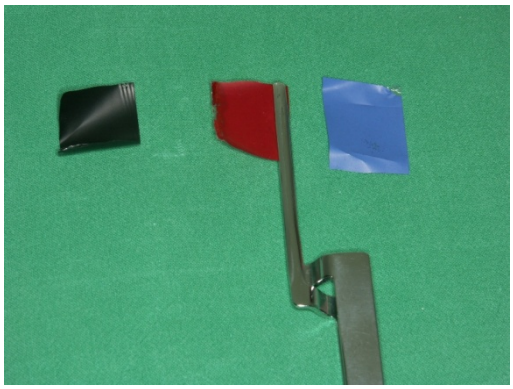
Kod meziookluzije, tj. klase III po Angleu (A3), donji kutnjaci smješteni su mezijalno u odnosu na gornje. Meziobukalna kvržica prvog gornjeg trajnog kutnjaka nalazi se posteriorno u odnosu na bukalni žlijeb donjih prvih kutnjaka (23). Kod ovakvog odnosa zuba moguć je i obrnuti prijeklop prednjih zuba (130).

1.3.4. Ispitivanje okluzije

Konvencionalne metode za ispitivanje okluzije uključuju artikulacijske papire/folije (Slika 6), okluzijski vosak, ultra tanku okluzijsku foliju (shimstock), te silikonske otiske (134,135). Kvantitativne metode su Fotookluzija (136,137), Dental Prescale System (Fuji Film, Tokyo, Japan) (138,139) i T-Scan sustav (Tekscan, South Boston, SAD). De Godoi Machado i sur. (140) opisali su metodu otkrivanja okluzijskih preranih kontakata uz pomoć CBCT-a (metoda je imala prosječnu pouzdanost). Nijedna metoda ispitivanja okluzije nije idealna (126,141). I kvalitativne i kvantitativne metode ispitivanja okluzije nisu u mogućnosti ispitivati okluzijske kontakte tijekom žvačne funkcije i bruksizma (3). Takva analiza mogla bi

se postići trodimenzionalnom vizualizacijom okluzijskih površina gornjeg i donjeg zubnog luka, i visoko preciznim podatcima o kretnjama donje čeljusti, na temelju šest stupnjeva slobode (142,143).

Zamjerke konvencionalnim metodama ispitivanja okluzije su „subjektivna interpretacija“ (135,144), nemogućnost precizne kvantifikacije veličine tj. jačine okluzijske sile (145,146), nemogućnost reprodukcije dinamike okluzijskih odnosa tijekom funkcije donje čeljusti (142), te nedovoljno prikazivanje simultanosti okluzijskih kontakata (145). Ipak, upotreba artikulacijskog papira/folije predstavlja zlatni standard (23,140,147-149). Prema udžbenicima okluzije, označeno područje (artikulacijskim papirom/folijom) predstavlja područje djelovanja sile tj. okluzijskog opterećenja. Veće i jače markacije označavaju jači pritisak, a manje i svjetlije sugeriraju slabiji pritisak. Pri tome, jednako raspoređeni kontakti jednake veličine predstavljaju ravnomjeran zagriz i ravnomjerno prenošenje okluzijskog opterećenja, te vremensku simultanost (23,147-149).



Slika 6. Artikulacijske folije od 8 µm različite boje.

Carey i sur. (145) navode intraoralne varijable koji mogu promijeniti područje markacije artikulacijskog papira tijekom okluzijske analize: mobilnost zuba, slina, kut mandibularne kretnje, te mandibularna deformacija tijekom okluzijskog opterećenja. Na rezultate i preciznost folije/papira mogu utjecati i položaj ispitanika, upotreba deprogramatora, iskustvo ispitivača, intenzitet zagriza te sama folija/papir tj. njihova učinkovitost markacije (140).

Harper i Setchell (150) *in vitro* su proučavali upotrebu ultra tanke folije od 8 µm za ispitivanje okluzijskih kontakata. Razvili su uređaj koji je producirao male razmake (0-20 µm) između uzorka meziopalatinalne kvržice prvog trajnog gornjeg kutnjaka i uzorka ispoliranog amalgama. Upotrebom ultra tanke folije, razmak od 0, 2 i 4 µm se nije mogao razlikovati. Kod razmaka od 6 µm (kompresija od 2 µm na foliji od 8 µm) bile su potrebne

manje sile za izvlačenje, dok su za razmak od 8 µm bile potrebne najmanje sile za izvlačenje. Iako se jačina sile potrebna za izvlačenje folije čini subjektivna, radi se o malim vrijednostima (0-8 µm), te se u određenim situacijama kada je potrebna detaljna analiza okluzije (kada pozitivne strane kvantitativnih metoda ne dolaze do izražaja), čini prikladnijim od digitalnih metoda sa senzorom od 85 µm.

Pozitivne strane kvantitativnih metoda su omogućavanje dodatnih informacija okluzijskog obrasca, uključujući kvantifikaciju sile, sekvencioniranje kontakta, vrijeme okluzije i diskluzije, srednji pritisak, postotak određenih područja unutar određenog pritiska, te balans okluzijskih sila (151,152). Zamjerke DPS sustavu su manjak sekvenci okluzijskih kontakata, vrijeme potrebno za okluzijsko ispitivanje te nemogućnost ispitivanja preranih, laterotruzijskih i mediotruzijskih kontakata (153). Zamjerke Fotokluziji i T-Scanu su nefleksibilnost i debljina senzora (138) koji mogu dovesti do nekontroliranog pomaka donje čeljusti te povišenja okluzije (154). Razni autori navode kao nedostatke T-Scan I i T-Scan II sustava, manjak preciznosti i ponovljivosti (155-158). Ipak, potrebno je napomenuti da se T-scan sustav razvijao s napretkom tehnologije. T-scan III ima digitalni senzor debljine 85 µm, te 2500 ćelija koje putem električne provodljivosti registriraju tlak, omogućavajući mjerenje sile, raspodjele zubnih dodira, te početak i trajanje dodira (159). Koos i sur. (153) utvrdili su da je razina preciznosti T-scan III sustava prihvatljiva, te da ponovljeno mjerenje ili mijenjanje folije ne utječe na dobivene rezultate. Isti autori (153) navode da je važan preduvjet računalnih metoda analize okluzije da elektronska folija za registraciju i sama metodologija uzrokuju samo minimalnu interferencu s okluzijom.

Pregledom literature (135,142-146,151,153,155-158) može se zaključiti da iskorištavanje komplementarnih vrijednosti kvalitativnih i kvantitativnih metoda analize okluzije može dati najtočnije podatke o statičkoj okluziji. Koos i sur. (153) te Haralur (151) predlažu kombinaciju digitalne analize okluzije te analize uz pomoć artikulacijskih folija.

1.3.4.1 .Virtualni artikulator

U današnje vrijeme, moguća je i analiza okluzije u virtualnom artikulatoru (Slika 7). Sustav virtualnog artikulatora stvara animaciju na temelju ulaznih podataka i izračunava točke okluzije, što se prikazuje na ekranu (160). U idealnom slučaju, sustav virtualnog artikulatora opremljen je s napravom za registraciju kretnji donje čeljusti (na ultrazvučnom, optoelektroničkom principu, itd.), te se kretnje donje čeljusti integriraju u animaciju (161). Kod samog postupka korištenja virtualnog artikulatora, prvo je potrebno dobiti površine zubnih lukova u digitalnom obliku (161). Za to se najčešće koristi 3D laserski skener. Skener

šalje vertikalnu lasersku zraku na površinu objekta. Digitalna kamera (opremljena s CCD) registrira zrake reflektirane s površine objekta, te prosljeđuje digitalni signal u procesuirajuću elektroničku jedinicu. Ti podatci su pohranjeni kao digitalni matriks svjetlosnih vrijednosti, te se odgovarajućim software-om mogu koristiti za računalnu vizualizaciju i manipulaciju (162). Osim laserskog skenera, Röhle i sur. (163) spominju i mogućnost dobivanja digitalnih modela pomoću metoda baziranih na mehaničkom kontaktu (164), intraoralnoj videokameri (165), CBCT-u (166,167), te µ-CT snimanju (168,169). Virtualni artikulator uglavnom se povezuje uz CAD-CAM sustave, sa svrhom smanjivanja grešaka okluzije te potrebnog ubrušavanja gotovog protetskog nadomjeska. Stariji CAD-CAM sustavi funkcionirali su kao okludatori, dozvoljavajući samo kretnju rotacije oko šarnirske osi, te okluzijska morfologija protetskog nadomjeska nije bila usklađena s dinamičkom okluzijom. U programu virtualnog artikulatora moguće je dobiti konstrukcije raznih „mehaničkih artikulatora“. Moguće je i nadodati postavku koja ne postoji na konkretnom tipu fizičkog artikulatora (npr. reguliranje interkondilne udaljenosti) (170). Prilikom mandibularne animacije, program virtualnog artikulatora izračunava mjesta gdje antagonisti dolaze u dodir (161). Maestre-Ferrín i sur. (161) navode kao problem mehaničkog artikulatora simulaciju kretnji donje čeljusti koje su ograničene rigidnim strukturama mehaničkog zgloba, te nemogućnost simulacije mastikatornih pokreta koje ovise o mišićnom obrascu i rezilijenciji mekog tkiva i zgloba. Ako naprava za registraciju kretnji nije dostupna, potrebno je unijeti parametre kretnji donje čeljusti (npr. kondilno sagitalno vođenje, incizijsko vođenje, maksimalan iznos kondilne protruzije, maksimalna retruzija, itd.) (161,171). U istraživanju Perssona i sur. (172) nisu utvrđene razlike preciznosti između modela i njihovih virtualnih analoga (dobivenih skeniranjem). Uspoređujući virtualni i mehanički artikulator kod 8 ispitanika, Kordass i sur. (160) dobili su približno isti broj kontakata u lateralnim kretnjama (90 kod mehaničkog, 92 kod virtualnog artikulatora). Delong i sur. (173) usporedili su okluzijske kontakte virtualnog artikulatora i konvencionalne metode. Okluzijski kontakti virtualnih modela precizno su reproducirali kontakte dobivene u mehaničkom artikulatoru.

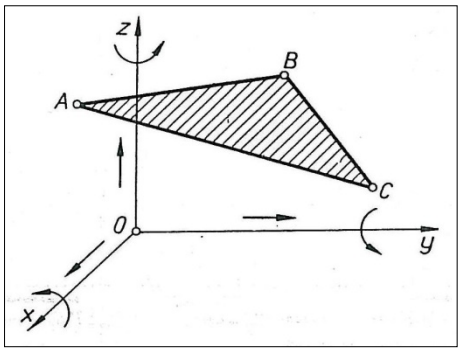


Slika 7. Virtualni artikulator (preuzeto iz (174)).

1.4. Uređaji za snimanje kretnji donje čeljusti temeljeni na šest stupnjeva slobode

1.4.1. Teorijska osnova snimanja na temelju šest stupnjeva slobode

Kruto tijelo je definirano kao tijelo koje pod djelovanjem vanjskih sila ne mijenja svoj oblik, te razmaci njegovih čestica uvijek ostaju isti (175). To je teorijski model koji ne postoji u praksi. Gibanje krutog tijela može se smatrati idealnim sustavom točaka, koje stalno održavaju iste međusobne razmake (176). Stupnjevi slobode krutog tijela definirani su kao broj neovisnih kretnji tog krutog tijela (177) (Slika 8). Gledano u prostoru (tj. koordinatnom sustavu), kruto tijelo koje nije ničim ograničeno, ima 6 stupnjeva slobode; tri translacije (uzduž x, y i z osi) i tri rotacije (oko x, y i z osi) (3). To se odnosi i na donju čeljust, iako su njene kretnje do određenog opsega ograničene (relativno mali iznos određenih kretnji) (178). Primjerice, metoda gotskog luka, je sustav temeljen na dva stupnja slobode (dvije translacije, naprijed - nazad te lijevo - desno). Poznato je da se donja čeljust deformira pod utjecajem (mišićnih) sila. Međutim, iznos deformacije je minimalan (179,180), te je kod ovakvih proučavanja kinematike, kako navode Röhle i sur. (163) opravdano promatrati donju čeljust kao kruto tijelo. Kretnja krutog tijela može se izraziti kao prostorni odnos dvije pravokutne koordinate (3). Kada se kruto tijelo pomakne od jedne do druge točke, taj pokret se matematički može opisati kao relativni odnos između dva para pravokutnih koordinata (3). Položaj slobodnog krutog tijela u prostoru određuje se uz pomoć dva koordinatna sustava. Jedan je nepomičan i vezan za zemljinu koru, dok je drugi pomičan i vezan za slobodno kruto tijelo. Same koordinate slobodnog krutog tijela nisu dovoljne za određivanje njegovog položaja, jer ne definiraju njegovu orijentaciju. Orijentacija se određuje Eulerovim kutovima: φ, θ, ψ (phi, \theta, \psi) (tj α, β, γ). Skalarne veličine x, y, z, α, β, γ (koordinate položaja slobodnog krutog tijela) određuju položaj slobodnog krutog tijela u prostoru (176). Samo gibanje slobodnog krutog tijela određeno je jednadžbama; $x_A=x_A(t)$, $y_A=y_A(t)$, $z_A=z_A(t)$, $\alpha_A=\alpha_A(t)$, $\beta_A=\beta_A(t)$, $\gamma_A=\gamma_A(t)$. Ako su koordinate x, y, z, α, β, γ konstantne veličine, tijelo miruje, a ako se najmanje jedna od njih mijenja, tijelo se giba (176). Kod ovakvog proučavanja gibanja donje čeljusti, iako se translacijske i rotacijske osi nužno ne poklapaju, koriste se tri ortogonalne osi kartezijevog koordinatnog sustava koji se ravna prema korištenim anatomskim ravninama (178). Translacije se mogu opisati kao anteroposteriorna (x os), mediolateralna (y os) i superoinferiorna (z os) kretnja. Rotacije se opisuju oko istih osi, tj x, y i z (181). Svaka kretnja se može izraziti kao jedinstvena kombinacija šest neovisnih osnovnih pokreta (šest stupnjeva slobode) (178).



Slika 8. Slobodno kruto tijelo koje se giba u prostoru i čiji je položaj određen s tri točke (A, B, C), ima šest stupnjeva slobode gibanja (preuzeto iz (176)).

Iz dobivenih podataka omogućena je 3D rekonstrukcija trajektorija bilo koje točke na donjoj čeljusti (matematičkom transformacijom), uključujući i unutrašnjost kondila (pod pretpostavkom da je donja čeljust kruto tijelo) (182). Ovakav pristup pruža detaljnije informacije o kretnjama donje čeljusti, naspram praćenja jedne mandibularne točke (npr. incizijske točke), koja je smještena izvan kondila (182).

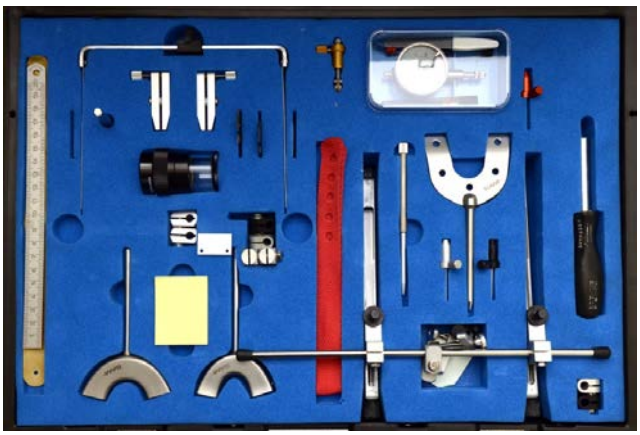
1.4.2. Uređaji za snimanje kretnji donje čeljusti

Proučavanje kretnji donje čeljusti, s konačnom svrhom liječenja patoloških stanja TMZ-a i donje čeljusti, bilo je uvijek zanimljivo područje u stomatologiji. Klasični dijagnostički postupci kod evaluacije kondilnih pokreta su palpacija i auskultacija (183). Iako su korisni u kliničkom radu, ne dozvoljavaju preciznu lokalizaciju kondilnih pokreta i položaja (184). Najčešće su ciljevi razvoja uređaja za proučavanje kretnji donje čeljusti bili objektivizacija dijagnoze muskuloskeletalnih poremećaja donje čeljusti, praćenje terapije takvih poremećaja, te evaluacija funkcijskih rezultata protetske terapije. U zadnje vrijeme, uređaji za kvantifikaciju pokreta donje čeljusti ušli su u kliničku upotrebu (185).

Snimanje kretnji donje čeljusti započelo je 1889. godine, s Luceom (186), i fotografskom tehnikom. Gledala se refleksija svjetla na oznakama smještenim na obraznom luku (186). 1896. godine Ulrich i Walker (187) predstavili su metodu snimanja kretnji donje čeljusti. Pisača igla bila je pričvršćena za donju čeljust, a registracijska pločica za gornju čeljust (185). 1897. godine Hesse (188) je primijenio intraoralni pisač, smješten na mjestu izgubljenog donjeg prvog kutnjaka, koji je radio impresije na ebonitnoj pločici u gornjoj čeljusti. McCollum i Stuart (189), još su davne 1934. godine osmislili prvi uređaj za istovremeno, trodimenzionalno praćenje kretnji donje čeljusti, koristeći tehniku pantografije. Iako ne spada pod suvremene uređaje koji matematičkim principom šest stupnjeva slobode

izračunavaju kretnje i odrednice čeljusti, Bando i sur. (3) navode da je to bila prva tehnika snimanja kretnji donje čeljusti na temelju šest stupnjeva slobode. Uređaj je imao stilus s lijeve i desne strane, koji je snimao vertikalne i lateralne putanje kondila. Pored toga, imao je i dva anteriorna stilusa, smještena u sredini: jedan vertikalan za snimanje incizijske točke, i jedan horizontalan za snimanje kretnje otvaranja i zatvaranja (190). Case Gnathic Replicator (razvijen od strane Messermana i Gibbsa 1969 (191)), bio je jedan od prvih elektroničkih sustava za precizno 3D snimanje kretnji donje čeljusti (192). Levin i sur. (193) opisali su uređaj za snimanje kretnji donje čeljusti na temelju magneta, koji je dao osnovu za klinički jednostavnije i komercijalno dostupnije magnetske sustave, tipa Sirognathograph Analyzing System (194,195).

Airoldi i sur. (196) navode da uređaj za snimanje kretnji donje čeljusti ne smije biti invazivan, ne smije interferirati s funkcijom čeljusti i mekog tkiva, te ne smije ograničavati pokrete. Mora biti jednostavan za upotrebu, mora omogućavati snimanje cijele donje čeljusti, a ne samo jedne točke. Röhle i sur. (163) navode i da takav uređaj ne smije biti pomičan u odnosu na donju čeljust, ne smije stvarati neugodu za pacijenta, niti izazivati pojačanu salivaciju (autori su proučavali žvačne trajektorije uz pomoć uređaja na temelju šest stupnjeva slobode).



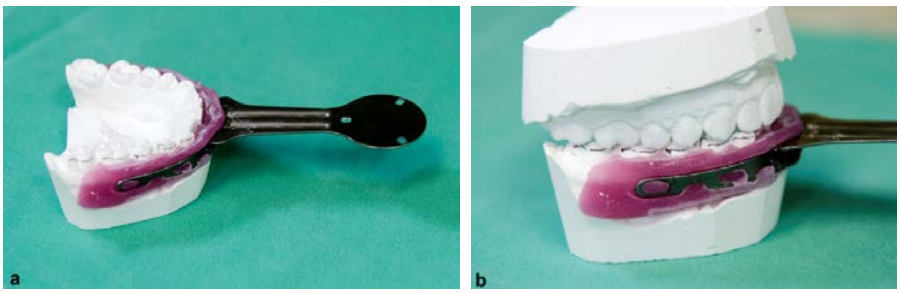
Slika 9. Mehanički aksiograf SAM.

Tijekom proteklih 60 godina susrećemo se razna imena (ovisno o konstrukciji i načinu snimanja pokreta) naprava za proučavanje pokreta donje čeljusti; aksiografija, pantografija, stereografija, kondilografija, itd., uz još veću raznolikost imena pojedinačnih uređaja (Vicon MX, Case Gnathic Replicator, Photoelectric Mandibulograph, Sirognathograph, Mandibular Kinesiograph, Selspot, JAWS-3D, OKAS-3D, Mac Reflex, Bio Pack, MM-JI-E, MM-J2, Trimet, i drugi) te eksperimentalnih uređaja (197) (Slika 9 i 10).



Slika 10. Primjer uređaja za snimanje kretnji donje čeljusti na temelju šest stupnjeva slobode (ultrazvučni princip).

U posljednje vrijeme većina novo razvijenih korištenih uređaja za snimanje kretnji donje čeljusti (u ovom slučaju donje čeljusti, ali se slični/isti uređaji koriste i za druge dijelove tijela), u stranoj literaturi svrstava se pod naziv „*jaw motion tracking device*“ ili „*motion capture system*“, „*jaw tracking system*“, „*jaw movement tracking device*“ itd., „*with six degrees of freedom*“ (163,196,198-208). Na hrvatskom bi prikladan naziv bio uređaji za snimanje kretnji donje čeljusti temeljeni na šest stupnjeva slobode. Naziv šest stupnjeva slobode potječe iz fizike (mehanika krutog tijela), te označava princip funkcioniranja takvog uređaja. Iz registriranih podataka (npr. ultrazvučnim principom) kretnji donje čeljusti, moguće je matematičkom transformacijom doći do trajektorija bilo koje točke donje čeljusti (182). Obrez i Gallo (182) navode da je tek razvojem trodimenzijskih sustava za snimanje opremljenim sofisticiranim software-om za matematičku transformaciju dobivenih podataka, omogućena procjena kondilnih kretnji relativno precizno.



Slika 11a i b. Paraokluzijska žlica na modelu.

U prošlosti je većina uređaja za snimanje kretnji donje čeljusti interferirala sa zatvaranjem usta, ili maksimalnom interkuspidacijom, onemogućavajući snimanje nekih pokreta i položaja donje čeljusti (209). Soboleva i sur. (185) navode kako su žlice, veličina i težina pantografa, nesumnjivo interferirale s prirodnim pokretima donje čeljusti. Današnji uređaji su puno gracilniji, te je za očekivati kako imaju manje utjecaja na deformaciju kretnji donje čeljusti i kondila. I način pričvršćivanja donjeg luka kod aksiografa/pantografa/uređaja za snimanje kretnji donje čeljusti na temelju šest stupnjeva slobode na donji zubni niz, prilagodio se lakšim uređajima. U stranoj literaturi, žlica kojom se donji luk uređaja za snimanje kretnji donje čeljusti pričvrsti za donji zubni niz („paraokluzijska žlica“, Slika 11a i b)), spominje se pod nazivom „*functional occlusal clutch*“ tj „*paraocclusal tray*“, i „*tray clutch*“ tj „*occlusal tray*“ (210,211). „*Functional occlusal clutch*“/„*paraocclusal tray*“ podrazumijeva žlicu koja je funkcijski prilagođena, te ne smeta kretnjama donje čeljusti. „*Tray clutch*“ su žlice koje su se koristile (i još se koriste) kod snimanja pokreta donje čeljusti (Slika 12). Imaju oblik žlice za otiske, te pokrivaju cjelokupnu okluzijsku/incizijsku plohu donjih zuba. Fiksiraju se obično silikonskim materijalom za otisak. Pieshlinger i sur. (212) navode da „*tray clutch*“ podizanjem vertikalne dimenzije i prekrivanjem okluzijskih površina zuba, može promijeniti okluziju i kretnje donje čeljusti. U istraživanju Fischer-Brandies i sur. (211), sa Stereognathographom PC, povećanje vertikalne dimenzije okluzije (što se očekuje kod „*tray clutch*“), dovelo je do blagog smanjenja ponovljivosti. Han i sur. (210) istraživali su kretnje donje čeljusti upotrebom „*tray clutch*“ i „*functional occlusal clutch*“ kod metode kompjutorizirane aksiografije. Iako su obrisi, smjer i veličina kretnji bile slične kod oba načina (nije bilo statistički značajne razlike), kretnje s „*functional occlusal clutch*“ bile su se kongruentnije i regularnije. Autori su napomenuli i mogućnost lažno pozitivnih rezultata kod „*tray clutch*“.



Slika 12. Okluzijska žlica.

Istraživanja (183,196,205,213-215) su utvrdila preciznost i pouzdanost uređaja za snimanje kretnji donje čeljusti. Spominjana pogreška uređaja za snimanje kretnji donje čeljusti na temelju šest stupnjeva slobode je 0,1 mm (3,216). Mantout i sur. (183) istraživali su pouzdanost i ponovljivost kompjutorizirane kondilografije Cadiax 5.12 (Gamma, Beč, Austrija). Kondilograf se učvrstio na poluprilagodljivi artikulator, te su kretnje ručno izvedene na određenim vrijednostima kuta nagiba kondilne staze (SCI) i Bennettovog kuta (BK). Utvrdilo se da je uređaj pouzdan (± 0,5°). U istraživanju Hernandeza i sur. (213) s Denar Cadiax Compact (Waterpik Technologies, Fort Collins, SAD) utvrđena je korelacija mjerenja unutar klase za ponovljena mjerenja SCI i BK u rasponu od 0,83-0,99. Jankelson (214) je testirao točnost podataka uređaja za snimanje kretnji donje čeljusti Mandibular Kinesiograph. Utvrdio se precizan prikaz kretnji donje čeljusti, na razini incizijske točke. Dobiveni podatci imali su preciznost unutar 1,5% stvarnih vrijednosti. Ogawa i sur. (205) usporedili su digitalni i optoelektronički uređaj za snimanje kretnji donje čeljusti. Uređaji su imali sličnu pogrešku. Airoldi i sur. (196) mjerili su preciznost uređaja za snimanje kretnji donje čeljusti na temelju šest stupnjeva slobode (JAWS-3D). Putanja određene točke je izmjerena s greškom od 0,11% do 1,33%, što je klinički prihvatljivo (196). Maksimalna pogreška prilikom računanja kutova, iznosila je 0,7%. Pröschel i sur. (215) mjerili su preciznost ArcusDigme (Kavo, Biberach, Njemačka) na Dentatus artikulatoru (Dentatus, Stockholm, Švedska), koji je imitirao mehaničku napravu za testiranje. SCI vrijednosti su mjerene od 10-60°, a Bennettov kut od 0-40° (u razmacima od 10°). Srednja vrijednost devijacija mjerenih kutova SCI bila je između 1,5 i 0°, dok je srednja vrijednost devijacija BK varirala od -0,5 do -1,3°.

Prilikom mjerenja kretnji donje čeljusti, izmjerene vrijednosti ne ovise samo o morfologiji zglobne jamice i kvržice. Kretnje donje čeljusti, osim zglobne jamice i kvržice, definiraju zglobna pločica, stupanj napetosti pripadajućih ligamenata, neuromuskularni sustav, te plohe zuba (217). Widman (218) je pronašao jaku korelaciju između aksiografski određene SCI vrijednosti i anatomske vrijednosti nagiba stražnjeg zida zglobne kvržice (kefalometrijski određene). Isberg i sur. (219) pronašli su na 14 ispitanika prosječnu razliku između putanje kondila i nagiba zglobne kvržice od 7,6°. Iako su istraživanja pronašla korelaciju nagiba zglobne kvržice i nagiba putanje kondila (218-220), treba imati na umu da uređaji za snimanje kretnji donje čeljusti prate putanju referentne točke kondila. S druge strane, istraživanja nagiba zglobne kvržice uz pomoć radiografskih metoda (93,221,222) ili na anatomskim preparatima lubanja (eng. *„dry bone specimens“*) (223-225) zanemaruju zglobnu pločicu, koja ima veliki utjecaj na funkciju kondila i donje čeljusti.

1.4.3. Referentni sustavi prikaza kretnji donje čeljusti

Kod snimanja i analize kretnji temporomandibularnih kondila i donje čeljusti uz pomoć uređaja za snimanje kretnji donje čeljusti, mogu se koristiti različiti referentni sustavi. Najčešće korišteni referentni sustavi su:

- Šarnirska os (eng. „*hinge axis*“)
- Kinematski centar (eng. „*kinematic center*“)
- Trenutni centar rotacije (eng. „*instantaneous center of rotation*“)
- Helična os (eng. „*helical*/*screw axis*“).

S obzirom na veličinu kondila (u medio-lateralnom smjeru 15-20 mm, a antero-posteriorno 8-10 mm (14)), potrebno se referirati na određenu točku (referentna točka), čije će kretnje predstavljati kretnje kondila tj. donje čeljusti. Različita istraživanja su koristila različite referentne točke; npr. Zimmer i sur. (226) koristili su točku blizu lateralnog pola kondila, Kohno i Nakano (227) koristili su središnju točku lijevog i desnog kondila, Zamacona i sur. (228), Krzemien i Baron (229) koristili su šarnirsku os, Baqaien i sur. (199), Ćatić i Naeije (230) koristili su kinematski centar. Iako je zbog različitih referentnih točki otežana usporedba između različitih istraživanja, smatra se da je kod protruzijske kretnje iznos rotacije minimalan, te da točke unutar i okolo kondila imaju približno istu protruzijsku putanju (231). Time se olakšava usporedba prednjih i stražnjih protruzijskih odrednica okluzije u sagitalnoj ravnini između različitih istraživanja. Prilikom kretnji kod kojih dolazi do rotacije kondila mogu se očekivati određene razlike proizašle odabirom različitih kondilnih referentnih točki (otvaranje - zatvaranje usta, lijeva i desna laterotruzija, itd.). Zimmer i sur. (226) naglašavaju da se kod interpretacije aksiografskih snimki (kod kojih je referentna točka šarnirska os) mora voditi računa da su to kretnje individualne šarnirske osi, te se ne poklapaju s kretnjom specifične anatomske točke unutar ili na kondilu. Iako Zimmer i sur. (226) spominju šarnirsku os koju su koristili u svom istraživanju, isti princip vrijedi i za sve druge referentne točke, te prilikom tumačenja kretnji treba imati na umu da su dobivene kretnje referentne točke, a ne cijelog kondila ili neke druge točke unutar ili okolo kondila.

SIT (eng. „*sagittal incisal point*“/„*incisal point*“) je točka između središnjih donjih sjekutića. Kod proučavanja kretnji donje čeljusti, česta je prednja referentna točka (83,97,232,233).

Kinematski centar predložen je za standardnu referentnu točku prilikom proučavanja kretnji donje čeljusti (234,235). Kinematski centar temporomandibularnog kondila je ona točka kondila koja maksimalno prati istu putanju prilikom različitih mandibularnih kretnji. S obzirom da su putanje kinematskog centra određene konturom zglobne kvržice, razmjerno su

slabo osjetljive na rotacijsku komponentu mandibularnih kretnji (234,236). Neki autori (235,237-239) smatraju ga idealnom referentnom točkom za proučavanje kretnje temporomandibularnog kondila. Bando i sur. (3) objasnili su kinematski centar na jednostavan način, kao os koja ima najmanju debljinu, i prati jednostavnu krivulju, gledano unutar sagitalnih kondilnih kretnji. Prema Pröschelu i sur. (240) kinematski centar u prosjeku se nalazi anteriorno i superiorno u odnosu na šarnirsku os.

Istraživanja Ćatića i Naeija (230), Merlinia i Pallae (17) te Zwijnenburga i sur. (241) potvrđuju da je usporedba kondilnih kretnji između istraživanja jedino moguća kada su korišteni isti referentni sustavi. Tokiwa i sur. (242) u istraživanju na 18 ispitanika dobili su razlike smještaja terminalne šarnirske osi, kinematske osi, i lateralnog pola kondila. Srednja udaljenost terminalne šarnirske osi iznosila je 12,9 mm anteriorno od poriona, te 5,3 mm inferiorno od Frankfurtske horizontale (FH), kinematske osi 10,7 mm anteriorno, te 0,1 mm inferiorno, a točke lateralnog pola kondila 10,7 mm anteriorno, te 0,8 mm inferiorno.

1.4.4. Referentna ravnina

Prilikom proučavanja kretnji kondila/donje čeljusti, uz referentnu točku, neophodno je definirati i referentnu ravninu. Najčešće korištene horizontalne referentne ravnine su FH, Camperova ravnina (CP) te osno-orbitna ravnina (AO).

Frankfurtska horizontala predstavlja liniju iz točke *orbitale* (najniža točka infraorbitalnog ruba) do točke *porion* (najviša točka gornjega ruba vanjskog slušnog hodnika) (243,244). Smatra se stabilnom, te gubitak zuba ne utječe na njen smještaj (245).

CP nazvana je po Petrusu Camperu, nizozemskom anatomu, koji je 1786. godine definirao liniju „*Ala of nose to the center of the external auditory meatus*“ (246). Njena pouzdanost provjerena je godinama kliničkog rada (247). „*The glossary of prosthodontic t*erms“ (47) daje dvije definicije CP (eng. „*Camper's plane“* i „*Camper's line“/„Ala-Tragus line“*). CP je ravnina određena donjom granicom nosnih krila (ili prosjekom lijevog i desnog) i gornjom granicom tragusa oba uha (47). Druga definicija glasi da je to ravnina određena akantionom i centrom *meatus acusticus externus* (47).

AO je horizontalna ravnina koja spaja transverzalnu horizontalnu os donje čeljusti s točkom na donjem rubu desne ili lijeve orbite (*orbitale*) (47).

Istraživanja (248,249) su koristila i Denarovu ravninu. Denarova ravnina se sastoji od stražnjih referentnih točki koje predstavljaju terminalnu šarnirsku os, i prednje referentne točke koja je smještena 43 mm od incizijskog brida središnjeg ili lateralnog sjekutića, prema unutarnjem kutu oka (248,250).

Prilikom usporedbe različitih istraživanja, treba imati na umu utvrđene razlike između referentnih ravnina (243,247,251-253), čime je otežana njihova direktna usporedba. Seifert i sur. (243) kod 60 ispitanika našli su prosječni kut između FH i CP od 16,7° (od 12,5°-21°). Između CP i FH Downs (253) je dobio varijacije kuta od 1,5° do 14°. Olsson i Posselt (251), dobili su prosječnu vrijednost kuta između CP i FH od 17,1°. Ow i sur. (252) navode prosječnu vrijednost tog kuta (FH-CP) od 19,2° (za kinesku populaciju). Venugopalan i sur. (254) navode i razlike orijentacije CP kod različitih klasa po Angleu. U istraživanju Owa i sur. (252) nisu se dobile statistički značajne razlike kod klasa po Angleu, iako je A2 imala veće vrijednosti referentnih kraniofacijalnih kutova (kut FH-okluzijska linija, FH-CP). U istom istraživanju, Ow i sur. (252) navode razliku kraniofacijalnih referentnih kutova između različitih rasa (bijela i žuta rasa). Kumar i sur. (247) našli su prosječnu vrijednost kuta FH - okluzijska ravnina od 11,96°.

1.5. Individualizacija artikulatora

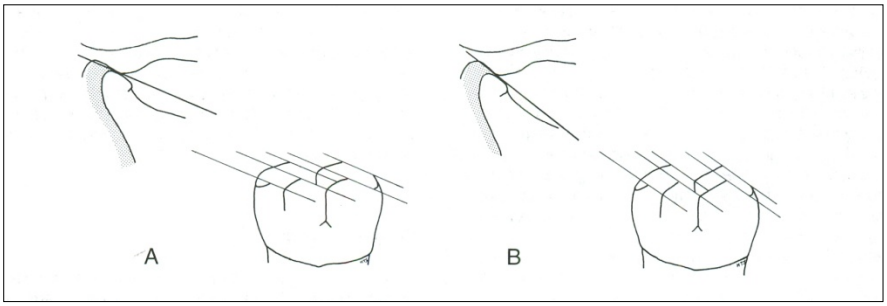
1.5.1. Kut nagiba kondilne staze

Kondilno vođenje (eng. „*condylar guidance*“) definirano je kao mandibularno vođenje kondilima i zglobnom pločicom prelazeći preko kontura zglobne jamice (47). Kut nagiba kondilne staze (SCI) definira se kao kut između zglobne kvržice i neke od horizontalnih referentnih ravnina (225,255) (FH, CP, AO itd.). U literaturi se spominju razna imena za SCI, koja opisuju nagib kvržice i putanju kondila. U hrvatskom uvriježeni nazivi su sagitalna kondilna inklinacija, kut nagiba kondilne staze, nagib kondilne staze. U engleskom najčešći nazivi su „*inclination of the slope*“ (256), „*sagittal condylar path inclination*“ *(257)*, „*horizontal condylar inclination*“ (258), „*condylar guidance angle*“ (244), „*horizontal condylar guidance*“ (244), „*angle of eminentia*“ (259), „*articular eminence incination*“ (225), „*condylar path angle*“ (213), „*condylar path inclination*“ (96), itd. Između nekih od tih naziva treba naglasiti razliku („*angle of eminentia*“ *i* „*inclination of the slope*“ odnose se na samu zglobnu kvržicu, dok se „*condylar path angle*“ i „*condylar path inclination*“ odnose na samu putanju kondila, koja ne ovisi isključivo o zglobnoj kvržici). Pored same zglobne kvržice vođene mandibularne kretnje ovise i o zglobnoj pločici, stupnju napetosti pripadajućih ligamenata, neuromuskularnom sustavu, te zubnim površinama (217). Neovisno o mnoštvu različitih naziva koji se isprepliću u literaturi, oni se uglavnom koriste za istu stvar, tj. opisivanje puta kojim kondil klizi niz zglobnu kvržicu tijekom kretnje protruzije i otvaranja usta. Ako bi se htjela napraviti distinkcija između naziva, istraživanja na lubanjama i

radiografska istraživanja opisuju nagib zglobne kvržice, dok vrijednosti dobivene instrumentima za snimanje kretnji donje čeljusti opisuju samu putanja kondila.

Istraživanja su utvrdila da se aksiografski izmjerene SCI vrijednosti podudaraju s oblikom zglobne kvržice (218,220). Sülün i sur. (260) ustanovili su pozitivnu korelaciju između vrijednosti SCI te visine zglobne kvržice i dubine zglobne jamice.

SCI diktira putanju kondilne kretnje, stupanj rotacije između kondila i zglobne pločice (220,225), te utječe na angulaciju kvržica u protruzijskoj i laterotruzijskoj kretnji (neradna strana, Slika 13) (261). Ukoliko je kut nagiba kondilne staze postavljen na strmiju vrijednost od stvarne pacijentove, može se dogoditi „pozitivna pogreška“ (eng. „*positive error*“), tj. okluzijska interferenca nakon cementiranja protetskog nadomjeska. Ukoliko je kut nagiba kondilne staze postavljen na manju vrijednost od stvarne pacijentove, može se dogoditi „negativna pogreška“ (eng. „*negative error*“), što rezultira većim razmakom između protetskog nadomjeska i antagonista prilikom kretnji donje čeljusti (261).



Slika 13. Prikaz kuta nagiba kondilne staze (SCI), te njegovog utjecaja na kvržice stražnjih zuba (preuzeto iz (24)).

Bumann i sur. (20) navode da ako se želi približna reprodukcija pacijentove dinamičke okluzije, barem SCI vrijednost artikulatora se mora individualno programirati (Slika 14). Price i suradnici (262) istraživali su utjecaj promjene postavki artikulatora na okluzijsku morfologiju i kretnje donje čeljusti. Istraživanje je utvrdilo da promjena od 5° u vrijednosti SCI, uzrokuje promjenu od 0,24 mm visine kvržice prvog kutnjaka prilikom laterotruzije (neradna strana), a 0,16 mm prilikom protruzijske kretnje (3 mm od početka kretnje). Weinberg (263) je ustvrdio da pogreška SCI od 5° uzrokuje pogrešku od 0,1 mm na drugom kutnjaku prilikom laterotruzijske kretnje (neradna strana). Ta istraživanja (262,263) pokazuju potrebu što točnijeg namještanja postavki artikulatora prilikom izrade protetskih radova. Potencijalne okluzijske interference mogu produžiti vrijeme potrebno za okluzijsku prilagodbu protetskog nadomjestka, prilikom faze predaje gotovog rada (264).

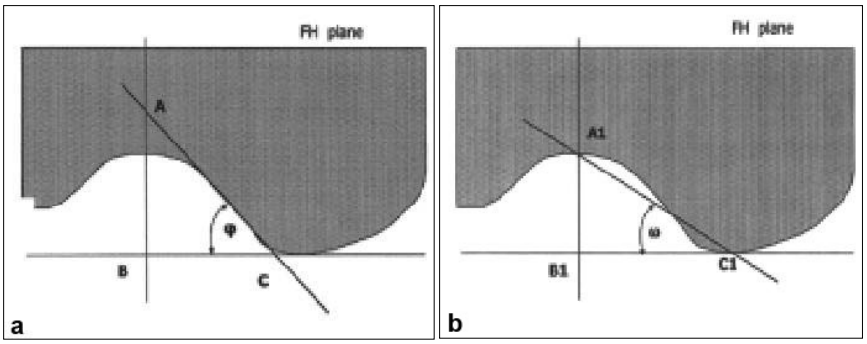


Slika 14. Podešavanje kondilnog vođenja u artikulatoru.

SCI se može određivati raznim metodama. Baccetti i sur. (265) koristili su konvencionalnu radiologiju. Katsavrias (266), te Pandisi sur. (267) koristili su tomografiju. Gokalp i sur. (268), Kurita i sur. (269,270), Sülün i sur. (260) koristili su MR. Yamada i sur. (271), Estomaguio i sur. (272), Kikuchi i sur. (273) koristili su CT. Sümbüllü i sur. (274) i Ilgüy i sur. (275) za proučavanje morfologije zglobne kvržice (i njene inklinacije) koristili su CBCT. Žabarović i sur. (223), Gilboa i sur. (276), Jasinevicius i sur. (259), Jasinevicius i sur. (224), Katsavrias (225), Ikai i sur. (277), Koyoumdjisky (256) istraživali su na anatomskim preparatima lubanja. Donaldson i Clayton (278) koristili su mehanički pantograf, Hernandez i sur. (213) i Payne (279) digitalni pantograf, Heiser i sur. mehaničku aksiografiju (280), Motoyoshi i sur. (281), Stamm i sur. (96) kompjutoriziranu aksiografiju, Wagner i sur. (282) optoelektroničku aksiografiju, Reicheneder i sur. (255), Dodić i sur. (283), Baqaien i sur. (199), Reicheneder i sur. (281) ultrazvučni uređaj za snimanje kretnji donje čeljusti na temelju šest stupnjeva slobode, uz još razne druge uređaje za snimanje kretnji donje čeljusti (284,285).

Između različitih metoda određivanja SCI mogu se očekivati određene razlike. Gilboa i sur. (276) proučavali su korelaciju između anatomskog oblika zglobne kvržice i pripadajućih panoramskih snimki lubanja. Vrijednosti SCI očitane s radiografskih snimki, u prosjeku, imale su 7° veće vrijednosti od vrijednosti dobivenih mjerenjima na lubanjama, ali je utvrđena značajna korelacija radiografskih i anatomskih vrijednosti. U usporedbi s vrijednostima SCI dobivenim protruzijskim registratom, pantografskim metodama utvrđene su više vrijednosti (248,286,287). Christensen i Slabbert (288) zaključili su da se SCI određen radiografski i intraoralno ne podudaraju. U istraživanju Shreshtae i sur. (289) SCI određen uz pomoć CT-a, imao je 10° veće vrijednosti od SCI određenog protruzijskim registratom. U sličnim istraživanjima Sreelal i sur. (244) i Tannamala i sur. (290) (usporedba protruzijskih registrata i lateralnog kefalograma (244), odnosno panoramske snimke (290)), nisu pronašli statistički

značajne razlike u SCI vrijednostima između dvije metode, iako je radigrafska metoda imala u prosjeku više vrijednosti. S obzirom na prikazana istraživanja (244,248,276,286-290), može se zaključiti da se teško mogu uspoređivati istraživanja drukčije metodologije.



Slika 15a i b. Dva uobičajena načina mjerenja inklinacije zglobne kvržice (kod radiografskih metoda i mjerenja na anatomskim preparatima lubanjama, preuzeto iz (225)).

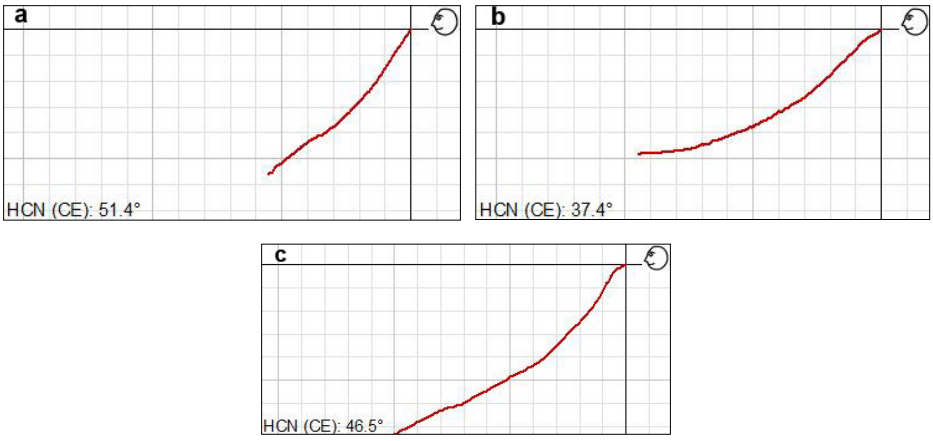
Kada se SCI proučava na lubanjama te radiografskim metodama, uobičajena su dva načina mjerenja (225,291) (Slika 15a i b). Prvi način je mjerenje kuta između horizontalne referentne ravnine i linije koja najviše odgovara (eng. „*best fit line*“) konturi zglobne kvržice, odnosno njenom srednjem/radnom dijelu. Drugi način je mjerenje kuta između horizontalne referentne ravnine i linije koja spaja dno zglobne jamice i vrh zglobne kvržice. SCI vrijednosti izmjerene drugom metodom uvjetovane su razvojem visine kvržice, te odnosom jamice i kvržice, dok se kod prve metode oslanja na stražnji zid zglobne kvržice tj. mjesto kondilne putanje (225). Katsavrias (225) je dobio 19° veće vrijednosti SCI mjerene „*best fit line*“ metodom od metode s linijom koja spaja dno zglobne jamice i vrh zglobne kvržice. Kod radiografskog mjerenja SCI vrijednosti, moguća je i usporedba između dva položaja donje čeljusti (dvije snimke, gdje se dodatna snimka radi u protruzijskom položaju donje čeljusti). Sreelal i sur. (244) mjerili su SCI vrijednosti usporedbom dva lateralna kefalograma; jedan u centričnom položaju, a drugi u protruzijskom položaju. Autori (244) navode da je protruzijski položaj bio udaljen 3-6 mm prema dolje i naprijed, od položaja centrične relacije (gledano na SIT), te se fiksirao akrilatnim jigom. SCI se izračunao između linije koja spaja točku *condylion* (najsuperiornija točka kondila) oba kefalograma, te FH. Shreshta i sur. (289) su za usporedbu s FH uzeli liniju koja spaja anterosuperiornu točku zglobne jamice i najkonveksniju točku vrha zglobne kvržice.

Intraoralna registracija SCI vrijednosti podrazumijeva uzimanje protruzijskog registrata (tj. lijeve i desne laterotruzije za određivanje BK). Protruzijski registrat se odredi,

obično, u položaju brid na brid. Postavi se precizno na model u artikulatoru. Incizijski stolić se spusti, te se modeli spoje. Kondili artikulatora su dislocirani naprijed i dolje (definirano protruzijskim registratom). Kondilno kućište se rotira, sve dok SCI (na kućištu artikulatora) ne ostvari lagani kontakt s kondilom (20). U literaturi se spominju različiti materijali za uzimanje protruzijskih registrata; vosak, kompozicijske mase, cink oksid eugenol pasta, polieter (264). Greške koje se mogu dogoditi kod određivanja SCI s protruzijskim registratima su pomak modela (zbog loše adaptacije na registrat), deformacija registrata (vosak), te frikcijska inhibicija pokreta kondilnih komponenti artikulatora (292,293). Neka istraživanja su utvrdila varijabilnost SCI između različitih ispitivača, vrste materijala te uzastopnih registrata (289,294,295). Gross i sur. (294,295) našli su i razliku SCI vrijednosti u istraživanju na tri artikulatora različitih proizvođača. Autori navode da je Hanau konstantno imao najmanju angulaciju, a Whip Mix najveću.

I vrijednosti SCI dobivene uređajima za snimanje kretnji donje čeljusti mogu se razlikovati ovisno o „mjestu mjerenja“. Baquaien i sur. (200) uz pomoć uređaja za snimanje kretnji donje čeljusti na temelju šest stupnjeva slobode, mjerili su SCI svakog milimetra za prvih 10 mm, te onda izračunali prosjek mjerenja. Neki autori mjerili su SCI prva tri milimetra protruzijskog kondilnog puta (283). U istraživanju Zamaconae i sur. (228) uz pomoć pantografskog uređaja, SCI su određene metodom tangente, na protruzijskim krivuljama. Čimić i sur. (296) utvrdili su utjecaj mjesta mjerenja kondilnog puta na vrijednosti SCI.

Ichikawa i Laskin (297) podijelili su zglobne kvržice prema inklinaciji u tri različita morfološka tipa; izbočene („*protuberant*“), umjerene („*moderate*“), i plitke („*flat*“). Payne (279) spominje prosječnu vrijednost SCI kod 7 različitih istraživanja od 38°.



Slika 16a - c. Prikaz varijacija kondilnog puta i vrijednosti kuta nagiba kondilne staze (SCI) (KiD „*Articulator Report*“).

Razna istraživanja su našla različite prosječne vrijednosti SCI: Baqaien i sur. (200) desno 59,3° (SD 4,3), lijevo 58,2° (SD 3,6), Kohno i Nakano (227) 38,2°, Pelletier i Campbell (298) desno 46,2° (SD 7), lijevo 45,7° (SD 7,4), Zamacona i sur. (228) lijevo 36,6°, desno 35,75°, Hernandez i sur. (213) lijevo 48,8°, desno 48,8°, Shresta i sur. (289) (protruzijski voštani registrat) lijevo 33,3°, desno 33,6°, Sreelal i sur. (244) (protruzijski registrat) 39,9°, Reicheneder i sur. (255) desno 49,6°, lijevo 49,5°, Ogawa i sur. (299) 36,3° kod muških i 36,9° kod ženskih ispitanika, Ratzmann i sur. (300) (protruzijski registrat, SAM) desno 35,2°, lijevo 37,3°, Ecker i sur. (301) (protruzijski registrat) 31,4°, Payne (279) 42,7° itd. (Slika 16a – c).

Kod tumačenja vrijednosti SCI, treba voditi računa o korištenoj referentnoj ravnini. Razna istraživanja su upotrebljavala različite referentne ravnine (FH (225,229,276), AO (220), CP (228,283) i druge) i referentne točke (lateralni pol kondila (226), središnju točku kondila (227), šarnirsku os (229), kinematsku os (199) i druge), čime se uz različitu metodologiju (224,265-267,269,270,278), još dodatno otežava usporedba rezultata istraživanja.

1.5.1.1. Vrijednosti kuta nagiba kondilne staze kod malokluzija

Oblik i funkcija temporomandibularnog zgloba usko su povezani, te prihvat sila tijekom funkcije može imati značajan utjecaj na njegovu morfologiju (302-304). Arieta-Miranda i sur. (305) navode da pod utjecajem tenzijskih i kompresijskih sila koje okolne strukture ispoljavaju na TMZ, značajne sagitalne diskrepance mogu kompromitirati normalan odnos kondila i zglobne jamice. Neke studije su pronašle povezanost između određenih okluzijskih karakteristika i morfologije zglobne kvržice (302,303,306), dok druge nisu (307-309). U istraživanju Kasimoglua i sur. (310) ispitanici s jednostranim posteriornim križnim zagrizom imali su asimetričnu visinu kondila. Rodrigues i sur. (311) navode kako nije do kraja razjašnjen utjecaj okluzije na morfologiju zglobne kvržice.

Ricketts (312) je ustanovio da malokluzije A3 imaju pliću zglobnu jamicu i ravniju zglobnu kvržicu u usporedbi s A1 i A2. Seren i sur. (313) u istraživanju na 21 odraslom ispitaniku s netretiranom klasom III, našli su manje anteroposteriorne dimenzije zglobne jamice u odnosu na kontrolnu skupinu (18 ispitanika s neutrookluzijom). U istraživanju Cohlmiae i sur. (93) utvrđen je anteriorni položaj kondila kod klase III, te plića zglobna jamica. Katsavrias i Halazonetis (304) na aksijalnim tomogramima proučavali su oblik kondila i zglobne jamice u klase II/1, II/2 i klase III. Klasa III imala je izduženije kondile i inklinirane više prema naprijed, uz širu i pliću zglobnu jamicu. Klasa II/1 imala je kondile

anteriornije smještene od klase II/2. U istraživanju Minicha i sur. (314) utvrđene su značajne dentalne i skeletalne razlike između A1 i A2.

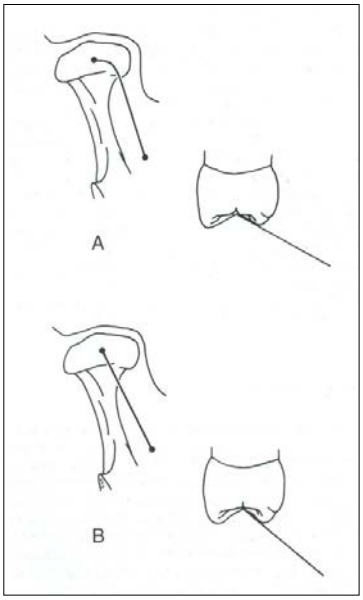
Razna istraživanja su utvrdila i funkcijske razlike kod ispitanika s različitom skeletalnom i okluzijskom morfologijom (96,226,315,316). Wang i sur. (239) našli su različite obrasce pokreta između ispitanika sa skeletalnom klasom III i kontrolne skupine. U istraživanju Wen-Ching Koa i sur. (123) pronađen je različit opseg pokreta ispitanika s klasom III i kontrolne skupine. Zimmer i sur. (317) našli su statistički značajno dužu protruzijsku i mediotruzijsku putanju kondila kod A2/1. Slijedila je A1, a A3 je imala u prosjeku najmanju putanju. Stamm i sur. (96) u istraživanju s elektroničkim aksiografom, dobili su veći opseg pokreta klase II/2 od kontrolne skupine.

Zimmer i sur. (226) kombinirali su snimke elektroničkom aksiografijom i lateralne kefalograme na 57 pacijenata. A1 (n=18) imala je srednju vrijednost SCI od 58°, A2 (n=20) 61°, a A3 (n=19) 47°. Između A1 i A2 nije bilo statistički značajne razlike, dok su kod A3 utvrđene niže vrijednosti. Stamm i sur. (96) u istraživanju s elektroničkim aksiografom, dobili su u prosjeku 7° više vrijednosti SCI kod klase II/2 prema kontrolnoj skupini (klasa I). Koeck i Severin (318) našli su 9° veće vrijednosti kod klase II/2 spram kontrolne skupine. Anders i sur. (319) aksiografskim ispitivanjem našli su 4,5° veće vrijednosti SCI kod klase II/2 u odnosu na klasu I. U istraživanju Motoyoshia i sur. (320) uz pomoć kompjutorizirane aksiografije, kod A1 (62,6, SD 6,0) i A2 (61,5, SD 5,0) utvrđene su slične vrijednosti SCI, dok je A3 (55,9, SD 5,9) imala niže vrijednosti. Wen-Ching Ko i sur. (123) nisu našli statistički značajnu razliku SCI vrijednosti kod skeletalne klase III (lijevo 41,10°, desno 44,59°) i kontrolne skupine (lijevo 46,31°, desno 47,09°), premda je klasa III imala niže vrijednosti. Cohlmia i sur. (93) nisu našli razliku SCI vrijednosti između normalnog (lijevo 57,79°, desno 54,62°), dubokog (lijevo 58,98°, desno 55,0°) i jako dubokog zagriza (lijevo 58,44°, desno 57,29°). Normalni zagriz predstavljao je 0-50% preklapanja prednjih zuba, duboki 50-75%, a jako duboki preko 75% preklapanja. Kod ispitanika s otvorenim zagrizom utvrđene su manje vrijednosti SCI. Iako su u istom istraživanju (93) imali dosta parametara, te su uspoređivali i različite klase po Angleu, za njih nisu naveli vrijednosti SCI. Dos Santos (321) istraživao je korelaciju SCI vrijednosti sa sagitalnim odnosom čeljusti (klasa I, II/1, II/2 i klasa III) na 43 ispitanika. Klasa II/2 imala je na desnoj strani statistički značajno više vrijednosti od ostalih klasa, a na lijevoj strani od klase II/1. Za razliku od većine istraživanja, uključeni su ispitanici s različitom klasom na lijevoj i desnoj strani, što otežava usporedbu s drugim istraživanjima. U istraživanju Canninga i sur. (316) utvrđena je statistički značajna razlika SCI vrijednosti između klase I i klase II (nisu razlikovali II/1 i II/2), gdje je klasa II

imala više vrijednosti. Razlika između klase I i klase II iznosila je na desnoj strani 4,87°, a na lijevoj strani 2,55°. Između klase I i III nije utvrđena razlika. Arieta-Miranda i sur. (305), uz pomoć CT-a, proučavali su prostorne odnose TMZ-a kod skeletalne klase I, II i III (ANB kut). Nagib eminencije (prema FH) imao je najviše vrijednosti kod klase I (58°, SD 7,3), najmanje kod klase III (42°, SD 9,2), dok je kod klase II utvrđena prosječna vrijednost od 51° (SD 7,8).

1.5.2. Imedijatni pomak u stranu

Imedijatni pomak u stranu (eng. „*immediate side shift*“ - ISS) pomak je kondila na početku mandibularne laterotruzije (322). ISS se događa tijekom laterotruzije prije nego što kondil neradne strane krene prema naprijed (323), tj. kretnja kondila se događa u smjeru okomitom na sagitalnu ravninu (324). Bennett je prvi opisao pomak donje čeljusti u laterotruzijskom smjeru (325). Nakon trenutne lateralne translacijske kretnje slijedi daljnje pomicanje donje čeljusti, progresivna lateralna translacijska kretnja (eng. *„progresive side shift*“), proporcionalna s kretnjom neradnog kondila prema naprijed (326). Ranije je ova kretnja bila poznata kao „Bennettov postranični pomak" (24). Potrebno je razlikovati i ranu lateralnu translacijsku kretnju (eng. *„early mandibular lateral translation*“) koja je definirana kao translacijski dio lateralne kretnje, kod kojeg se najveći dio kretnje događa rano prilikom kretnje prema naprijed neradnog kondila iz položaja CR (ali ne imedijatno) (47). Okeson (23) navodi da je veličina lateralne translacijske kretnje određena čvrstoćom unutarnjega horizontalnog dijela temporomandibularnog ligamenta pričvršćenoga za rotirajući kondil, i udaljenošću medijalne stjenke zglobne jamice od medijalnog pola orbitirajućeg kondila.



Slika 17. Utjecaj imedijatnog pomaka u stranu na okluziju (preuzeto iz (24)).

Pogrešno registrirani ISS može uzrokovati okluzijsku interferencu budućeg protetskog nadomjeska (327). Do greške dolazi jer se ISS odvija tijekom rane faze laterotruzije, kada još nije došlo do diskluzije stražnjih zuba (Slika 17). Ako širina jamice stražnjih zuba ne prati lateralnu kretnju antagonista, mogu nastati balansni dodiri na vestibularnim i oralnim kosinama kvržica (33,328). Smatra se da upotreba ISS (na artikulatoru koji ju može reproducirati) može biti korisna u eliminaciji tih balansnih (mediotruzijskih) dodira prije probe protetskog nadomjeska u ustima (329). Lundeen i sur. (327) proučavali su utjecaj graničnih kretnji donje čeljusti na okluzijsku morfologiju. Prisutnost većeg ISS (2,5-3,5 mm) utjecala je na „zaravnavanje“ putanje kvržica kutnjaka u frontalnoj ravnini. Hart i Sakumura (330) geometrijskim modelom utvrdili su da kretnja lateralnog pomaka u stranu (lateralni pomak tijekom prva 4 mm kretnje u stranu kondila) od 0,53 mm rezultira lateralnom kretnjom drugog kutnjaka od 0,22 mm, prvog kutnjaka 0,17 mm, drugog pretkutnjaka 0,11 mm, te prvog pretkutnjaka 0,06 mm. Što se pomak u stranu događa u ranijem dijelu laterotruzijske kretnje, to kvržice stražnjih zuba trebaju biti niže (23).

Tablica 4. Prikaz veličine imedijatnog pomaka u stranu (ISS) u dosadašnjim dostupnim istraživanjima.

Istraživanje (godina)	Metodologija	Prosječna vrijednost ISS (mm)
Bellanti i Martin (331) (1979)	Pantograf	0,3
Mongini (249) (1980)	Pantograf	0,41
Hobo i Mochizuki (332, 333) (1982)	Elektronski mjerač	0,4
Lundeen i Mendoza (329) (1984)	Pantograf Laterotruzijski registrat	D 1,66, L 1,5 D 1,04, L 0,96
Lundeen i Mendoza (324) (1984)	Pantograf	1,1
Ecker i sur. (301) (1984)	Voštani registrat	0,73
Hobo (250) (1986)	Elektronski mjerač	0,38
Beard i sur. (334) (1986)	Pantograf	0,36
Curtis (335) (1989)	Pantograf Interokluzijski registrat voskom	0,54 0,81
Goldenberg i sur. (322) (1990)	Pantograf	0,3
Koak i sur. (336) (2000)	Pantograf	D 0,55 L 0,43
Canning i sur. (316) (2011)	Pantograf	0,09
Halužan (337) (2012)	Ultrazvučni uređaj na temelju šest stupnjeva slobode	0,0

S obzirom da se smatra važnim čimbenikom prilikom protetske rehabilitacije (23,327,329,330) (utjecaj na okluzijsku morfologiju), značajan broj istraživanja bavio se proučavanjem ISS (250,316,322-324,338,339) (Tablica 4). Istraživanja su utvrdila da iznos ISS varira između pojedinaca, te intraindividualno između lijeve i desne laterotruzije (249,327,329,331). Chandrasekharan (323) navodi prosječnu vrijednost ISS od 0,75 mm. U Tablici 4 prikazane su dobivene veličine ISS kod raznih istraživanja. Aull (328) je našao postojanje trenutne ili rane lateralne translacijske kretnje odnosno pomaka u 86% ispitivanih kondila. Lundeen i Wirth (339), koristeći mehaničku aparaturu izmjerili su srednje vrijednosti od 1 do najviše 3 mm. Bellanti i Martin (331), uz pomoć pantografa, na 80 ispitanika, našli su prevalenciju ISS od 30% i prosječnu vrijednost od 0,3 mm. Lee (340) navodi da je kod 220 pacijenata u 99% slučajeva bio prisutan ISS (vođenjem ispitivača). Pomak do 0,5 mm imala su 2 pacijenta, od 0,5-1 mm 34, od 1-2 mm 116, od 2-3 mm 48, od 3-4 mm 18, a pomak preko 4 mm utvrđen je kod 4 pacijenta. Hobo i Mochizuki (332,333) su uz pomoć elektronskih mjerača dobili srednju vrijednost trenutne lateralne translacijske kretnje od 0,4 mm s najvišom vrijednošću od 2,6 mm. Lundeen i Mendoza (329) usporedili su ekstraoralnu (Flag System i Hinge Axis Recorder System, Almore International Inc., Beavertnon, SAD) i intraoralnu metodu (laterotruzijski registrat) mjerenja imedijatnog pomaka u stranu. Kod devet ispitanika dobili su vrijednosti ISS kod intraoralne metode 1,04 mm (SD 0,63) za desnu stranu, te 0,96 mm (SD 0,74) za lijevu stranu, te kod ekstraoralne metode 1,66 mm (1,29) na desnoj strani i 1,5 mm (SD 1,16) na lijevoj. Lundeen i Mendoza (324) kod 10 ispitanika, uz pomoć mehaničkog pantografa dobili su prosječnu vrijednost ISS 1,1 mm (min 0,5 mm, max 1,75 mm). Hobo (250) je uz pomoć elektronskog mjernog uređaja (na temelju šest stupnjeva slobode) kod 11 ispitanika (2 snimanja-22 zgloba, 44 snimke) dobio vrijednosti ISS u prosjeku 0,38 mm (SD 0,24). Goldenberg i sur. (322) uz pomoć pantografa na skupini potpuno ozubljenih ispitanika dobili su vrijednosti ISS od 0,3 mm (SD 0,18). Canning i sur. (316) kod 73 ispitanika, elektronskim pantografom, dobili su prosječnu vrijednost ISS 0,09 mm, te je 89 (61%) kondila imalo vrijednost od 0 mm. U istraživanju Halužan (337) ultrazvučnim uređajem za snimanje kretnji donje čeljusti na temelju šest stupnjeva slobode (ArcusDigma II, Kavo, Biberach, Njemačka), niti jedan ispitanik (n=20) nije imao vrijednost ISS iznad 0 mm. Lundeen i sur. (327) navode da od 163 ispitanika, niti jedan nije imao trenutni, tj. imedijatni pomak u stranu.

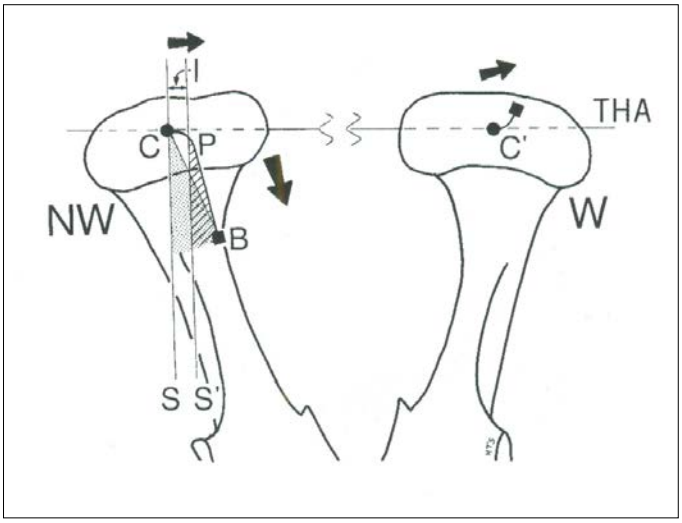
Različite vrijednosti ISS mogu se objasniti različitim materijalima i metodama. Levinson (338) je utvrdio varijabilnost ISS ovisno o metodi mjerenja. Na istom pacijentu je metodom gdje su kondili bili u najdistalnijem položaju (vođeno od strane terapeuta - metoda

vođenja brade) na početku mjerenja utvrdio ISS, dok metodom gdje su kondili bili u anterosuperiornom položaju nije utvrdio ISS. Autor (338) navodi da što se interpretira na pantografskim crtežima kao ISS može biti mogućnost pogreške, plutajućeg („*floating*“) kondila, ili njihove kombinacije. Pored početnog položaja kondila (338), sustavi za ekstraoralnu registraciju kretnji donje čeljusti, mogu dati i projekcijske pogreške uvjetovane udaljenošću mjesta registracije kretnje od mjesta kretnje (kondil) (26,329). Hobo (26) je utvrdio promjenu oblika orbite kod radnog i neradnog kondila kad je promatrana točka bila izvan samog kondila (na terminalnoj šarnirskoj osi). Kod nekih istraživanja ispitivač je vršio pritisak na bradu ispitanika kako bi se snimio puni opseg kretnje, tj došlo do „anatomskih“ vrijednosti (329,341). U istraživanju utjecaja ispitivača na vrijednosti ISS, Tupac (341) je utvrdio veće vrijednosti induciranog ISS (vođenje od strane ispitivača) od voljnog ISS (bez vođenja).

Pored dokazane varijabilnosti iznosa ISS (Tablica 4), Lee (340) navodi da je ISS povezan s rastom i razvojem te mišićnom funkcijom kod određenih tipova malokluzija. Autor (340) navodi da se veliki iznos ISS često može naći kod dubokog zagriza (klasa II/2), ali i kod klase III.

1.5.3. Bennettov kut

Kretnja neradnog kondila sastoji se od ISS i progresivnog pomaka u stranu (342) (imedijatna kretnja u stranu ne mora biti prisutna). Nakon ISS, slijedi daljnje postepeno pomicanje donje čeljusti tj progresivni pomak u stranu (progresivna lateralna translacijska kretnja, eng. „*progresive side shift*“), proporcionalno s kretnjom neradnog kondila prema naprijed (326,342). Kut koji zatvara kretnja orbitirajućeg (neradnog) kondila sa sagitalnom ravninom, gledano u horizontalnoj ravnini, naziva se Bennettov kut (BK, Slika 18) (23). Za razliku od ISS, koji se mjeri u milimetrima, BK se mjeri u stupnjevima. Shillingburg i sur. (24) navode da BK predstavlja kut između sagitalne ravnine i završne točke kretnje središnjeg dijela kondila. BK se u artikulatorima s mogućnošću izvođenja ISS, mjeri tek nakon te kretnje (24).



Slika 18. Prikaz kretnje neradnog kondila (NW) i Bennettovog kuta (preuzeto iz (24)).

BK, tj. smjer i veličina lateralne translacijske kretnje, može imati znatan utjecaj na kvržice, smjer i širinu središnjih fisura stražnjih zuba (23-25). Što je veća lateralna translacijska kretnja, kvržice stražnjih zuba moraju biti niže (23). Weinberg (263) je ustvrdio da greška BK od 15° rezultira u pogrešci od 0,8 mm visine kvržice drugog kutnjaka na radnoj strani. Price i sur. (262) našli su prilikom pogreške BK, za svakih 5°, varijacije okluzijske morfologije između 0,18 i 0,37 mm (prilikom laterotruzijske kretnje od 3 mm).

Ovisno o vrsti korištenog artikulatora (Slika 19), može biti omogućeno reguliranje imedijatnog i progresivnog pomaka u stranu (kod većine poluprilagodljivih artikulatora nije omogućeno, tako da je moguća samo ravna kretnja neradnog kondila). Ukoliko je prisutan znatan ISS, artikulatori s mogućnošću namještanja ISS omogućuju precizniju reprodukciju mandibularne kretnje (23).

Ispitivanje BK radilo se na razne načine (123,332,333,336,337,339,342-344), te su dobivene različite vrijednosti. Najčešći način mjerenja BK je uređajem za snimanje kretnji donje čeljusti i uz pomoć interokluzijskih registrata (silikon, polieter, vosak) (345). Istraživanja su utvrdila trend viših vrijednosti BK mjerenog interokluzijskim registratima, naspram uređaja za snimanje kretnji donje čeljusti (345,346). Hobo i Mochizuki (332,333) dobili su vrijednosti BK od 1,5-36 stupnjeva, sa srednjom vrijednošću od 12,8 stupnjeva. Gysi (347) je ustvrdio da prosječna vrijednost BK iznosi 15°. Isaacson (343) je uz pomoć gnatografa dobio srednju vrijednost BK od 26°. Fischer (344) je dobio srednju vrijednost od 15°. Aull (328) je koristeći Stuartov pantograf dobio prosječnu vrijednost od 23°. Lundeen i Wirth (339) uz pomoć Leeovog aparata dobili su prosječnu vrijednost od 8°. Lauritzen je predložio BK od 20° za osnovno baždarenje Dentatus artikulatora. Koeck i Severin (318)

dobili su prosječnu vrijednost od 14,4° (fotografska mjerenja). Hernandez i sur. (213) uz pomoć uređaja za snimanje kretnji donje čeljusti mjerili su kut SCI te BK kod ozubljenih ispitanika. Dobili su vrijednosti BK za desni zglob 7,7° (SD 3) na tri mm i 7,9° (SD 4) na 5 mm, a za lijevi zglob 8,1° (SD 4) na 3 mm te 8,5° (SD 4) na 5 mm. Canning i sur. (316) našli su prosječni BK od 8°. Koak i sur. (336) su kod 28 ispitanika s A1 (kontrolna skupina), kompjutoriziranom pantografijom dobili vrijednosti BK na desnoj strani 7,61 (SD 4,77), a na lijevoj 4,39 (SD 3,54). Boulos i sur. (345) su mehaničkim aksiografom na 30 ispitanika s A1 našli prosječnu vrijednost BK na desnoj strani 12,2° (SD 5,6), a na lijevoj 10,0° (SD 4,0). Curtis i sur. (335) su na 20 ispitanika, koristeći pantograf dobili prosječnu vrijednost BK od 10,2°. Beard i sur. (334) su na 86 ispitanika, koristeći elektronički pantograf, dobili prosječnu vrijednost BK od 5,15°. Fanucci i sur. (342) utvrdili su da se točnu vrijednost BK može dobiti i uz pomoć CT-a. Theusner i sur. (348) su u asimptomatskoj skupini, aksiografski izmjerili prosječnu vrijednost BK od 7,8° (SD 4,9) na desnoj strani i 7,4 (SD 4,8) na lijevoj strani. U istraživanju Wen-Ching Koa i sur. (123) nije nađena značajna razlika BK između ispitanika sa skeletalnom klasom III (desno 10,52°, lijevo 16,52°) i kontrolne skupine (desno 15,77°, lijevo 16,19°). Klasa III je imala asimetričnost BK lijeve i desne strane. Halužan (337) je istraživala okluzijske odrednice kod ispitanika s progenijom (n=10) i kontrolne skupine ispitanika (A1, n=10). Kod ispitne skupine, prosječne vrijednosti BK iznosile su 15,5° (SD 11,5) na desnoj i 8,4° (SD 11,9) na lijevoj strani, dok su kod kontrolne skupine iznosile 7,9° (SD 8,5) na desnoj i 4,6° (SD 3,1) na lijevoj strani. Statistička obrada podataka nije potvrdila razliku između BK ispitne i kontrolne skupine, što se, s obzirom na dobivenu razliku aritmetičkih sredina, objasnilo malim uzorkom (337).



Slika 19. Podešavanje Bennettovog kuta na artikulatoru.

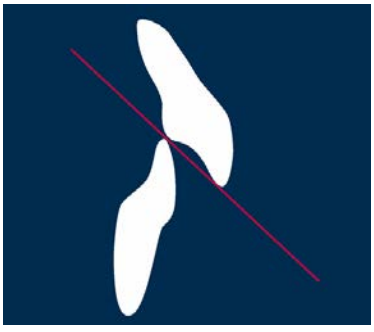
1.5.4. Incizijsko vođenje

Putanja dodira gornjih i donjih zuba naziva se prednje vođenje, dok se putanja kondilne kretnje naziva stražnje vođenje (227). Incizijsko vođenje definira se kao utjecaj

kontaktnih površina gornjih i donjih prednjih zuba na kretnje donje čeljusti (47). Stražnji zubi osiguravaju vertikalnu dimenziju okluzije, te vode donju čeljust u IKP. Prednji zubi, kod normalnih okluzijskih odnosa, pomažu pri vođenju donje čeljusti u desnu i lijevu laterotruziju te u protruziju (24).

Tijekom protruzijske kretnje donje čeljusti (gornja dodirna granična kretnja), incizijski bridovi donjih prednjih zuba kreću se prema naprijed i dolje duž palatinalne stjenke gornjih sjekutića i/ili očnjaka (normalna okluzija, nepostojanje interferenca). Kretnja donje čeljusti se nastavlja sve dok gornji i donji zubi ne dođu u bridni odnos, nakon čega slijedi horizontalna kretnja (23). Horizontalna kretnja završava kad se mimoiđu incizijski bridovi gornjih i donjih zuba, te donja čeljust krene u smjeru prema gore, dok stražnji zubi ne dođu u dodir. Od tada okluzijske površine stražnjih zuba diktiraju točan smjer maksimalne protruzijske kretnje (23). Kod A2/1 protruzijsku kretnju vode dodirne kosine stražnjih zuba, sve dok prednji zubi ne dođu u dodir, nakon čega oni vode donju čeljust. Kod A2/2, s obzirom na duboki zagriz, razdvajanje stražnjih zuba nastaje trenutno. Kod A3, ukoliko su prednji zubi u bridnom odnosu, protruzijska kretnja je ravna prema naprijed. Ako postoji obrnuti prijeklop, protruzijsku kretnju donje čeljusti vode dodirne kosine stražnjih zuba (130). Kut incizijskog vođenja (KIV, Slika 20) je kut formiran presjekom ravnine okluzije i spojištem gornjih i donjih incizijskih bridova središnjih sjekutića, u sagitalnoj ravnini, kada su zubi u položaju IKP (47).

Kod laterotruzijske kretnje, u normalnim okluzijskim odnosima, gornji i donji očnjaci dolaze u dodir (23), čime diskludiraju stražnje zube (očnjakom vođena okluzija). Kut lateralnog prednjeg vođenja (KLV, eng. „*lateral anterior guidance angle*“) predstavlja kretnju incizijske točke u lijevoj i desnoj laterotruziji. Mjeri se u frontalnoj ravnini, u odnosu na horizontalnu referentnu ravninu (349). Iako se vođenje očnjakom i grupna funkcija smatraju najpovoljnijim oblicima lateralnog vođenja, sam KLV ne definira mjesto zubnih kontakata, već opisuje kretnju donje čeljusti prilikom laterotruzije.

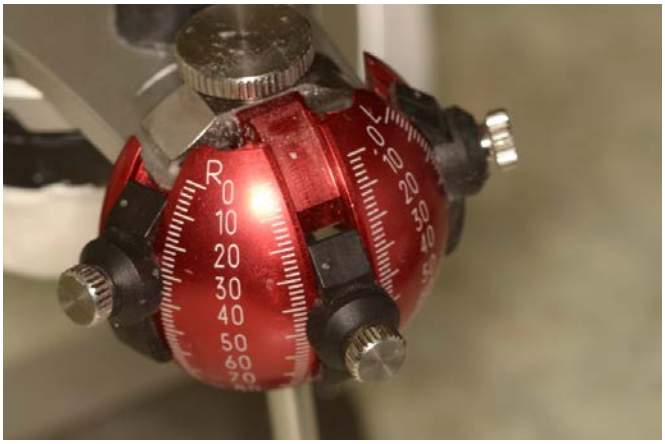


Slika 20. Prikaz kuta incizijskog vođenja (preuzeto iz (350)).

Utjecaj kontaktnih površina prednjih zuba na kretnje donje čeljusti izravno ovisi o veličini horizontalnog i vertikalnog prijeklopa (351). Vertikalni prijeklop (eng. „*vertical overlap*“, „*overbite*“) je vertikalni odnos incizijskih bridova sjekutića gornje čeljusti prema sjekutićima donje čeljusti, u položaju IKP (47). Horizontalni prijeklop je udaljenost na kojoj gornji sjekutići preklapaju donje (23) (eng. „*horizontal overlap*“, „*overjet*“). Što je veći vertikalni prijeklop prednjih zuba, kvržice stražnjih zuba mogu biti više, dok kod manjeg vertikalnog prijeklopa moraju biti niže. Što je veći horizontalni prijeklop, kvržice stražnjih zuba moraju biti niže, dok kod manjeg horizontalnog prijeklopa mogu biti više (24). Ortodontski udžbenici (352) opisuju 2 mm kao terapeutski idealnim za vertikalni i horizontalni prijeklop (25). Rosentiel i sur. (25) navode da je, ipak, za većinu pacijenata poželjan i veći vertikalni prijeklop prednjih zuba, kako bi se spriječili neželjeni kontakti stražnjih zuba, uslijed fleksije donje čeljusti prilikom žvakanja. Može se govoriti o anatomskim, fiziološkim, mehaničkim i estetskim odrednicama incizijskog vođenja (351).

Incizijsko vođenje utječe na anatomiju kvržica stražnjih zuba, s obzirom da utječe na njihovu diskluziju u protruzijskim i laterotruzijskim kretnjama (351). Khono i Nakano (227) navode da će stražnji zubi interferirati ukoliko je prednje vođenje pliće od stražnjeg, te da prilikom rehabilitacije prednjeg vođenja, ono ne smije imati manju vrijednost od stražnjeg vođenja. Po Shillingburg i sur. (24), ukoliko je SCI nizak (te zahtijeva niže kvržice), kvržice stražnjih zuba moguće je povisiti većim nagibom prednjeg vođenja. Weiner (353) navodi da će prilikom postavljanja SCI na niže vrijednosti od stvarnih pacijentovih intraoralno doći do veće separacije stražnjih zuba prilikom protruzijske kretnje. Prije/prilikom izrade protetskih radova koji obuhvaćaju prednje zube KIV i KLV se mogu dobiti na više načina. Uz pomoć raznih uređaja za snimanje kretnji donje čeljusti može se odrediti prednje vođenje (197,299,354). Podešavanje individualnog prednjeg vođenja može se dobiti u artikulatoru (Slika 21). Incizijski kolčić se podigne do visine gdje je 1 mm udaljen od incizijskog tanjurića. Zamiješani akrilat se stavi na incizijski tanjurić, te se izvode funkcijske kretnje gornjeg i donjeg modela, do stvrdnjavanja akrilata, čime prednje vođenje ostane zabilježeno (24). U artikulatoru je također moguće prednje vođenje odrediti uz pomoć protruzijskog registrata. Gracis (355) predlaže da se kod većih protetskog radova, ukoliko su uključeni prednji zubi, modeli provizornih radova artikuliraju zajedno s modelima brušenih zuba (gornji model provizorija se artikulira s donjim radnim modelom, a donji model provizorija s gornjim radnim modelom – eng. „*cross mounted*“). Na taj način, prilikom modelacije nadomjestka, može se osigurati jednakomjerno vođenje kao ono na koje je pacijent navikao.

Prema nekim autorima (356,357), da bi bio kompatibilan, KIV treba biti najmanje 5° veći od odgovarajućeg SCI (u protruziji). Ova osnovna mehanička protektivna teorija (227,357) sugerirana je zbog smanjivanja potencijalnih protruzijskih interferenci na stražnjim zubima (356). Bilo je istraživanja koja su dobila povezanost prednjeg i stražnjeg vođenja u protruziji (257,336,358,359), i suprotnih rezultata (298,356,360). Danas prevladava mišljenje da prednje i stražnje vođenje ne treba promatrati kroz strogu matematičku povezanost (23,96,361). Anteriorno i posteriorno vođenje su nezavisne determinante, te funkcioniraju zajedno prilikom određivanja kretnji donje čeljusti (23).



Slika 21. Podešavanje kuta incizijskog vođenja (KIV) i kuta lateralnog prednjeg vođenja (KLV) na artikulatoru.

Kohno i Nakano (227) kod 35 potpuno ozubljenih, asimptomatskih ispitanika, utvrdili su vrijednosti KIV od 22,6° do 67,7°, s prosjekom od 46,4°. Koyoumdjisky (256) je utvrdio prosječan KIV od 42,7° prema FH (u prosjeku 4,9° manje od SCI vrijednosti). Koak i sur. (336) kod 28 ispitanika s A1 utvrdili su vrijednosti (prema CP) KIV 54,5° (SD 1,76), dok je KLV na lijevoj strani iznosio 31,55° (SD 10,92), a na desnoj 29,02° (SD 11,79). Koyano i sur. (197) proučavali su lateralne kretnje donje čeljusti uz pomoć uređaja za snimanje kretnji donje čeljusti na temelju šest stupnjeva slobode. Računali su inklinaciju putanje očnjaka radne strane, sjekutića, prvog i drugog kutnjaka neradne strane i kondila neradne strane, prilikom laterotruzije (prema CP). Prosječna vrijednost putanje očnjaka prilikom laterotruzije iznosila je 36,0° (SD 10,4) kod muških ispitanika i 34,6° (SD 8,3) kod ženskih ispitanika. Putanja sjekutića prilikom laterotruzije iznosila je 38,9° (SD 9,7) kod muških ispitanika i 37,2° (SD 7,7) kod ženskih ispitanika. U sličnom istraživanju, Ogawa i sur. (299) mjerili su inklinaciju putanje sjekutića, očnjaka, prvog i drugog kutnjaka, te kondila, u protruzijskoj kretnji, uz pomoć uređaja za snimanje donje čeljusti na temelju šest stupnjeva slobode (CP horizontalna

referentna ravnina). Muški ispitanici imali su prosječnu inklinaciju putanje sjekutića (KIV) od 41,6° (SD 8,1), očnjaka 41,4° (SD 7,7), dok su žene imale na sjekutićima 38,9° (SD 7,2), a na očnjacima 38,7° (SD 6,9). Ferrario i sur. (354) istraživali su granične kretnje donje čeljusti pomoću Sirognathographa (Siemens, Bensheim, Njemačka), na 74 ispitanika s A1 klasom (prosjek godina 22). Srednja vrijednost KLV kod muškaraca iznosila je 44,42° desno i 46,15° lijevo, a kod žena 34,89° desno i 39,75° lijevo (prema FH). Srednja vrijednost KIV kod muškaraca iznosila je 66,64°, a kod žena 56,25°. Niti kod jednog ispitanika nije pronađena savršena simetrija KLV lijeve i desne strane. Kang i sur. (362) mjerili su kretnje na 60 muških ispitanika s A1 klasom uz pomoć Saphon Visi Trainer-a (Tokyo Shizaisha Inc., Tokyo, Japan). Prema FH, prosječna vrijednost KLV iznosila je 17,7° (SD 8,3) na desnoj strani i 15° (SD 9,0) na lijevoj strani, dok je prosječna vrijednost KIV iznosila 20,5° (SD 8,8). Bauer i sur. (258) mjerili su KIV prema AO ravnini, te je prosječna vrijednost iznosila 78,3° (SD 16,7). Pelletier i sur. (356) dobili su prosječnu vrijednost lateralnog vođenja 54,1° (SD 10,4) za desnu stranu, te 54,5° (SD 8,5) za lijevu stranu.

1.5.5. Prijenos obraznim lukom položaja gornje čeljusti u artikulator

Prijenos obraznim lukom ne spada u parametre individualizacije artikulatora u užem smislu, Ipak, teško je razdvojiti postupak individualnog prijenosa položaja gornje čeljusti u artikulator od individualnog namještanja vrijednosti artikulatora (SCI, BK, ISS, KIV, KLV), te je, zbog zaokruživanja cjeline i važnosti tematike za disertaciju prikazan pod parametre individulizacije artikulatora.

3D orijentacija gornje čeljusti i njena povezanost s kranijalnim strukturama prenosi se u artikulator uz pomoć obraznog luka (363). „*The glossary of prostodontic terms*“ (47) definira obrazni luk kao napravu sličnu šestaru koja se koristi kako bi se odredio prostorni odnos gornjeg zubnog luka prema anatomskoj referentnoj točki/točkama, te prenio taj odnos u artikulator; orijentira model u istom odnosu prema osi rotacije artikulatora. Na kriterij odabira referentne točke pojedinog obraznog luka utječu jednostavnost lokacije, pogodnost i ponovljivost. Dvije stražnje točke su locirane u području TMZ-a, dok se treća točka nalazi anteriorno od TMZ-a te definira horizontalnu referentnu ravninu (364). Obično su stražnje anatomske reference transverzalna horizontalna os mandibularnih kondila (47).



Slika 22. Obrazni luk prosječnih vrijednosti.

Dva su tipa obraznog luka: kinematski i obrazni luk prosječnih vrijednosti. Sustav obraznog luka prosječnih vrijednosti (Slika 22), kao što i samo ime kaže, upotrebljava aproksimaciju (tj prosjek), prilikom pronalaženja položaja transverzalne horizontalne osi (365-367). Kinematski obrazni luk je obrazni luk s pomičnim nastavcima korištenim za pronalazak transverzalne horizontalne osi donje čeljusti (47). Iako se upotreba kinematskog obraznog luka pokazala preciznom u pronalaženju transverzalne horizontalne osi, zbog kompliciranosti postupka i skupe opreme nema široku upotrebu u kliničkoj praksi (363).

Prijenos položaja gornje čeljusti obraznim lukom u artikulatorski prostor nužan je za dijagnozu, planiranje terapije i prilikom same terapije (25). Ispravan položaj gornjeg modela u artikulatoru osnova je za postizanje željene okluzijske funkcije, ali i estetskih ciljeva (363). Prijenos obraznim lukom omogućuje funkcijske informacije, uključujući anteroposteriorni, vertikalni i horizontalni odnos zuba i transverzalne horizontalne osi (imaginarne linije koja spaja centre rotacije lijevog i desnog kondila), tj centra rotacije artikulatora (368,369). Precizan položaj transverzalne horizontalne osi prilikom transfera gornjeg modela u artikulator, pogotovo se smatra važnim prilikom mijenjanja vertikalne dimenzije okluzije (370).

Ukoliko se modeli postave prema prosječnoj transverzalnoj horizontalnoj osi koja se razlikuje od stvarne pacijentove, gledano na razini okluzije (promijenjen luk zatvaranja), mogu nastati razlike u zubnim dodirima između onih u artikulatoru i u ustima (100,371,372). To se događa ako je vertikalna dimenzija u artikulatoru promijenjena u odnosu na registrat centrične relacije, zbog razlike centara rotacije između artikulatora i pacijenta. Teoretski, okluzijska pogreška će biti jednaka nuli, ukoliko se terminalna šarnirska os pacijenta prebaci u artikulator (372). Schulte i sur. (372) navode da okluzijska pogreška zavisi o veličini pogreške u lociranju transverzalne horizontalne osi i debljini interokluzijskog registrata. Matematičkim modelom su računali veličinu pogreške na razini prvog gornjeg kutnjaka, u

ovisnosti o udaljenosti centra rotacije od „prave" tj. terminalne šarnirske osi, te debljine registrata. Utvrdili su da pogreška položaja šarnirske osi od 5 mm, uz debljinu registrata od 3 mm, uzrokuje okluzijsku pogrešku od 0,12 mm (u transverzalnom smjeru). U istraživanju Weinberga (368) položaj prosječne horizontalne osi unutar 5 mm od stvarne horizontalne osi, rezultirao je pogreškom od 0,2 mm na drugom kutnjaku, kada se modeli montiraju u artikulator. U istraživanju Koisa i sur. (363) kod gotovo 90% ispitanika udaljenost od prosječno određene transverzalne horizontalne osi do incizijskog ruba gornjih središnjih sjekutića nalazila se unutar 5 mm. Kois i sur. (363) ispitivali su i okluzijsku pogrešku na incizijskom rubu gornjeg prvog sjekutića, povezanu s udaljenošću od arbitrarne terminalne šarnirske osi te debljinom interokluzijskog registrata. Veličina okluzijske pogreške, gledano na dodiru središnjih sjekutića, iznosila je od 0,45-11,26 μm.

Treba napomenuti da dio stomatološke struke ne podržava upotrebu obraznog luka (373-375). Skandinavsko društvo za stomatološku protetiku 1991. godine izdalo je konsenzus kojim se utvrđuje da obrazni luk nije potreban, te je preporučilo jednostavnije metode prilikom određivanja međučeljusnih odnosa za sve tipove protetskih nadomjestaka (374). Farias-Neto i sur. (373) radili su sistematski pregled literature slučajnih kontroliranih kliničkih studija prilikom izrade potpunih proteza i udlaga, sa i bez obraznog luka. Autori (373) su zaključili da prijenos obraznim lukom nije imperativ za postizanje boljih kliničkih rezultata u protetici (prilikom izrade potpunih proteza i udlaga).

1.5.6. KTS sustav

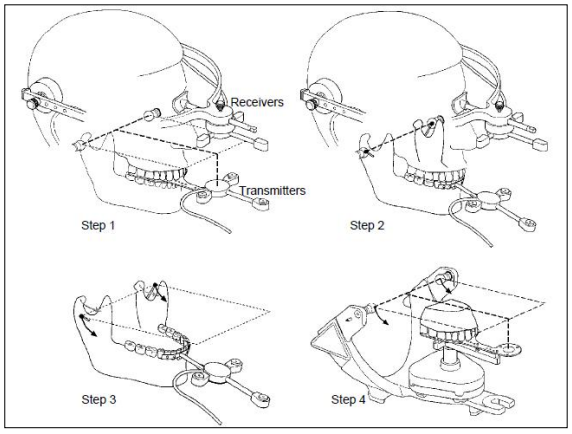
KTS sustav („*Kavo Transfer System*", Kavo, Biberach, Njemačka) predstavlja način prijenosa gornjeg modela u artikulator.

Simulacija kretnji donje čeljusti, u klasičnom smislu, zahtjeva registraciju parametara koji određuju individualne kretnje donje čeljusti (tipa SCI, BK, KIV, itd.), te njihovo prebacivanje u mehaničku napravu (artikulator) (215). Na taj bi se način modeli postavljeni u artikulator (putem obraznog luka) uz individualno određene parametre, približili stvarnim kretnjama u ustima. Pröschel i sur. (215) navode da je svrha većine registracijskih metoda prebacivanje različite kraniomandibularne geometrije pacijenta na mehanički simulator (artikulator), dok registracija definirana artikulatorom (eng. *„Articulator-Related Registration"*, Slika 23) kao teorijska osnova KTS-a (Slika 24), funkcionira suprotno.

Kod registracije definirane artikulatorom, kretnje donje čeljusti snimaju se u odnosu na imaginarne komponente artikulatora. Teško je za očekivati da će kretnja centra kondila virtualnog artikulatora biti istovjetna kretnji transverzalne horizontalne osi, u određenom

individualnom slučaju. Transverzalna horizontalna os i centar virtualnog kondila simultano će izvoditi drukčije trajektorije prilikom istog pokreta donje čeljusti. Autori (215) navode da nije bitno koja je referentna točka snimljena, dok su prostorni odnosi promatranih točki i zuba gornje čeljusti isti u ustima i u artikulatoru, te da je registracija definirana artikulatorom osmišljena za reprodukciju vođenih kretnji donje čeljusti, a zbog okluzijskog usklađivanja u artikulatoru. S obzirom da je individualna kretnja određena prema unaprijed zadanim parametrima imaginarnog artikulatora, reprodukcija te kretnje u „pravom" artikulatoru, u teoriji, bi mogla biti preciznija od registracije drugih referentnih točki (šarnirska os, kinematski centar, lateralni pol kondila i drugi). Prema dostupnoj literaturi do sada nije provedeno istraživanje koje je usporedilo preciznost kretnji između KTS i nekog tradicionalnog sustava.

Potreban je oprez kod snimanja referentnih točki za registraciju definiranu artikulatorom u svrhu proučavanja znakova i simptoma TMP-a (nisu prikladne za dijagnostičku interpretaciju) (215).



Slika 23. Registracija definirana artikulatorom (preuzeto iz (215)).



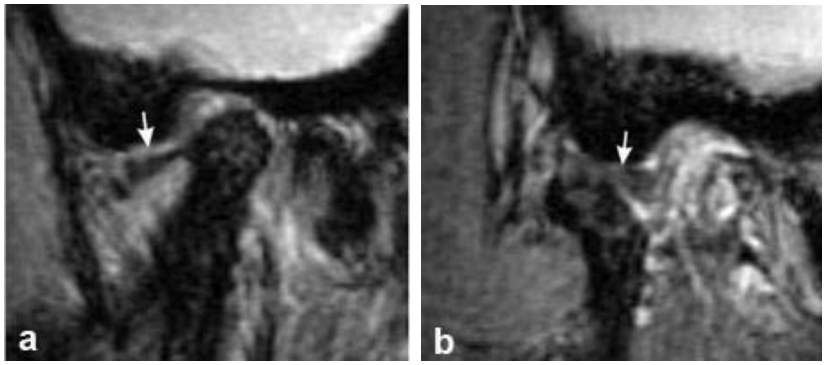
Slika 24. Prijenos položaja gornje čeljusti u artikulator putem „*Kavo Transfer System*" (KTS sustava).

1.6. Poremećaji diska (unutarnji poremećaji)

Najčešći uzrok TMP-a je poremećaj disk-kondil kompleksa (12,115). Definira se kao abnormalan odnos zglobne pločice (diska) prema kondilu (12). U stranoj literaturi uobičajen je pojam „*internal deragement*“. To je općeniti ortopedski pojam koji se odnosi na mehaničku grešku koja interferira s glatkom/normalnom kretnjom zgloba (376). Najčešći unutarnji poremećaj je dislokacija diska (377,378). Poremećaji diska razvijaju se u nekoliko faza, tijekom kojih se ne mijenja samo položaj zglobne pločice, već i njena konfiguracija (379). Prema Laskinu (18) unutarnji poremećaji mogu se podijeliti u četiri glavne kategorije: faza inkoordinacije, dislokacija diska s redukcijom, dislokacija diska bez redukcije, te adhezije zglobne pločice. Faza inkoordinacije predstavlja najraniji poremećaj. Nema zvukova u zglobu, niti disfunkcije, te pacijent nije svjestan poremećaja (18). Često, kada se pacijenta pita da li se zglob kreće glatko, potvrde da imaju osjećaj „hvatanja“ u zglobu (18). Kod dislokacije diska s redukcijom stražnji rub zglobne pločice se dislocira prema anteriorno (najčešće) u odnosu na gornju površinu kondila, umjesto svog normalnog položaja između zglobne jamice i kondila (13). Posljedično, kondil se nalazi ispod bilaminarne zone, umjesto ispod zglobne pločice, dok se najtanji centralni dio zglobne pločice nalazi ispod zglobne kvržice (13). Zglobna pločica se najčešće dislocira u anteromedijalnom smjeru, ali može i u lateralnom i u posteriornom smjeru (380,381). Čisti lateralni, odnosno medijalni pomak zglobne pločice moguć je, ali ne tako često kao u kombinaciji s anteriornim pomakom (382-384). Prilikom otvaranja usta, kada se dislocirana zglobna pločica vrati u svoj normalni položaj (tj kada kondil „uhvati“ zglobnu pločicu), obično, se može čuti škljocaj (Slika 25). Pri kretnji zatvaranja usta zglobna pločica se opet dislocira anteromedijalno (u najvećem broju slučajeva), uobičajeno tijekom zadnje faze zatvaranja usta. Tada se najčešće može čuti škljocaj (13), što se naziva recipročni škljocaj (eng. „*reciprocal click*“) (18). Škljocaj prilikom zatvaranja obično je manje izražen od onoga prilikom otvaranja. Utvrdilo se da je taj zvuk uzrokovan udarcem kondila u artikulacijsku površinu temporalne kosti, nakon što kondil dođe pod bilaminarnu zonu (385,386). Treba voditi računa da svaki škljocaj u temporomandibularnom zglobu ne predstavlja dislokaciju diska s redukcijom (18). Zvuk može biti povezan s kondilnom hipermobilnošću (387). Povećan lateralni pol kondila prelaskom preko lateralnog ligamenta može izazvati zvuk (388), kao i strukturalna nepravilnost zglobne kvržice (uslijed razvoja, rasta, traume ili nepodesne navike nastala lokalizirana hipertrofija hrskavice) (389,390).

Što dislokacija diska s redukcijom više traje (tj zglobna pločica dulje potisnuta naprijed i medijalno), njezin stražnji rub će se više stanjivati, a lateralni ligament i donja retrodiskalna lamina će se više izdužiti (391). U istraživanju Lundha i sur. (392) 9% dislokacija diska s redukcijom je progrediralo u dislokaciju diska bez redukcije, tijekom trogodišnjeg praćenja.

Za dijagnozu poremećaja disk-kondil kompleksa bitna je precizna lokalizacija zglobne pločice. Magnetska rezonancija se smatra metodom izbora za snimanje nekoštanih komponenti temporomandibularnog zgloba (393) zbog odlične rezolucije kontrasta mekog tkiva (394), te predstavlja zlatni standard u dijagnostici poremećaja disk-kondil kompleksa (395). Treba voditi računa da asimptomatski ispitanici anteriornu dislokaciju diska mogu imati i u preko 30% slučajeva (396-398), dok se normalni položaj zglobne pločice može naći u 16-23% simptomatskih pacijenata (396,397).



Slika 25. Prikaz anteriorne dislokacije diska s redukcijom (preuzeto iz (12)).

Izraženo strm nagib zglobne kvržice bio je sugeriran kao etiološki čimbenik u nastanku dislokacije diska u TMZ (399-401). Ranija istraživanja našla su povezanost između nagiba stražnjeg zida zglobne kvržice i dislokacije diska (strmiji nagib u zglobova sa znakovima dislokacije diska) (399-401). Smatralo se da je kod TMZ-a sa strmijom zglobnom kvržicom, potrebno da disk radi veću rotaciju prema naprijed na kondilu, kako bi se zadržao pravilan odnos diska i kondila tijekom kretnji donje čeljusti (402). Posljedično, uslijed rotacije diska kod strmih zglobnih kvržica tijekom kretnje otvaranja, disk će postepeno poprimiti prednji položaj u odnosu na kondil, predisponirajući anteriornu dislokaciju diska („biomehanička teorija dislokacije diska TMZ-a“) (219). Naknadna istraživanja nisu uspjela potvrditi povezanost inklinacije zglobne kvržice i dislokacije diska (219,403,404). Ren i sur. (405) pronašli su veći nagib zglobne kvržice kod asimtomatskih ispitanika nego kod pacijenata s unutarnjim poremećajima (prosječno 8,8° u lateralnim, 4,2° u centralnim te 6,5° u

medijalnim sekcijama zgloba). Zaključili su (405) da je kod pacijenata s unutarnjim poremećajima nagib zglobne kvržice smanjen uslijed remodeliranja ili degenerativnih promjena kosti, koje su rezultat unutarnjeg poremećaja. Isberg i sur. (219) našli su suprotnu rotaciju diska u odnosu na kondil. Posteriorna rotacija diska bila je izraženija u TMZ sa strmijom zglobnom kvržicom, sugerirajući, u teoriji, manju predispoziciju prema anteriornoj dislokaciji diska. Panmekiate i sur. (403) te Galante i sur. (404) pronašli su snižavanje zglobne kvržice kod dislokacije diska bez redukcije.



Slika 26. Anteriorna dislokacija diska bez redukcije, uz deformaciju diska (preuzeto iz (13)).

Kod dislokacije diska bez redukcije, zglobna pločica ostaje dislocirana u odnosu na kondil neovisno o kretnjama donje čeljusti (13). Dislokaciju diska bez redukcije karakteriziraju bol i ograničeno otvaranje donje čeljusti (406). U stranoj literaturi naziva se i „*closed lock*“ (407). Kliničkim pregledom može se vidjeti ograničeno otvaranje usta (25-35 mm, koje se postiže rotacijom donje čeljusti), s tvrdim osjećajem pod prstima (eng. „*end feel*“), normalnim opsegom pokreta laterotruzije prema zahvaćenoj strani, a ograničenim prema suprotnoj strani (23,406). Dijagnoza se može potvrditi dinamičkom MR-om (MR sa zatvorenim i otvorenim ustima) (408). Ipak, kod pacijenata s poviješću zvukova škljocaja u temporomandibularnom zglobu, općenito, nije potrebno koristiti MR kako bi se postavila ispravna dijagnoza dislokacije diska bez redukcije (18,408). Bol i ograničeno otvaranje usta su karakteristični za ranu fazu dislokacije diska bez redukcije. S vremenom, kapacitet otvaranja usta se povećava, te nestaje defleksija prema zahvaćenoj strani. To je rezultat razvlačenja i progresivne elongacije bilaminarne zone, te deformacije same zglobne pločice (13). Tijekom rane faze zglobna pločica ostaje normalnog oblika. S vremenom se deformira tako da stražnji rub postaje zadebljan, a anteroposteriorna duljina zglobne pločice se smanjuje (377,379) (Slika 26). Sato i sur. (409) navode različite oblike zglobne pločice kao dugoročnu posljedicu dislokacije diska bez redukcije: bikonkavni oblici, sa zadebljanim stražnjim rubom, zglobne pločice podjednake debljine, bikonveksne, te presavijene. Te promjene su vezane uz

histološke promjene: dolazi do hijalinizacije, nakupljanja kalcijevih depozita, te abnormalnih kolagenih nakupina (410,411). Dolazi i do promjena u bilaminarnoj zoni, koje vode fibrozaciji i sužavanju krvnih žila (412,413). U kasnim kroničnim fazama dislokacije diska bez redukcije, uz deformaciju zglobne pločice, ona može biti i raskidana, odvojena od bilaminarne zone, te se često mogu vidjeti komunikacije između gornjeg i donjeg zglobnog prostora (perforacije) (377,379,414). Perforacije se najčešće mogu vidjeti u bilaminarnoj zoni, na spoju sa zglobnom pločicom (13). Iako se ovo stanje tradicionalno naziva „perforacija diska“, Westesson i sur. (13) navode kako naziv nije anatomski ispravan, s obzirom da se većina perforacija nalazi u bilaminarnoj zoni. Kao relativno kasna posljedica dislokacije diska bez redukcije mogu se vidjeti i koštane promjene na kondilu i temporalnoj kosti (377,414,415).

1.7. Udlage

Pod pojmom nagrizne udlage (eng. „*occlusal splint*“, „*occlusal device*“) smatra se bilo koja pomična, umjetna, okluzijska površina, koja se koristi za dijagnozu i terapiju, mjenjajući odnos donje čeljusti prema gornjoj (47). Može se koristiti za okluzijsku stabilizaciju, terapiju TMP-a ili za preveniranje trošenja zuba (47). Bumann i sur. (20) navode da se okluzijske udlage mogu efektivno koristiti u sljedeće svrhe (416-421): poboljšanje neuromuskularne koordinacije, terapija miogene boli, poboljšanje funkcije TMZ-a, terapija boli TMZ-a, povećanje vertikalne dimenzije, osiguranje konačnog mandibularnog položaja, promjena obrasca mandibularnog pokreta, testiranje planirane okluzijske koncepcije u centričnom i ekscentričnim položajima, povezivanje klimavih zuba („splintiranje“), distribucija opterećenja kod bruksizma, potvrđivanje okluzijskih etioloških faktora kod diferencijalne dijagnostike. Laskin i sur. (18) pod indikacije za izradu udlage navode još i učestale glavobolje te atipičnu odontalgiju. Učestale glavobolje sporazumijevaju epizodične tenzijske glavobolje, migrenske glavobolje, i kronične glavobolje koje su uzrokovane mastikatornom mijalgijom ili TMZ artralgijom, čiji je uzrok stiskanje ili škripanje zuba. Kod atipične odontalgije pacijent ima kroničnu zubnu bol nepoznata porijekla, bez dokaza napuklina ili bolesti pulpe, te su zubi osjetljivi na dodir (18). Postoji više podjela vrsta udlaga. S obzirom na opću prihvaćenost Okesonovog udžbenika „*Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion*“ (hrv. prijevod „Temporomandibularni poremećaji i okluzija“) (23) navodi se podjela iz tog udžbenika: stabilizacijska udlaga, protruzijska udlaga, anteriorni nagrizni plato, posteriorni nagrizni plato, pivot-udlaga i meka ili rezilijentna udlaga. Autor (23) navodi da se

stabilizacijska udlaga (Slika 27) ponekad spominje i pod nazivom relaksacijska udlaga (23), jer se uglavnom primjenjuje za smanjenje mišićne boli (422). Čest naziv u stranoj literaturi za stabilizacijsku udlagu je i „*Michigan Splint*“, „*Tanner appliance*“ i „*Fox appliance*“ (423). U širem smislu, stabilizacijska udlaga je čest naziv za svaku udlagu koja stvara određeni stupanj okluzijske stabilnosti (22). Većina podataka u literaturi o okluzijskim udlagama odnosi se na stabilizacijsku udlagu (18). Treba napomenuti da dio literature (20) razlikuje relaksacijsku i stabilizacijsku udlagu kao zasebne vrste udlaga; pri tome stabilizacijska udlaga ima dublje impresije, te joj je svrha osiguranje postignutog odnosa gornje i donje čeljusti, te testiranje rezultata terapije najmanje 4-6 tjedana prije izrade definitivnih nadomjestaka (20). S druge strane, primarni cilj relaksacijske udlage je normaliziranje tonusa žvačne muskulature, te jednakomjerno prenošenje okluzijskih sila. Za razliku od stabilizacijske udlage, kod relaksacijske udlage okluzijske površine su ravne (20).

Način na koji udlaga pomaže, tj njezin „mehanizam djelovanja“ je kontroverzno pitanje u literaturi (18). Okeson (23) navodi sedam potencijalnih načina na koje okluzijske udlage mogu djelovati: promjena okluzijskog stanja, promjena kondilnog položaja, povećanje vertikalne dimenzije, kognitivna svjesnost, placebo efekt, povećani periferni utjecaj na središnji živčani sustav te regresija prema srednjoj vrijednosti. Laskin i sur. (18) (prvenstveno na temelju preglednih članaka o utjecaju okluzijskih udlaga na TMD (423-429)) sugeriraju da okluzijske udlage djeluju, uglavnom, putem bihevioralne intervencije, a ne kao mehaničke naprave za mjenjanje pacijentovog maksilo-mandibularnog odnosa. Casares i sur. (430) proučavali su intraartikularni tlak u gornjem zglobnom prostoru TMZ-a, tijekom različite funkcije. Korištenjem stabilizacijske udlage, intraartikularni tlak bio je u prosjeku niži za 31,24% od MI bez udlage, čime su utvrdili utjecaj stabilizacijske udlage na smanjivanje intraartikularnog tlaka i poboljšanje funkcije.



Slika 27. Stabilizacijska udlaga na modelu.

1.7.1. Stabilizacijska udlaga

Stabilizacijska/Michigan udlaga je udlaga napravljena od tvrdog akrilata, privremena je i pomična, te osigurava idealnu okluziju (431,432). Prekriva sve zube (u odabranoj čeljusti), kako bi se izbjeglo njihovo izrastanje i pomicanje udlage s ležišta (22). Osigurava jednake, bilateralne kontakte sa zubima nasuprotne čeljusti (18). Stanje zubala određuje hoće li se izraditi udlaga za gornju ili donju čeljust, te je potrebno odrediti s kojom udlagom (gornjom ili donjom) će se postići veći broj antagonističkih dodira. Ipak, najčešće se radi za gornju čeljust (bolja stabilizacija (20), udlaga za gornju čeljust će se teže slomiti, te je lakše postići vođenje u predjelu očnjaka (18), daje veću mogućnost prilagođavanja, te omogućuje da se suprotni kontakti postignu u svim skeletalnim i molarnim odnosima (23)). Donja udlaga je indicirana kada se njom postiže veći broj antagonističkih dodira (22), te kod dnevnog nošenja udlage (donja udlaga je jednostavnija za nošenje tijekom dana, jer manje interferira s govorom, i manje je vidljiva) (18,23). Radi se u položaju CR-a, tj. u stabilnom muskuloskeletalnom položaju donje čeljusti. Kod dinamičke okluzije stabilizacijske udlage potrebno je osigurati vođenje prednjim zubima, tj. vođenje očnjakom, kako bi se diskludirali stražnji zubi prilikom kretnji donje čeljusti (uzajamno zaštićena okluzija) (20,22). Osiguravajući idealnu okluziju, smanjuje abnormalnu mišićnu aktivnost i postiže „neuromuskularni balans“ (432). Temporomandibularna bol i bruksizam najčešće su indikacije za izradu stabilizacijske udlage (425,433).

Udlagu je potrebno okluzijski prilagoditi tijekom nekoliko posjeta (donja čeljust može zauzeti novi položaj zbog nošenja/trošenja udlage), dok se ne postigne konstantni položaj čeljusti (423). Vrijeme nošenja stabilizacijske udlage varira ovisno o poremećaju koji se liječi (23). Ako se udlaga nosi zbog bruksizma, pacijent ju treba nositi po noći (23). Ako je u pitanju miogena bol, nije potrebno kontinuirano nošenje (dovoljno je noću), dok se kod intrakapsularnih poremećaja preporuča kontinuirano nošenje (434). Nakon što se postigao uspjeh terapije udlagom (obično 2-3 mjeseca), prestaje se s nošenjem udlage (432). Kad bol prestane, pacijent bi trebao vremenski reducirati nošenje udlage, te prestat s nošenjem udlage. Ipak, ako postoje znakovi stalnog trošenja udlage (što indicira jači bruksizam), može se preporučiti kontinuirana upotreba preko noći tijekom dužeg vremena (18).

Kod predaje udlage treba pacijenta upozoriti na moguću hipersalivaciju tijekom par dana, koja je normalna (strano tijelo u ustima), moguće promjene u govoru, dok se jezik ne privikne na debljinu akrilata, te potrebu čišćenja udlage (zubna pasta, četkica, itd.) (23).

1.8. Svrha rada

Kinematika donje čeljusti posebno je zanimljivo područje u znanstvenom i kliničkom smislu. U prihvaćanju novih tehnologija u znanosti i kliničkoj praksi nužno je kritičkim pristupom odrediti najprihvatljiviju ili najpreciznu metodologiju. Putem novih spoznaja, može se utjecati i na modificiranje konvencionalnih načina rada, a ne nužno njihovom zamjenom.

Svrha ovog istraživanja bila je:

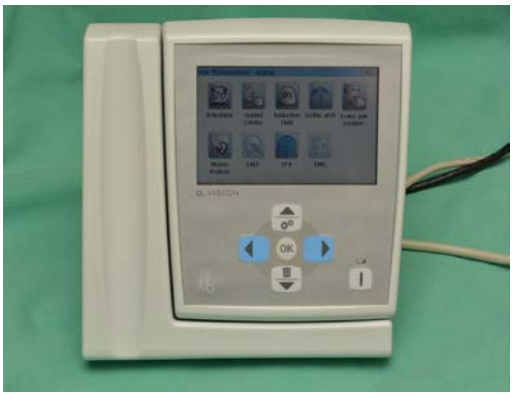
1. Utvrditi prosječne vrijednosti kuta nagiba kondilne staze, kuta incizijskog vođenja, kuta lateralnog prednjeg vođenja, imedijatnog pomaka u stranu, Bennettovog kuta kod različitih okluzijskih odnosa (klasifikacija po Angleu, klasifikacija prema British Standard Instituteu), sa svrhom definiranja prosječnih vrijednosti postavljanja parametara artikulatora,
2. Utvrditi razlike mjerenih parametara između različitih klasa okluzije,
3. Utvrditi veličinu pomaka između položaja okluzije centrične relacije i IKP kod različitih okluzijskih odnosa, te utvrditi postojanje razlike između različitih okluzijskih odnosa,
4. Odrediti smjer pomaka iz položaja okluzije centrične relacije u IKP, na razini kondila,
5. Odrediti postotak podudaranja položaja okluzije centrične relacije i IKP,
6. Odrediti razliku ponovljivosti položaja centrične relacije između ispitanika s dislokacijom diska s redukcijom i ispitanika sa zdravim TMZ (tj. bez dislokacije diska s redukcijom),
7. Utvrditi očekivani raspon vrijednosti položaja kondila kod uzastopnog određivanja centrične relacije,
8. Utvrditi preciznost akrilatnih nagriznih udlaga (definiranu brojem postignutih kontakata) izrađenih temeljem izmjerenih parametara pomoću elektroničkog ultrazvučnog mjernog uređaja za snimanje kretnji donje čeljusti na temelju šest stupnjeva slobode (KTS sustav), i nagriznih udlaga izrađenih temeljem prijenosa položaja gornje čeljusti prosječnim obraznim lukom i korištenjem prosječnih vrijednosti u postavi artikulatora.

2. Ispitanici i postupci

2.1. Mjerni uređaj

ArcusDigma II je elektronički uređaj za mjerenje kretnji donje čeljusti, baziran na ultrazvučnom principu (Slika 10). Omogućuje trodimenzionalnu analizu pokreta donje čeljusti, temeljenu na šest stupnjeva slobode. 3D reprezentacija kinematske, arbitrarne ili terminalne šarnirske osi omogućuje uvid u kretnje kondila i općenito donje čeljusti (216). Osnovni dijelovi su bazna jedinica s postoljem i monitorom osjetljivim na dodir (Slika 28), nožni prekidač, gornji luk tj. mjerni luk na kojem se nalaze 4 para ultrazvučnih senzora te donji luk na kojem se nalaze 4 ultrazvučna transmitera. Donji luk se paraokluzijskom žlicom pričvršćuje za vestibularnu plohu donjih zuba (Slika 29). Gornji luk se sastoji od obraznog luka, dva aksijalna pina, senzora i naslona za glavu (slušni kanali i korijen nosa, Slika 30).

Mjerenja je moguće izvršiti u 8 različitih modula: „*Articulator*", „*Guided Centric*", „*Adduction Field*", „*Gothic arch*", „*Lower jaw position*", „*Motion Analysis*", „*EAEF - Electronic Analysis of Etiological Factors*" te „*EPA - Electronic position analysis of the mandibular position*" (EPA). Mjerene vrijednosti mogu se reproducirati na Kavo PROTAR 7 i 9 artikulatorima. Individualne vrijednosti podešenja artikulatora mogu se izračunati i za Artex AR (Amann Girrbach AG, Koblach, Austrija), Referenz SL (Amann Girrbach AG, Koblach, Austrija), Stratos 300 (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenštajn), Panadent (Panadent, Colton, SAD) i Denar artikulatore (Whip Mix, Louisville, SAD). Maksimalna širina gornjeg luka je 345 mm, a težina iznosi 250 g (340g sa senzorom). Proizvođač navodi preciznost od ±0,1 mm unutar modula EPA, te ±2° za postavke artikulatora. U sklopu uređaja dolazi i KiD („*Kavo Integrated Desktop*"). To je centralna baza podataka u koju se spremaju sve mjerene vrijednosti u računalnom programu. Pomoću tog programa, na računalu je moguće vizualizirati kretnje koje je pacijent/ispitanik izveo (ili izravno gledati tijekom mjerenja), te nudi opcije dodatnog računanja određenih vrijednosti (udaljenosti, kutovi, koordinate), ovisno o promatranom parametru (216).



Slika 28. Bazna jedinica uređaja.



Slika 29. Donji luk mjernog uređaja (transmiteri).



Slika 30. Gornji luk mjernog uređaja (senzori).

2.2. Metoda istraživanja

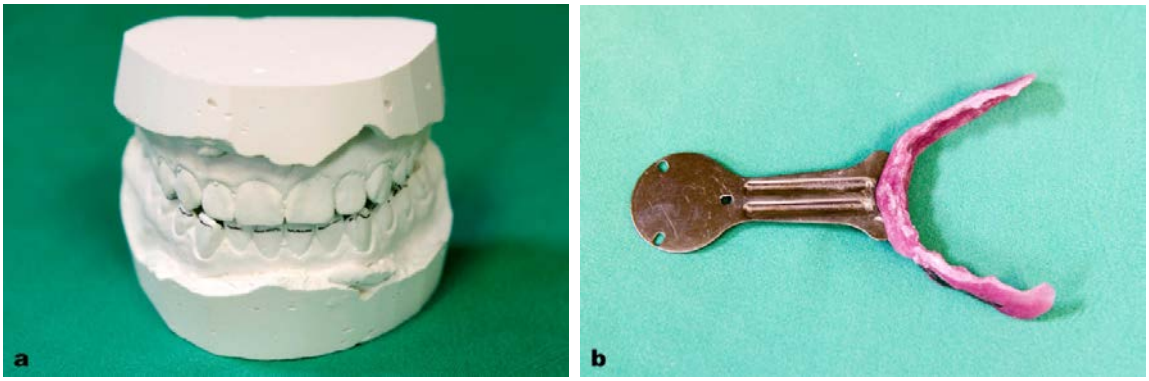
Istraživanje je podijeljeno u tri dijela:

- Prvi dio – istraživanje osnovnih morfoanatomskih značajki zdravog neuromuskularnog sustava,
- Drugi dio – istraživanje ponovljivosti određivanja položaja centrične relacije u ispitanika s DDSR i ispitanika sa zdravim TMZ,
- Treći dio – istraživanje preciznosti različitih metoda izrade nagriznih udlaga.

2.2.1. Prvi dio istraživanja

Prvi dio istraživanja obuhvaća 104 ispitanika (prosjek 25,8 godina, SD 5,1). Kriteriji uključenja u istraživanje su: odsustvo bolova, škljocaja, defleksija i drugih ograničenja funkcije žvačnog sustava, prisutnost prirodne denticije (izuzev trećih molara), bez većih stomatoloških rekonstruktivnih zahvata, bez prijašnje ili sadašnje ortodontske terapije, odsustvo dentoalveolarnog ili skeletalnog križnog/otvorenog zagriza, bez prijašnje kirurgije u

području temporomandibularnog zgloba, te bez sistemskih bolesti. Svaki ispitanik bio je obvezan potpisati informirani pristanak (odobren od strane etičkog povjerenstva Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu) prilikom uključenja u istraživanje.



Slika 31a. Olovkom su na donjim zubima označene razine preklapanja gornjih zuba, u svrhu određivanja granice materijala za pričvršćivanje paraokluzijske žlice. Slika 31b. Paraokluzijska žlica (svjetlosnopolimerizirajući akrilat).

Svakom ispitaniku napravljeni su anatomski otisci (alginat Aroma Fine Plus, GC, Tokyo, Japan), kako bi se na sadrenom modelu izradila paraokluzijska žlica iz svjetlosno - polimerizirajućeg akrilata (Unitray, Polident, Volcja Draga, Slovenia), prema uputama proizvođača. Na modelima je određena klasa po Angleu (I, II ili III klasa), te odnos inciziva prema British Standard Instituteu (1) (klasa I, II/1, II/2, III). Kod klase I po British Standard Instituteu (BSI1) incizijski bridovi donjih sjekutića okludiraju s gornjim sjekutićima, ili se nalaze neposredno ispod cinguluma gornjih sjekutića. Kod klase II po British Standard Instituteu incizijski bridovi donjih sjekutića nalaze se iza cinguluma gornjih središnjih sjekutića; klasa II, potklasa I (BSI2/1) ima povećani horizontalni prijeklop, te su gornji središnji sjekutići nagnuti naprijed, klasa II, potklasa II ima minimalan horizontalan prijeklop, ili povećan, uz gornje središnje sjekutiće nagnute prema nazad. Kod klase III (BSI3) incizijski bridovi donjih sjekutića leže ispred cinguluma gornjih središnjih sjekutića, te je horizontalni prijeklop smanjen ili obratan. Ukoliko se klase po Angleu nisu podudarale na lijevoj i desnoj strani, statistička obrada radila se samo prema odnosu sjekutića prema British Standard Instituteu (inzistiralo se na istoj klasi po Angleu obostrano zbog mogućnosti statističke analize). U sljedećoj posjeti izvedena su mjerenja uz pomoć mjernog uređaja. Svaki ispitanik sjedio je udobno na stolici (uspravni položaj tijela). Paraokluzijska žlica (Slika 31a i b) pričvršćena je na donji zubni niz pomoću akrilata za izradu privremenih nadomjestaka

(Structur, Voco, Cuxhaven, Njemačka) (slika 32a i b). Paraokluzijska žlica nije bila u dodiru s gornjim zubima u maksimalnoj interkuspidaciji, niti u lateralnim kretnjama, te je bila čvrsto vezana za donji zubni niz. Nakon što je žlica pričvršćena, namješten je kinematski obrazni luk (gornji luk) na glavu ispitanika. Sama mjerenja izvršena su u modulu „*Articulator*" uređaja. U tom modulu moguće je birati između tri referentne osi; „*Kavo Transfer System*" (KTS), prosječna šarnirska os i individualna (terminalna) šarnirska os. Temeljem preporuke proizvođača, odlučeno je koristiti KTS. Referentna ravnina za KTS je Camperova ravnina.

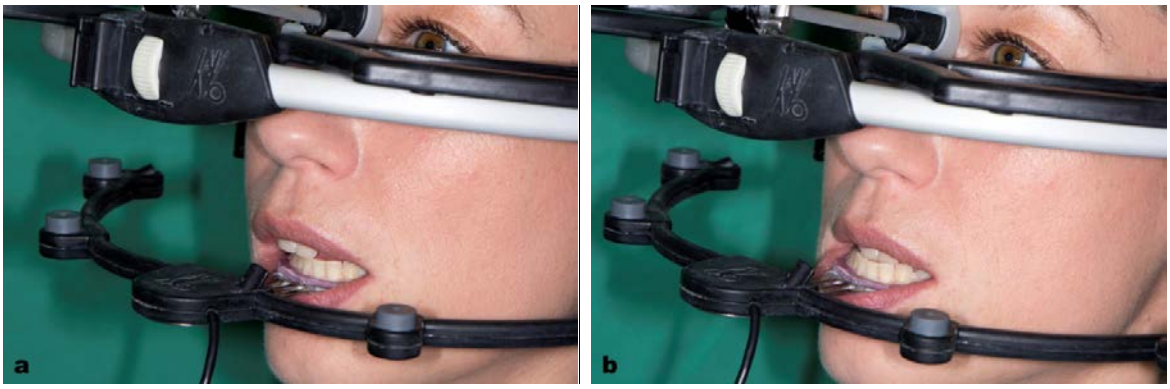


Slika 32a. Pričvršćivanje paraokluzijske žlice u ustima. Slika 32b. Viškovi materijala, koji bi mogli smetati u okluziji, se uklone prije nego se materijal stvrdne do kraja.

Nakon kalibracije uređaja (određivanje položaja gornje čeljusti, slika 33a i b), svaki ispitanik morao je izvesti tri kretnje protruzije, te tri kretnje lijeve i desne laterotruzije (gornji i donji zubni niz cijelo vrijeme su bili u kontaktu). Sve kretnje bile su prethodno demonstrirane od strane ispitivača, te izvježbane od strane ispitanika. Vođenje od strane ispitivača nije korišteno. Na znak ispitivača (dizanje ruke i glasovno), ispitanik je izveo po tri kretnje protruzije, tri lijeve i tri desne laterotruzije, s početkom iz IKP (svaka kretnja nakon zasebnog znaka ispitivača, Slika 34a i b).



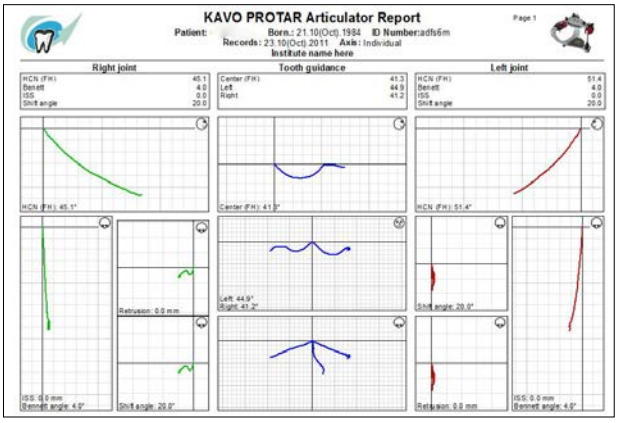
Slika 33a. Okluzijska žlica za registraciju položaja gornje čeljusti, i za prijenos u artikulator putem „*Kavo Transfer System*" (KTS sustava). Slika 33b. Određivanje položaja gornje čeljusti.



Slika 34a. Snimanje laterotruzije. Slika 34b. Snimanje protruzije.

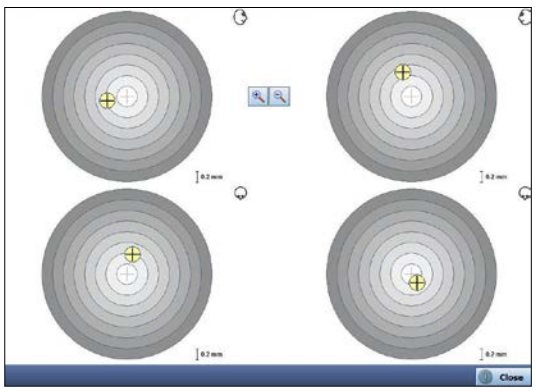
Ukoliko je ispitanik krivo shvatio izvođenje kretnje ili izveo kretnju prije danog znaka (što je moguće prepoznati pomoću prikaza na monitoru uređaja), kretnja je ponovljena kako bi se dobili pouzdani podatci o kretnjama donje čeljusti. Iz izvedenih kretnji, software uređaja izračunao je SCI za lijevi i desni zglob, BK za lijevi i desni zglob, ISS za lijevi i desni zglob, KIV, te KLV u lijevoj i desnoj laterotruziji (Slika 35). Veličina pomaka iz OCR u IKP mjerena je u drugom modulu uređaja (EPA, Slika 36). Svaki ispitanik trebao je zagristi - IKP, koji je predstavljao referentnu točku prema kojoj je izračunata udaljenost OCR. OCR je određen uvježbavanjem ispitanika, gdje je ispitanik morao sam pomaknuti donju čeljust prema distalno, te zadržati na prvom zubnom dodiru/dodirima kako bi uređaj zabilježio taj položaj. Prebacivanjem podataka sa SD kartice u računalo, u KiD sofwareskom programu, izračunata je udaljenost OCR - IKP. KiD pomoću opcije „*Copy Points*" omogućuje u modulu EPA računanje udaljenosti zabilježenih položaja, te prebacivanje tih vrijednosti u druge programe kako bi se omogućila njihova obrada (u ovom slučaju Microsoft Excel®, Microsoft

Corporation, Redmond, SAD). Pomoću te opcije („*Copy Points*") izračunate su udaljenosti (OCR - IKP pomak) u tri prostorne osi; x os - anteroposteriorno, y os - superoinferiorno, te z os - mediolateralno. Središte koordinatnog sustava (x=0, y=0, z=0) predstavljao je zabilježeni položaj IKP.



Slika. 35. Prikaz dobivenih vrijednosti u „*Kavo Integrated Desktop*" (KiD) („*Kavo Protar Articulator Report*").

Za dobivene vrijednosti (KIV, KLV u lijevoj i desnoj laterotruziji, lijevi i desni BK, lijevi i desni SCI, lijevi i desni ISS, veličina pomaka OCR - IKP za lijevi i desni zglob) napravljena je deskriptivna statistika. Dobivene vrijednosti statistički su se usporedile između A1, A2 i A3, te između BSI1, BSI2/1, BSI2/2 i BSI3 odnosa inciziva prema British Standard Instituteu, te međusobno između klasa po Angleu i klasa prema British Standard Instituteu.



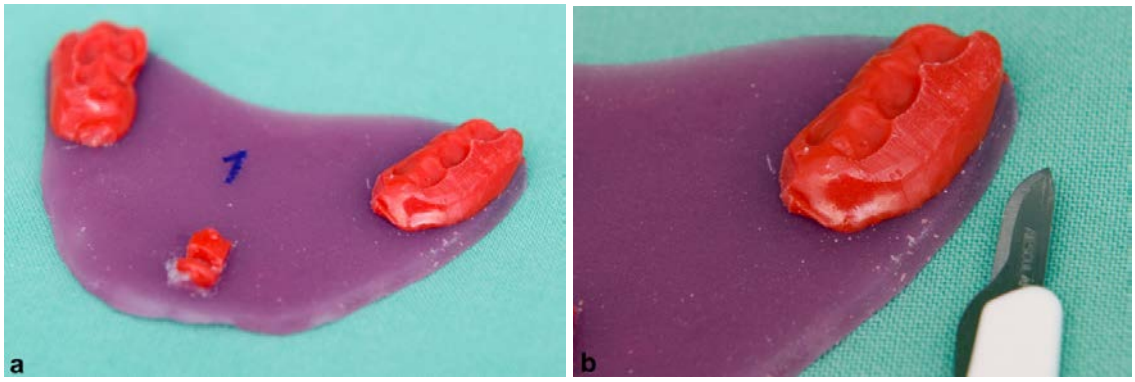
Slika 36. Prikaz dobivenih vrijednosti u „*Kavo Integrated Desktop*" (KiD) (EPA).

2.2.2. Drugi dio istraživanja

Drugi dio istraživanja obuhvatio je 42 ispitanika (prosjek 24,6 godina, SD 3,9). Ispitna skupina imala je 30 ispitanika (prosjek 24,0 godina, SD 3,9), dok je kontrolnu skupinu sačinjavalo 12 ispitanika (prosjek 26,0 godina, SD 3,8). Kriterij uključenja u ispitnu skupinu bila je DDSR potvrđena prema „*Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders*" (110) - RDC/TMD (hrvatska verzija „Dijagnostički kriteriji za istraživanje temporomandibularnih poremećaja" - DKI/TMP) u jednom ili oba TMZ. Kontrolnu skupinu činili su ispitanici bez znakova i simptoma TMP-a. Nakon što se ustanovila DDSR potvrđena prema DKI/TMP, u istoj ili slijedećoj posjeti, uzeti su anatomski otisci, te su izliveni modeli. Na donjem modelu je napravljena paraokluzijska žlica, dok su na gornjem modelu napravljena tri akrilatna nosača s deprogramatorom (svjetlosnopolimerizirajući akrilat, Unitray, Polident, Volčja Draga, Slovenija). U slijedećoj posjeti, uz pomoć izrađenih nosača s deprogramatorom kod svakog ispitanika izrađena su tri registrata CR (metoda vođenja brade, eng. „*chin point guidance*", Slika 37) iz termoplastične kompozicijske mase (Bite Compound, GC Corporation, Tokyo, Japan) (Slika 38a). Nakon što su određeni centrični registrati, pristupilo se mjerenju s uređajem za snimanje kretnji donje čeljusti na temelju šest stupnjeva slobode. Svaki ispitanik sjedio je udobno na stolici (uspravni položaj tijela). Paraokluzijska žlica pričvršćena je na donjem zubnom nizu pomoću akrilata za izradu privremenih nadomjestaka (Structur, Voco, Cuxhaven, Germany). Paraokluzijska žlica nije u dodiru s gornjim zubima u maksimalnoj interkuspidaciji, niti u lateralnim kretnjama, te je čvrsto vezana na donji zubni niz. Nakon što je žlica pričvršćena, svaki centrični registrat je vraćen u usta ispitanika kako bi se provjerilo je li termoplastična kompozicijska masa registrata u dodiru s akrilatom paraokluzijske žlice. Ako je postojao dodir (najčešće u području stražnjih zuba), impresije termoplastične kompozicijske mase s bukalne strane snižene su skalpelom (Slika 38b). Potom je namješten kinematski obrazni luk (gornji luk ArcusDigme II) na glavu ispitanika.



Slika. 37. Metoda vođenja brade.



Slika 38a. Registrat centrične relacije (metoda vođenja brade). Slika 38b. Ukoliko je postojao dodir termoplastične kompozicijske mase i paraokluzijske žlice, ili materijala za pričvršćivanje, taj dio termoplastične kompozicijske mase je uklonjen skalpelom.

Mjerenja usporedbe centričnih registrata izvršena su u modulu EPA uređaja. Modul EPA mjernog uređaja mjeri udaljenost određenog/željenog položaja lijevog i desnog kondila prema određenom referentnom položaju lijevog i desnog kondila, u sagitalnoj i horizontalnoj ravnini. Nakon registracije položaja gornje čeljusti uz pomoć okluzijske žlice (Slika 33a i b), krenulo se sa samim mjerenjem. Zbog veće preciznosti, kao referentni položaj uzet je jedan od tri centrična registrata. Zatim je za sva tri centrična registrata određen položaj, odnosno udaljenost u milimetrima lijevog i desnog kondila prema referentnom položaju. U softwareu KiD-a postoji opcija „*Copy points*", s kojom je moguće prenijeti koordinate izmjerenih vrijednosti u odnosu na referentni položaj, u druge programe. Nakon što su prebačeni podatci u Microsoft Excel®, izračunate su koordinate tj. udaljenosti od referentnog položaja za sva tri registrata. Te udaljenosti su izračunate u tri prostorne osi: x os - anteroposteriorno, y os - superoinferiorno, te z os - mediolateralno. S obzirom da su tako dobivene vrijednosti predstavljale udaljenost od referentnog položaja, izračunate su udaljenosti (tj. odstupanja) centričnih registrata (gledano na razini lijevog i desnog kondila). Izračunate su razlike položaja donje čeljusti s prvim registratom od položaja s drugim i trećim, te položaja donje čeljusti s drugim registratom od onoga s trećim. Zatim, za svakog ispitanika je izračunata prosječna vrijednost odstupanja lijevog i prosječna vrijednost odstupanja desnog kondila na razini x (anteroposteriorno), y (vertikalno) i z (transverzalno) osi, s kojima se radila daljnja usporedba. Izračunate su apsolutne vrijednosti odstupanja između prvog, drugog i trećeg registrata (prvi od drugog, prvi od trećeg, drugi od trećeg), za desni i za lijevi kondil, kod svih ispitanika. Apsolutna vrijednost podrazumijeva najkraću linearnu udaljenost. Zatim je izračunat prosjek apsolutnog odstupanja lijevog i prosjek apsolutnog odstupanja desnog kondila za svakog ispitanika, s kojima se radila daljnja usporedba.

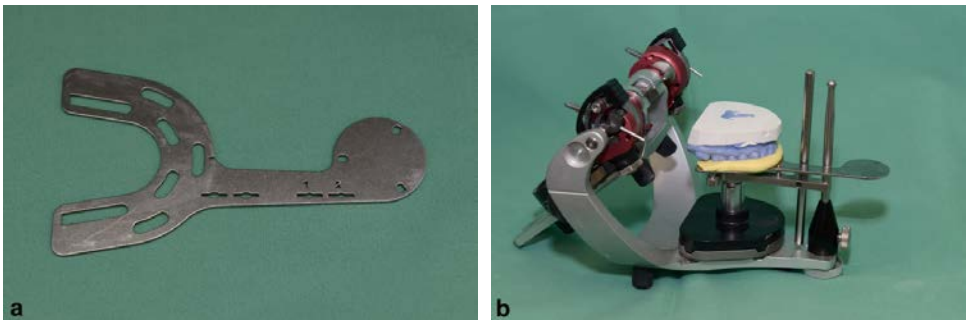
Uspoređena su odstupanja registrata lijeve i desne strane ispitivane i kontrolne skupine. Kod ispitanika koji su imali DDSR na samo jednoj strani, uspoređena su odstupanja registrata između zahvaćene i zdrave strane, te s istom stranom kontrolne skupine. Uspoređena su odstupanja između registrata kod svih TMZ s DDSR, naspram TMZ bez DDSR.

2.2.3. Treći dio istraživanja

Treći dio istraživanja obuhvatio je 15 ispitanika (prosjek 25,7 godina, SD 3,5), kojima su napravljene po dvije akrilatne nagrizne udlage (stabilizacijska udlaga). Svi ispitanici bili su ozubljeni. U donjoj čeljusti imali su puni zubni niz (izuzev trećeg molara). Jedna udlaga izrađena je klasičnom metodom manualne funkcijske analize (metoda 1), dok je druga udlaga izrađena temeljem vrijednosti dobivenih korištenjem kinematskog obraznog luka (ArcusDigma II, metoda 2). Prvo su uzeti alginatni otisci te su izliveni modeli (za gornji model napravljen je razdvojeni model). Na gornjem modelu napravljen je akrilatni nosač s deprogramatorom (jigom), te je u idućoj posjeti određena CR (metoda vođenja brade, Slika 37, Slika 38a).

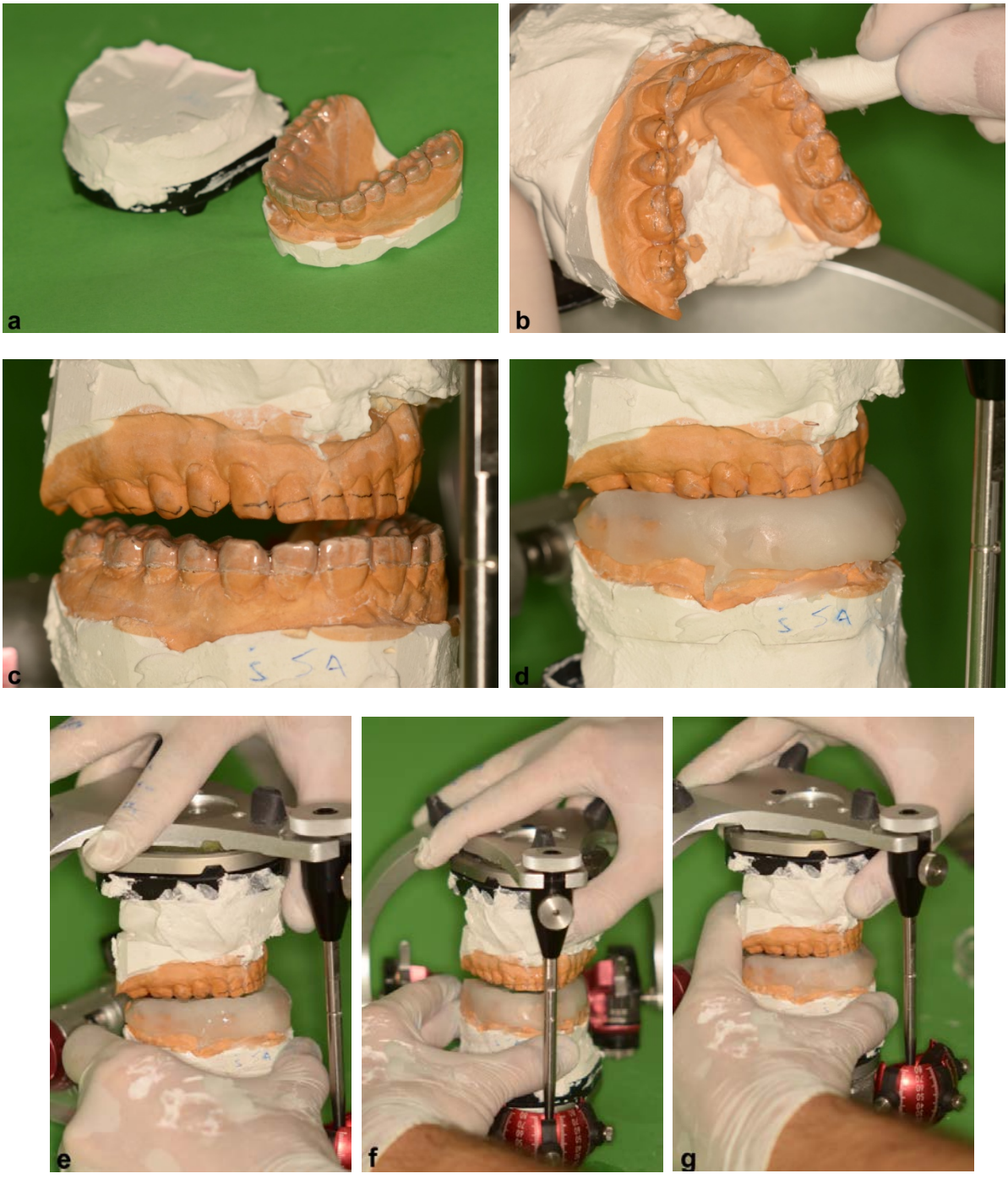
Kod metode 1, gornji model prenesen je u artikulator (Protar® Evo 7, Kavo, Biberach, Njemačka) korištenjem pripadajućeg obraznog luka (Kavo Face bow Arcus, Kavo, Biberach, Njemačka). Na temelju CR registrata artikuliran je i donji model. Vrijednosti artikulatora postavljene su na prosječne vrijednosti (SCI 30°, BK 15°, ISS 0 mm, KIV 37°). Kod metode 2, gornji model prenesen je u artikulator (Protar® Evo 7, Kavo) temeljem KTS modula kinematskog obraznog luka. Prvo je na donjem modelu izrađena paraokluzijska žlica iz svjetlosnopolimerizirajućeg akrilata (Unitray, Polident, Volčja Draga, Slovenija). Paraokluzijska žlica nije smjela biti u kontaktu sa zubima suprotne čeljusti što je provjereno pomoću modela gornje čeljusti. Ukoliko je akrilat paraokluzijske žlice bio u dodiru sa zubima suprotne čeljusti, na tom mjestu je višak odbrušen uz pomoć nasadnika i freze. U sljedećoj posjeti, paraokluzijska žlica pričvršćena je na donji zubni niz materijalom za izradu privremenih nadomjestaka (Structur, Voco, Cuxhaven, Germany). Nakon registracije položaja gornje čeljusti pomoću okluzijske žlice modificirane kitastim silikonom (Optosil, Heraeus, Njemačka), pristupilo se mjerenju. Svaki ispitanik morao je izvesti po tri kretnje protruzije, te lijeve i desne laterotruzije (nakon uvježbavanja potrebnih kretnji). Sve kretnje bile su vođene okluzijom, tj. u svakom trenutku snimanja postojao je zubni dodir/dodiri. Iz izvedenih kretnji, software uređaja izračunao je lijevi i desni SCI, lijevi i desni BK, lijevi i desni ISS, KIV, KLV u lijevoj i desnoj laterotruziji, lijevi i desni *„shift angle”* te položaj okluzijske žlice za

registraciju prostorne orjentiranosti gornje čeljusti (položaj 1 ili 2), za svakog ispitanika. Gornji model artikuliran je pomoću prijenosnog stolića („*ArcusDigma bite fork holder*"), na koji je postavljena okluzijska žlica u izračunati položaj (položaj 1 ili 2, Slika 39a i b). Donji model pridružen je gornjem putem registrata CR. Vrijednosti artikulatora postavljene su na dobivene vrijednosti (lijevi i desni SCI, BK, ISS, KIV, KLV, *„shift angle").*

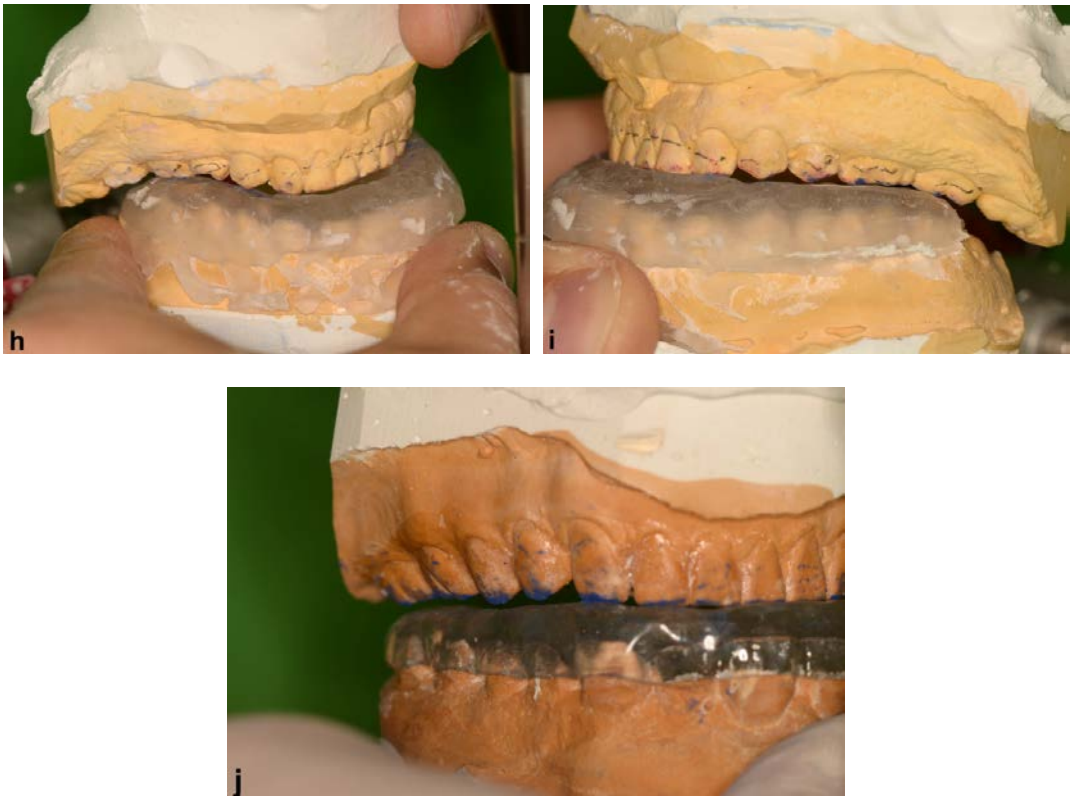


Slika 39a. Okluzijska žlica za registraciju položaja gornje čeljusti (i prijenos putem „*Kavo Transfer System*" - KTS sustava). Vidi se položaj 1 i položaj 2. Slika 39b. Prijenos modela u artikulator korištenjem KTS sustava.

Udlaga (obje metode) je izmodelirana u artikulatoru (Slika 40a – g) iz hladno polimerizirajućeg akrilata (Resil-S, Erkodent, Pfalzgraffenweiler, Germany), uz završnu polimerizaciju u Ivomatu (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenštajn) tijekom 10 min. Nakon toga udlaga je vraćena u artikulator kako bi se ubrušavanjem precizno definirali okluzijski kontakti (Slika 40h – j). Svaka udlaga u maksimalnoj interkuspidaciji morala je imati 24 kontakta, što je svaki put precizno utvrđeno artikulacijskom folijom debljine 8 µm (Interdent, Celje, Slovenija), uz minimalno 1 kontakt po zubu (od distalne strane očnjaka do gornjih drugih kutnjaka), tj. 10 kontakta utvrđenih primjenom ultra tanke okluzijske folije (6 µm, zubi 13, 14, 15, 16, 17, 23, 24, 25, 26, 27). U lijevoj i desnoj laterotruzijskoj kretnji ubrušavanjem udlage postignuto je vođenje očnjakom. U protruzijskoj kretnji ubrušavanjem je postignuto prednje vođenje, te ovisno o položaju donjih prednjih zuba (rotacija, kompresija itd.) okluziju su vodila minimalno 3 donja prednja zuba (maksimalno 6).



Slika 40a. Razdvojeni model s obrađenom folijom. Slika 40b. Izolacija vazelinom modela nasuprotne čeljusti (donji model). Slika 40c. Određivanje visine u artikulatoru. Slika 40d - g. Modeliranje udlage iz hladnopolimerizirajućeg akrilata.



Slika 40h i i. Ubrušavanje udlage u artikulatoru, prema željenoj okluzijskoj koncepciji. Slika 40j. Provjera okluzije u artikulatoru, nakon poliranja.

Okluzija je kod obje metode izrade udlaga analizirana na isti način. Analiza okluzije učinjena je prilikom predaje udlage, te nije rađeno nikakvo njezino dodatno ubrušavanje. Na svakoj udlagi provjereni su statički i dinamički okluzijski kontakti korištenjem artikulacijske i ultra tanke okluzijske folije te je zabilježen broj kontakata. U maksimalnoj interkuspidaciji zabilježen je broj kontakata artikulacijskom folijom i ultratankom artikulacijskom folijom, te broj prekobrojnih kontakata utvrđenih u ustima ispitanika. Lijeva i desna laterotruzijska te protruzijska kretnja provjerene su pri iznosu kretnje od 3 mm. Zbog veće preciznosti provjerilo se i uz pomoć ultra tanke okluzijske folije. Zabilježeno je koji zubi su u protruzijskoj i laterotruzijskim kretnjama u kontaktu (3 mm), u artikulatoru i u ustima. Kod svakog ispitanika za obje metode utvrđen je: broj istovjetnih kontakata u lijevoj i desnoj laterotruziji (prisutnih u artikulatoru i u ustima), broj prekobrojnih kontakata u lijevoj i desnoj laterotruziji (prisutnih u ustima, ali ne u artikulatoru), broj istovjetnih kontakata u protruziji (prisutnih u artikulatoru i u ustima), postotak istovjetnih kontakata u protruziji (prisutnih u artikulatoru i u ustima) broj nedostajućih kontakata u protruziji (prisutnih u artikulatoru, ali nedostajućih u ustima), broj prekobrojnih kontakata u protruziji (prisutnih u ustima, ali ne u artikulatoru).

Između metode 1 i metode 2 uspoređen je: broj kontakata artikulacijskom folijom, broj kontakata ultra tankom okluzijskom folijom, broj kontakata u lijevoj laterotruziji, broj kontakata u desnoj laterotruziji, broj kontakata u protruziji (istovjetni, prekobrojni i nedostajući kontakti).

2.2.4. Statistička analiza

Za statističku obradu podataka korišten je programski paket STATISTICA 7.0. (Statsoft, SAD). Deskriptivna statistika je korištena za određivanje osnovnih statističkih parametara (srednje vrijednosti, standardne pogreške, standardne devijacije, medijani te minimalne i maksimalne vrijednosti).

T-testom je utvrđeno postojanje/nepostojanje statistički značajne razlike između srednjih vrijednosti dviju grupa dok je za određivanje statistički značajne razlike između tri i više grupa korištena analiza varijance (One Way ANOVA) i Newman - Keuls test.

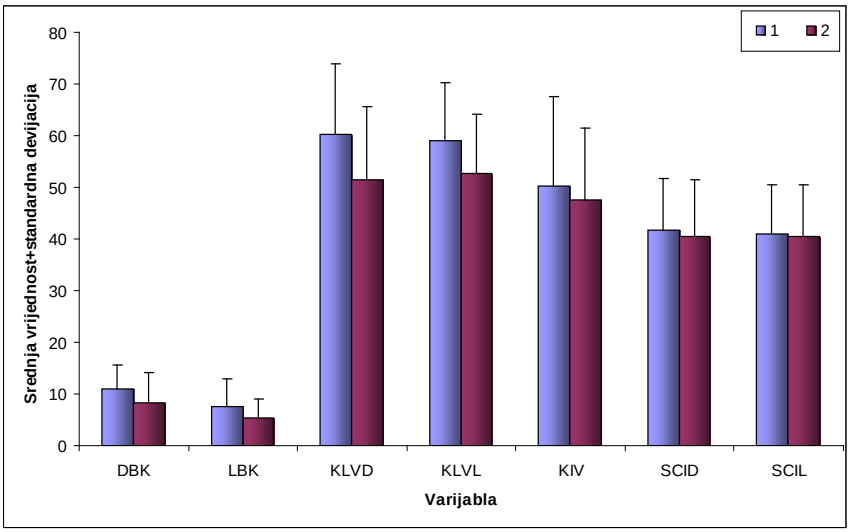
Za usporedbu dvije varijable korišten je F test, a za utvrđivanje korelacije između navedene dvije varijable linearna regresijska analiza.

Granica razine značajnosti u svim testovima iznosila je 95%.

3. Rezultati

Rezultati prvog dijela istraživanja prikazuju srednje vrijednosti i standardne devijacije mjerenih parametara (kut nagiba kondilne staze, Bennettov kut, kut incizijskog vođenja, kut lateralnog prednjeg vođenja, pomak iz okluzije centrične relacije u IKP) za mušku i žensku populaciju, za cjelokupnu populaciju, razliku lijeve i desne strane, povezanost kuta nagiba kondilne staze i kuta incizijskog vođenja, povezanost Bennettovog kuta i kuta lateralnog prednjeg vođenja, za sve ispitivane skupine, te statističku analizu mjerenih parametara između ispitivanih skupina.

Kod svih ispitanika ISS je iznosio 0 mm, stoga za tu varijablu nije dat tablični ili slikovni prikaz.



Slika 41. Srednje vrijednosti i standardne devijacije mjerenih parametara za mušku (1) i žensku (2) populaciju za skupinu A1. SCID – kut nagiba kondilne staze desno; SCIL – kut nagiba kondilne staze lijevo; DBK - desni Bennettov kut; LBK - lijevi Bennettov kut; KLVD – kut lateralnog prednjeg vođenja desno; KLVL - kut lateralnog prednjeg vođenja lijevo; KIV – kut incizijskog vođenja.

Tablica 5. Rezultati F testa između lijeve i desne strane za varijable SCI (kut nagiba kondilne staze), KLV (kut lateralnog prednjeg vođenja) i BK (Bennettov kut) za skupinu A1 neovisno o spolu; *statistički značajna razlika p<0,05; SCID – kut nagiba kondilne staze desno; SCIL – kut nagiba kondilne staze lijevo; DBK - desni Bennettov kut; LBK - lijevi Bennettov kut; KLVD – kut lateralnog prednjeg vođenja desno; KLVL - kut lateralnog prednjeg vođenja lijevo.

	SCID	SCIL	KLVD	KLVL	DBK	LBK
$\bar{X}$	41,01	40,67	54,71	55,09	9,27	6,12
SD	10,45	9,77	14,58	11,64	5,65	4,55
p	0,853		0,876		0,000*	

Tablica 6. Osnovni statistički parametri za mušku (1) i žensku (2) populaciju kod A1 za SCI (kut nagiba kondilne staze), KLV (kut lateralnog prednjeg vođenja), BK (Bennettov kut) i KIV (kut incizijskog vođenja). Vrijednosti su za lijevu i desnu stranu zajedno (osim KIV); *statistički značajna razlika p<0,05.

Spol	Stat. parametar	BK	KLV	SCI	KIV
1	$\bar{X}$	9,19	59,65	41,31	50,35
	SD	5,39	12,25	9,71	17,17
	N	44	44	44	22
	Minimum	0,00	31,10	23,10	0,00
	Maksimum	22,70	77,70	65,00	74,90
2	$\bar{X}$	6,78	52,00	40,55	47,57
	SD	5,15	12,89	10,35	14,01
	N	72	72	72	36
	Minimum	0,00	9,80	13,70	9,50
	Maksimum	29,10	73,10	68,60	64,50
p		0,019*	0,002*	0,322	0,505

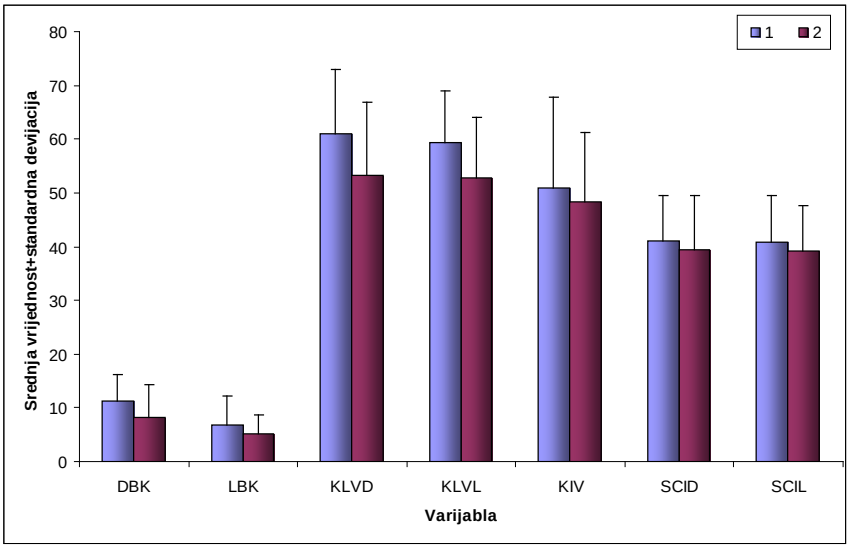
Tablica 7. Rezultati linearne regresijske analize između varijabli: lijevi Bennettov kut (LBK) i kut lateralnog prednjeg vođenja desno (KLVD) te varijabli: desni Bennettov kut (DBK) i kut lateralnog prednjeg vođenja lijevo (KLVL), za skupinu A1.

Stat. parametar	LBK & KLVD	DBK & KLVL
R^2	0,0072	0,0449
RSD	4,5766	5,5747
p	0,528	0,110

Tablica 8. Rezultati linearne regresijske analize između varijabli: kut nagiba kondilne staze lijevo (SCIL) i kut incizijskog vođenja (KIV) te varijabli: kut nagiba kondilne staze desno (SCID) i KIV, za skupinu A1.

Stat. parametar	SCIL & KIV	SCID & KIV
R^2	0,0378	0,0450
p	0,1436	0,1099

Manji KIV od SCI lijeve i desne strane pokazalo je 20,7% ispitanika.



Slika 42. Srednje vrijednosti i standardne devijacije mjerenih parametara za mušku (1) i žensku (2) populaciju za skupinu BSI1. SCID – kut nagiba kondilne staze desno; SCIL – kut nagiba kondilne staze lijevo; DBK - desni Bennettov kut; LBK - lijevi Bennettov kut; KLVD – kut lateralnog prednjeg vođenja desno; KLVL - kut lateralnog prednjeg vođenja lijevo; KIV – kut incizijskog vođenja.

Tablica 9. Rezultati F testa između lijeve i desne strane za varijable SCI (kut nagiba kondilne staze), KLV (kut lateralnog prednjeg vođenja) i BK (Bennettov kut) za skupinu BSI1 neovisno o spolu; *statistički značajna razlika $p<0,05$; SCID – kut nagiba kondilne staze desno; SCIL – kut nagiba kondilne staze lijevo; DBK - desni Bennettov kut; LBK - lijevi Bennettov kut; KLVD – kut lateralnog prednjeg vođenja desno; KLVL - kut lateralnog prednjeg vođenja lijevo.

	SCID	SCIL	KLVD	KLVL	DBK	LBK
$\bar{X}$	40,03	39,84	56,07	55,27	9,36	5,82
SD	9,40	8,48	13,47	10,95	5,81	4,24
p	0,430		0,115		0,017*	

Tablica 10. Osnovni statistički parametri za mušku (1) i žensku (2) populaciju kod BSI1 za SCI (kut nagiba kondilne staze), KLV (kut lateralnog prednjeg vođenja), BK (Bennettov kut) i KIV (kut incizijskog vođenja). Vrijednosti su za lijevu i desnu stranu zajedno (osim KIV); *statistički značajna razlika p<0,05.

Spol	Stat. Parametar	SCI	KLV	BK	KIV
1	$\bar{X}$	41,00	60,23	9,08	50,97
	SD	8,37	10,76	5,47	16,77
	N	44	44	44	22
	Minimum	23,10	31,10	0,00	0,00
	Maksimum	54,70	77,70	22,70	78,90
2	$\bar{X}$	39,32	53,03	6,72	48,42
	SD	9,21	12,32	5,14	12,81
	N	76	76	76	38
	Minimum	13,70	9,80	0,00	18,80
	Maksimum	60,80	73,10	29,10	64,50
P		0,322	0,002*	0,019*	0,510

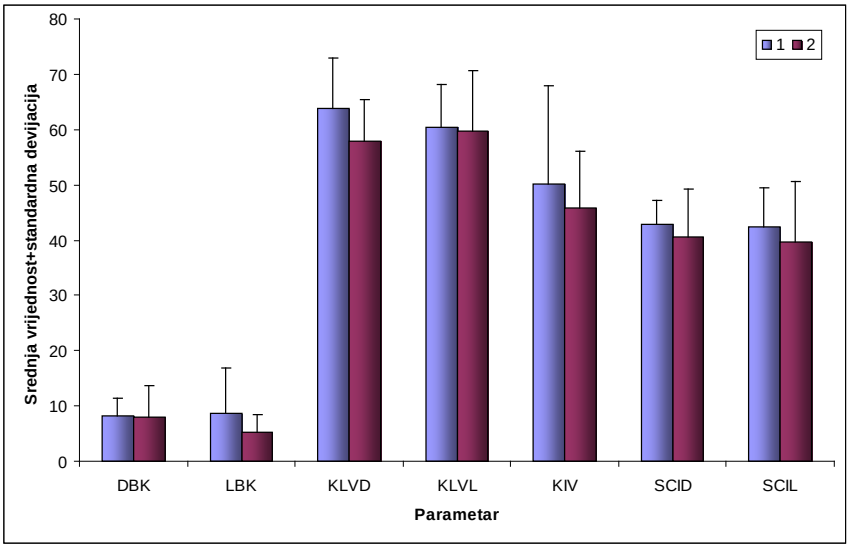
Tablica 11. Rezultati linearne regresijske analize između varijabli: lijevi Bennettov kut (LBK) i kut lateralnog prednjeg vođenja desno (KLVD) te varijabli: desni Bennettov kut (DBK) i kut lateralnog prednjeg vođenja lijevo (KLVL), za skupinu BSI1.

Stat. parametar	LBK & KLVD	DBK & KLVL
R^2	0,012	0,029
RSD	4,24	5,77
p	0,405	0,197

Tablica 12. Rezultati linearne regresijske analize između varijabli: kut nagiba kondilne staze lijevo (SCIL) i kut incizijskog vođenja (KIV) te varijabli: kut nagiba kondilne staze desno (SCID) i KIV, za skupinu BSI1.

Stat. parametar	SCIL & KIV	SCID & KIV
R^2	0,7948	0,7096
p	0,2992	0,3622

Manji KIV od prosjeka SCI lijeve i desne strane pokazalo je 18,33% ispitanika.



Slika 43. Srednje vrijednosti i standardne devijacije mjerenih parametara za mušku (1) i žensku (2) populaciju za skupinu A2. SCID – kut nagiba kondilne staze desno; SCIL – kut nagiba kondilne staze lijevo; DBK - desni Bennettov kut; LBK - lijevi Bennettov kut; KLVD – kut lateralnog prednjeg vođenja desno; KLVL - kut lateralnog prednjeg vođenja lijevo; KIV – kut incizijskog vođenja.

Tablica 13. Rezultati F testa između lijeve i desne strane za varijable SCI (kut nagiba kondilne staze), KLV (kut lateralnog prednjeg vođenja) i BK (Bennettov kut) za skupinu A2 neovisno o spolu; *statistički značajna razlika p<0,05; SCID – kut nagiba kondilne staze desno; SCIL – kut nagiba kondilne staze lijevo; DBK - desni Bennettov kut; LBK - lijevi Bennettov kut; KLVD – kut lateralnog prednjeg vođenja desno; KLVL - kut lateralnog prednjeg vođenja lijevo.

	SCID	SCIL	KLVD	KLVL	DBK	LBK
$\bar{X}$	41,44	40,63	60,08	59,93	8,07	6,50
SD	7,38	9,63	8,49	9,79	4,84	5,64
p	0,210		0,501		0,468	

Tablica 14. Osnovni statistički parametri za mušku (1) i žensku (2) populaciju kod A2 za SCI (kut nagiba kondilne staze), KLV (kut lateralnog prednjeg vođenja), BK (Bennettov kut) i KIV (kut incizijskog vođenja). Vrijednosti su za lijevu i desnu stranu zajedno (osim KIV); *statistički značajna razlika p<0,05.

Spol	Stat. Parametar	SCI	KLV	BK	KIV
1	$\bar{X}$	42,66	62,09	8,43	50,21
	SD	5,69	8,40	5,96	17,79
	N	18	18	18	9
	Minimum	32,70	47,20	0,00	8,10
	Maksimum	51,90	78,00	21,90	65,40
2	$\bar{X}$	40,06	58,74	6,60	45,89
	SD	9,78	9,36	4,77	10,22
	N	30	30	30	15
	Minimum	17,70	46,40	0,00	24,00
	Maksimum	58,90	83,80	20,70	61,80
P		0,311	0,219	0,248	0,455

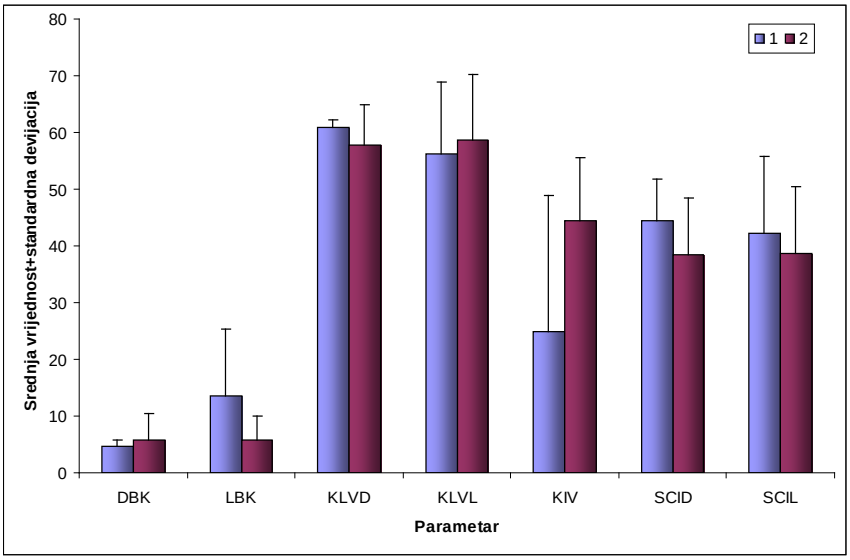
Tablica 15. Rezultati linearne regresijske analize između varijabli: lijevi Bennettov kut (LBK) i kut lateralnog prednjeg vođenja desno (KLVD) te varijabli: desni Bennettov kut (DBK) i kut lateralnog prednjeg vođenja lijevo (KLVL), za skupinu A2.

Stat. parametar	LBK & KLVD	DBK & KLVL
R^2	0,0003	0,0136
RSD	5,76	4,91
p	0,934	0,588

Tablica 16. Rezultati linearne regresijske analize između varijabli: kut nagiba kondilne staze lijevo (SCIL) i kut incizijskog vođenja (KIV) te varijabli: kut nagiba kondilne staze desno (SCID) i KIV, za skupinu A2.

Stat. parametar	SCIL & KIV	SCID & KIV
R^2	0,0175	0,0250
p	0,5382	0,4608

Manji KIV od prosjeka SCI lijeve i desne strane pokazalo je 33,3% ispitanika.



Slika 44. Srednje vrijednosti i standardne devijacije mjerenih parametara za mušku (1) i žensku (2) populaciju za skupinu BSI2/1. SCID – kut nagiba kondilne staze desno; SCIL – kut nagiba kondilne staze lijevo; DBK - desni Bennettov kut; LBK - lijevi Bennettov kut; KLVD – kut lateralnog prednjeg vođenja desno; KLVL - kut lateralnog prednjeg vođenja lijevo; KIV – kut incizijskog vođenja.

Tablica 17. Rezultati F testa između lijeve i desne strane za varijable SCI (kut nagiba kondilne staze), KLV (kut lateralnog prednjeg vođenja) i BK (Bennettov kut) za skupinu BSI2/1 neovisno o spolu; *statistički značajna razlika $p<0,05$; SCID – kut nagiba kondilne staze desno; SCIL – kut nagiba kondilne staze lijevo; DBK - desni Bennettov kut; LBK - lijevi Bennettov kut; KLVD – kut lateralnog prednjeg vođenja desno; KLVL - kut lateralnog prednjeg vođenja lijevo.

	SCID	SCIL	KLVD	KLVL	DBK	LBK
$\bar{X}$	39,74	39,41	58,39	58,25	5,58	7,25
SD	9,41	11,37	6,54	11,04	4,08	6,43
p	0,583		0,134		0,191	

Tablica 18. Osnovni statistički parametri za mušku (1) i žensku (2) populaciju kod BSI2/1 za SCI (kut nagiba kondilne staze), KLV (kut lateralnog prednjeg vođenja), BK (Bennettov kut) i KIV (kut incizijskog vođenja). Vrijednosti su za lijevu i desnu stranu zajedno (osim KIV); *statistički značajna razlika $p<0,05$.

Spol	Stat. parametar	SCI	KLV	BK	KIV
1	$\bar{X}$	43,43	58,60	9,10	25,00
	SD	8,95	7,88	8,55	23,90
	N	4	4	4	2
	Minimum	32,70	47,20	4,00	8,10
	Maksimum	51,90	65,20	21,90	41,90
2	$\bar{X}$	38,61	58,25	5,74	44,34
	SD	10,49	9,30	4,33	11,12
	N	16	16	16	8
	Minimum	17,70	46,40	0,00	24,00
	Maksimum	58,90	74,90	13,00	61,80
Statistička značajnost (p)		0,412	0,946	0,270	0,105

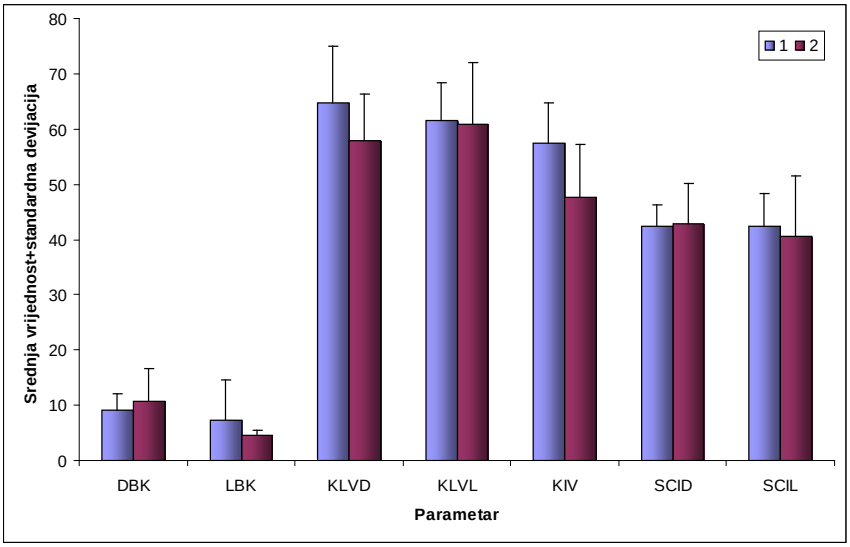
Tablica 19. Rezultati linearne regresijske analize između varijabli: lijevi Bennettov kut (LBK) i kut lateralnog prednjeg vođenja desno (KLVD) te varijabli: desni Bennettov kut (DBK) i kut lateralnog prednjeg vođenja lijevo (KLVL), za skupinu BSI2/1.

Stat. parametar	LBK & KLVD	DBK & KLVL
R^2	0,1267	0,0247
RSD	6,37	4,2757
p	0,313	0,665

Tablica 20. Rezultati linearne regresijske analize između varijabli: kut nagiba kondilne staze lijevo (SCIL) i kut incizijskog vođenja (KIV) te varijabli: kut nagiba kondilne staze desno (SCID) i KIV, za skupinu BSI2/1.

Stat. parametar	SCIL & KIV	SCID & KIV
R^2	0,0160	0,0003
p	0,7274	0,9593

Manji KIV od prosjeka SCI lijeve i desne strane pokazalo je 50% ispitanika.



Slika 45. Srednje vrijednosti i standardne devijacije mjerenih parametara za mušku (1) i žensku (2) populaciju za skupinu BSI2/2. SCID – kut nagiba kondilne staze desno; SCIL – kut nagiba kondilne staze lijevo; DBK - desni Bennettov kut; LBK - lijevi Bennettov kut; KLVD – kut lateralnog prednjeg vođenja desno; KLVL - kut lateralnog prednjeg vođenja lijevo; KIV – kut incizijskog vođenja.

Tablica 21. Rezultati F testa između lijeve i desne strane za varijable SCI (kut nagiba kondilne staze), KLV (kut lateralnog prednjeg vođenja) i BK (Bennettov kut) za skupinu BSI2/2 neovisno o spolu; *statistički značajna razlika p<0,05; SCID – kut nagiba kondilne staze desno; SCIL – kut nagiba kondilne staze lijevo; DBK - desni Bennettov kut; LBK - lijevi Bennettov kut; KLVD – kut lateralnog prednjeg vođenja desno; KLVL - kut lateralnog prednjeg vođenja lijevo.

	SCID	SCIL	KLVD	KLVL	DBK	LBK
$\bar{X}$	42,66	41,51	61,28	61,12	9,85	5,96
SD	5,59	8,52	9,71	9,03	4,66	5,18
p	0,142		0,796		0,705	

Tablica 22. Osnovni statistički parametri za mušku (1) i žensku (2) populaciju kod BSI2/2 za SCI (kut nagiba kondilne staze), KLV (kut lateralnog prednjeg vođenja), BK (Bennettov kut) i KIV (kut incizijskog vođenja). Vrijednosti su za lijevu i desnu stranu zajedno (osim KIV); *statistički značajna razlika p<0,05.

Spol	Stat. parametar	SCI	KLVL	BK	KIV
1	$\bar{X}$	42,44	63,09	8,24	57,41
	SD	4,86	8,56	5,43	7,36
	N	14	14	14	7
	Minimum	35,30	48,10	0,00	46,10
	Maksimum	50,50	78,00	19,40	65,40
2	$\bar{X}$	41,72	59,31	7,58	47,67
	SD	8,99	9,76	5,21	9,61
	N	14	14	14	7
	Minimum	28,20	46,50	4,00	30,50
	Maksimum	58,90	83,80	20,70	59,00
Statistička značajnost (p)		0,794	0,285	0,746	0,055

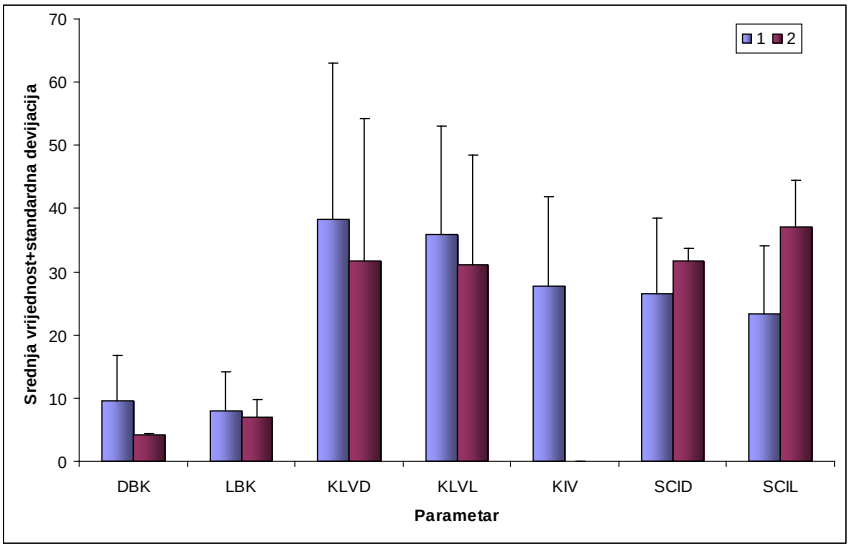
Tablica 23. Rezultati linearne regresijske analize između varijabli: lijevi Bennettov kut (LBK) i kut lateralnog prednjeg vođenja desno (KLVD) te varijabli: desni Bennettov kut (DBK) i kut lateralnog prednjeg vođenja lijevo (KLVL), za skupinu BSI2/2.

Stat. parametar	LBK & KLVD	DBK & KLVL
R^2	0,0203	0,0606
RSD	5,3458	4,7037
p	0,627	0,396

Tablica 24. Rezultati linearne regresijske analize između varijabli: kut nagiba kondilne staze lijevo (SCIL) i kut incizijskog vođenja (KIV) te varijabli: kut nagiba kondilne staze desno (SCID) i KIV, za skupinu BSI2/2.

Stat. parametar	SCIL & KIV	SCID & KIV
R^2	0,2313	0,0282
p	0,0817	0,5661

Manji KIV od prosjeka SCI lijeve i desne strane pokazalo je 21,4% ispitanika.



Slika 46. Srednje vrijednosti i standardne devijacije mjerenih parametara za mušku (1) i žensku (2) populaciju za skupinu A3. SCID – kut nagiba kondilne staze desno; SCIL – kut nagiba kondilne staze lijevo; DBK - desni Bennettov kut; LBK - lijevi Bennettov kut; KLVD – kut lateralnog prednjeg vođenja desno; KLVL - kut lateralnog prednjeg vođenja lijevo; KIV – kut incizijskog vođenja.

Tablica 25. Rezultati F testa između lijeve i desne strane za varijable SCI (kut nagiba kondilne staze), KLV (kut lateralnog prednjeg vođenja) i BK (Bennettov kut) za skupinu A3 neovisno o spolu; *statistički značajna razlika $p<0,05$; SCID – kut nagiba kondilne staze desno; SCIL – kut nagiba kondilne staze lijevo; DBK - desni Bennettov kut; LBK - lijevi Bennettov kut; KLVD – kut lateralnog prednjeg vođenja desno; KLVL - kut lateralnog prednjeg vođenja lijevo.

	SCID	SCIL	KLVD	KLVL	DBK	LBK
$\bar{X}$	27,24	25,21	37,12	34,96	8,58	7,79
SD	11,28	11,22	23,66	16,72	6,71	5,56
p	0,984		0,191		0,488	

Tablica 26. Osnovni statistički parametri za mušku (1) i žensku (2) populaciju kod A3 za SCI (kut nagiba kondilne staze), KLV (kut lateralnog prednjeg vođenja), BK (Bennettov kut) i KIV (kut incizijskog vođenja). Vrijednosti su za lijevu i desnu stranu zajedno (osim KIV); *statistički značajna razlika $p<0,05$.

Spol	Stat. parametar	SCI	KLVL	BK	KIV
1	$\bar{X}$	24,96	37,11	8,82	27,64
	SD	11,28	20,84	6,57	14,15
	N	26	26	25	13
	Minimum	-0,80	-4,3	0,00	0,00
	Maksimum	39,30	69,8	24,50	44,30
2	$\bar{X}$	34,48	31,38	5,62	0,00
	SD	5,34	17,98	2,35	0,00
	N	4	6	6	2
	Minimum	30,40	11,8	4,00	0,00
	Maksimum	42,30	57,0	9,20	0,00
P		0,255	0,540	0,112	0,019*

†jedna ispitanica nije mogla izvršiti protruzijsku kretnju, te vrijednosti KIV, SCI desne i lijeve strane nisu izračunate, niti su ulazile u obradu. Kod jednog ispitanika, prilikom desne laterotruzije, kretnja na razini kondila je bila minimalna, pa lijevi BK za tog ispitanika nije izračunat, niti je ulazio u obradu podataka.

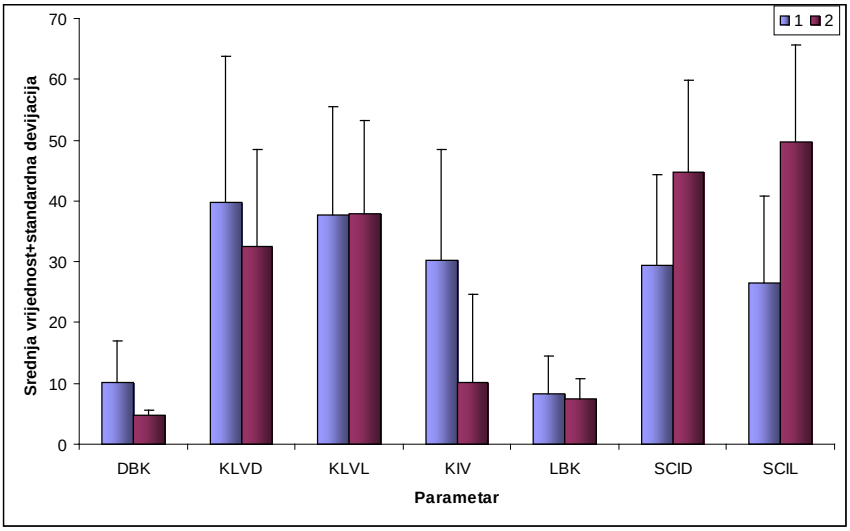
Tablica 27. Rezultati linearne regresijske analize između varijabli: lijevi Bennettov kut (LBK) i kut lateralnog prednjeg vođenja desno (KLVD) te varijabli: desni Bennettov kut (DBK) i kut lateralnog prednjeg vođenja lijevo (KLVL), za skupinu A3.

Stat. parametar	LBK & KLVD	DBK & KLVL
R^2	0,5631	0,0273
RSD	3,81	6,85
p	0,001*	0,541

Tablica 28. Rezultati linearne regresijske analize između varijabli: kut nagiba kondilne staze lijevo (SCIL) i kut incizijskog vođenja (KIV) te varijabli: kut nagiba kondilne staze desno (SCID) i KIV, za skupinu A3.

Stat. parametar	SCIL & KIV	SCID & KIV
R^2	0,5472	0,0387
p	0,0348*	0,4820

Manji KIV od prosjeka SCI lijeve i desne strane pokazalo je 60% ispitanika.



Slika 47. Srednje vrijednosti i standardne devijacije mjerenih parametara za mušku (1) i žensku (2) populaciju za skupinu BSI3. SCID – kut nagiba kondilne staze desno; SCIL – kut nagiba kondilne staze lijevo; DBK - desni Bennettov kut; LBK - lijevi Bennettov kut; KLVD – kut lateralnog prednjeg vođenja desno; KLVL - kut lateralnog prednjeg vođenja lijevo; KIV – kut incizijskog vođenja.

Tablica 29. Rezultati F testa između lijeve (L) i desne (D) strane za SCI (kut nagiba kondilne staze), KLV (kut lateralnog prednjeg vođenja) i BK (Bennettov kut) za skupinu BSI3 neovisno o spolu; *statistički značajna razlika p<0,05; SCID – kut nagiba kondilne staze desno; SCIL – kut nagiba kondilne staze lijevo; DBK - desni Bennettov kut; LBK - lijevi Bennettov kut; KLVD – kut lateralnog prednjeg vođenja desno; KLVL - kut lateralnog prednjeg vođenja lijevo.

	SCID	SCIL	KLVD	KLVL	DBK	LBK
$\bar{X}$	32,61	31,45	37,98	37,71	8,76	8,06
SD	15,88	17,16	22,09	16,87	6,42	5,49
P	0,745		0,249		0,514	

Tablica 30. Osnovni statistički parametri za mušku (1) i žensku (2) populaciju kod BSI3 za SCI (kut nagiba kondilne staze), KLV (kut lateralnog prednjeg vođenja), BK (Bennettov kut) i KIV (kut incizijskog vođenja). Vrijednosti su za lijevu i desnu stranu zajedno (osim KIV); *statistički značajna razlika p<0,05.

Spol	Stat. Parametar	SCI	KLV	BK	KIV
1	$\bar{X}$	27,97	38,73	9,23	30,29
	SD	14,40	20,81	6,52	18,10
	N	30	30	29	15
	Minimum	-0,80	-4,30	0,00	0,00
	Maksimum	65,00	69,80	24,50	74,90
2	$\bar{X}$	47,25	35,18	6,07	10,13
	SD	14,60	15,06	2,73	14,62
	N	8	10	10	4
	Minimum	30,40	11,80	4,00	0,00
	Maksimum	68,60	57,00	11,80	31,00
P		0,002*	0,623	0,147	0,057

Tablica 31. Rezultati linearne regresijske analize između varijabli: lijevi Bennettov kut (LBK) i kut lateralnog prednjeg vođenja desno (KLVD) te varijabli: desni Bennettov kut (DBK) i kut lateralnog prednjeg vođenja lijevo (KLVL), za skupinu BSI3.

Stat. parametar	LBK & KLVD	DBK & KLVL
R^2	0,2621	0,0574
RSD	4,85	6,40
p	0,025*	0,309

Tablica 32. Rezultati linearne regresijske analize između varijabli: kut nagiba kondilne staze lijevo (SCIL) i kut incizijskog vođenja (KIV) te varijabli: kut nagiba kondilne staze desno (SCID) i KIV, za skupinu BSI3.

Stat. parametar	SCIL & KIV	SCID & KIV
R^2	0,0003	0,0305
p	0,9479	0,4746

Manji KIV od prosjeka SCI lijeve i desne strane pokazalo je 63,2% ispitanika.

Tablica 33. Osnovni statistički parametri za svaku skupinu i sve skupine zajedno za odabrane varijable. SCID – kut nagiba kondilne staze desno; SCIL - kut nagiba kondilne staze lijevo; DBK - desni Bennettov kut; LBK - lijevi Bennettov kut; KLVD – kut lateralnog prednjeg vođenja desno; KLVL - kut lateralnog prednjeg vođenja lijevo; KIV – kut incizijskog vođenja.

Varij.	Stat. parametar	A1	BSI1	A2	BSI2/1	BSI2/2	A3	BSI3	Svi ispitanici zajedno
SCID	$\bar{X}$	41,01	40,03	41,44	39,74	42,66	27,24	32,61	38,99
	SD	10,45	9,40	7,39	9,42	5,59	11,29	15,88	10,84
	Min.	13,70	13,7	23,80	23,80	33,60	-0,80	-0,80	-0,80
	Maks.	65,00	60,8	55,70	55,70	53,60	37,90	65,00	65,00

SCIL	$\bar{X}$	40,67	39,84	40,63	39,41	41,51	25,21	31,45	38,48
	SD	9,77	8,48	9,64	11,38	8,52	11,23	17,16	11,22
	Min.	21,70	21,70	17,70	17,70	28,20	5,50	5,50	5,50
	Maks.	68,60	54,30	58,90	58,90	58,90	42,30	68,60	68,60
KIV	$\bar{X}$	48,62	49,35	47,51	40,47	52,54	23,95	26,05	44,62
	SD	15,20	14,30	13,35	15,04	9,66	16,31	19,02	17,37
	Min.	0,00	0,00	8,10	8,10	30,50	0,00	0,00	0,00
	Maks.	74,90	78,90	65,40	61,80	65,40	44,30	74,90	78,90
KLVL	$\bar{X}$	55,09	55,27	59,93	58,25	61,12	34,96	37,71	52,97
	SD	11,64	10,95	9,80	11,05	9,03	16,73	16,88	14,22
	Min.	27,90	27,90	46,40	46,40	49,30	3,80	3,80	3,80
	Maks.	77,70	77,70	83,80	74,90	83,80	62,60	66,80	83,80
KLVD	$\bar{X}$	54,71	56,07	60,08	58,39	61,28	37,12	37,98	53,52
	SD	14,58	13,47	8,50	6,54	9,72	23,66	22,10	16,46
	Min.	9,80	9,80	46,50	50,00	46,50	-4,30	-4,30	-4,30
	Maks.	77,30	77,30	78,00	73,00	78,00	69,80	69,80	78,00
DBK	$\bar{X}$	9,27	9,35	8,07	5,58	9,85	8,58	8,76	8,94
	SD	5,65	5,81	4,84	4,08	4,66	6,71	6,42	5,70
	Min.	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00
	Maks.	29,10	29,10	20,70	13,00	20,70	24,50	24,50	29,10
LBK	$\bar{X}$	6,12	5,82	6,50	7,25	5,96	7,79	8,07	6,39
	SD	4,55	4,24	5,64	6,44	5,19	5,56	5,50	4,86
	Min.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Maks.	20,40	20,40	21,90	21,90	19,40	19,60	19,60	21,90

*jedna ispitanica nije mogla izvesti protruzijsku kretnju, te vrijednosti KIV, SCID i SCIL nisu izračunate, niti su ušle u statističku obradu. Kod jednog ispitanika, prilikom desne laterotruzije, kretnja na razini kondila je bila minimalna, pa lijevi BK za tog ispitanika nije izračunat, niti je ulazio u obradu podataka.

Tablica 34. Rezultati analize varijance između 7 testiranih skupina za odabrane varijable. SCID – kut nagiba kondilne staze desno; SCIL – kut nagiba kondilne staze lijevo; DBK - desni Bennettov kut; LBK - lijevi Bennettov kut; KLVD – kut lateralnog prednjeg vođenja desno; KLVL – kut lateralnog prednjeg vođenja lijevo; KIV – kut incizijskog vođenja. *statistički značajna razlika p<0,05.

Varijabla	F	P
SCID	5,17	0,000080*
SCIL	5,63	0,000030*
KIV	10,62	0,000000*
KLVL	13,05	0,000000*
KLVD	7,71	0,000000*
DBK	1,51	0,176164
LBK	0,66	0,678352

Tablica 35. Rezultati Newman - Keuls testa za varijablu kut nagiba kondilne staze desno između testiranih skupina. *statistički značajna razlika p<0,05.

	A1	BSI1	A2	BSI2/1	BSI2/2	A3	BSI3
A1		0,966611	0,926599	0,783885	0,984815	0,015968*	0,166434
BSI1	0,966611		0,875955	0,953698	0,915897	0,016506*	0,238699
A2	0,926599	0,875955		0,928671	0,962944	0,018936*	0,227292
BSI2/1	0,783885	0,953698	0,928671		0,970584	0,019484*	0,124747
BSI2/2	0,984815	0,915897	0,962944	0,970584		0,015738*	0,255096
A3	0,015968*	0,016506*	0,018936*	0,019484*	0,015738*		0,247506
BSI3	0,166434	0,238699	0,227292	0,124747	0,255096	0,247506	

Tablica 36. Rezultati Newman - Keuls testa za varijablu kut nagiba kondilne staze lijevo između testiranih skupina. *statistički značajna razlika p<0,05.

	A1	BSI1	A2	BSI2/1	BSI2/2	A3	BSI3
A1		0,622432	0,994786	0,964770	0,864222	0,014598*	0,240104
BSI1	0,622432		0,786168	0,761028	0,448956	0,000944*	0,057398
A2	0,994786	0,786168		0,803701	0,982777	0,009368*	0,148791
BSI2/1	0,964770	0,761028	0,803701		0,974027	0,010936*	0,105900
BSI2/2	0,864222	0,448956	0,982777	0,974027		0,011978*	0,245417
A3	0,014598*	0,000944*	0,009368*	0,010936*	0,011978*		0,204861
BSI3	0,240104	0,057398	0,148791	0,105900	0,245417	0,204861	

Tablica 37. Rezultati Newman - Keuls testa za varijablu kut incizijskog vođenja između testiranih skupina. *statistički značajna razlika p<0,05.

	A1	BSI1	A2	BSI2/1	BSI2/2	A3	BSI3
A1		0,623236	0,869598	0,450567	0,562741	0,002515*	0,004748*
BSI1	0,623236		0,694995	0,206740	0,727746	0,000119*	0,000306*
A2	0,869598	0,694995		0,298272	0,737879	0,002836*	0,004351*
BSI2/1	0,450567	0,206740	0,298272		0,281425	0,039061*	0,033163*
BSI2/2	0,562741	0,727746	0,737879	0,281425		0,000360*	0,000875*
A3	0,002515*	0,000119*	0,002836*	0,039061*	0,000360*		0,757117
BSI3	0,004748*	0,000306*	0,004351*	0,033163*	0,000875*	0,757117	

Tablica 38. Rezultati Newman - Keuls testa za varijablu kut lateralnog prednjeg vođenja lijevo između testiranih skupina. *statistički značajna razlika p<0,05.

	A1	BSI1	A2	BSI2/1	BSI2/2	A3	BSI3
A1		0,848048	0,655833	0,567276	0,694367	0,001529*	0,004675*
BSI1	0,848048		0,709638	0,725309	0,701284	0,001604*	0,003107*
A2	0,655833	0,709638		0,761619	0,828466	0,000106*	0,000558*
BSI2/1	0,567276	0,725309	0,761619		0,861547	0,000250*	0,001154*
BSI2/2	0,694367	0,701284	0,828466	0,861547		0,000066*	0,000333*
A3	0,001529*	0,001604*	0,000106*	0,000250*	0,000066*		0,618600
BSI3	0,004675*	0,003107*	0,000558*	0,001154*	0,000333*	0,618600	

Tablica 39. Rezultati Newman - Keuls testa za varijablu kut lateralnog prednjeg vođenja desno između testiranih skupina. *statistički značajna razlika p<0,05.

	A1	BSI1	A2	BSI2/1	BSI2/2	A3	BSI3
A1		0,950263	0,859844	0,851205	0,870874	0,026452*	0,013985*
BSI1	0,950263		0,748155	0,632404	0,803437	0,040625*	0,031478*
A2	0,859844	0,748155		0,804541	0,859691	0,009734*	0,010301*
BSI2/1	0,851205	0,632404	0,804541		0,905554	0,015345*	0,014423*
BSI2/2	0,870874	0,803437	0,859691	0,905554		0,007113*	0,008157*
A3	0,026452*	0,040625*	0,009734*	0,015345*	0,007113*		0,899925
BSI3	0,013985*	0,031478*	0,010301*	0,014423*	0,008157*	0,899925	

Tablica 40. Osnovni statistički parametri za svaku ispitivanu skupinu i sve ispitanike zajedno za varijablu Bennettov kut (BK), na razini lijevog i desnog zgloba zajedno.

BK				
Skupina	$\bar{X}$	SD	Min.	Maks.
A1 (N=116)	7,69	5,35	0,00	29,10
BSI1 (N=120)	7,59	5,36	0,00	29,10
A2 (N=48)	7,29	5,26	0,00	21,90
BSI2/1 (N=20)	6,42	5,31	0,00	21,90
BSI2/2 (N=28)	7,91	5,23	0,00	20,70
A3 (N=31)	8,20	6,09	0,00	24,50
BSI3 (N=39)	8,42	5,92	0,00	24,50
Svi ispitanici zajedno (N=207)	7,67	5,44	0,00	29,10

*Kod jednog ispitanika, prilikom desne laterotruzije, kretnja na razini kondila je bila minimalna, te lijevi BK za tog ispitanika nije izračunat, niti je uključen u obradu podataka.

Pronađeno je grupiranje vrijednosti BK pri iznosu od 0° i 4°. BK od 4° utvrđen je kod 28,2% tj. 58 TMZ (od 207 sveukupno), a BK od 0° kod 9,2% tj. 19 TMZ.

Tablica 41. Osnovni statistički parametri za svaku ispitivanu skupinu i sve ispitanike zajedno za varijablu kut nagiba kondilne staze (SCI), na razini lijevog i desnog zgloba zajedno.

SCI				
Skupina	$\bar{X}$	SD	Min.	Maks.
A1 (N=116)	40,84	10,08	13,70	68,60
BSI1 (N=120)	39,94	8,92	13,7	60,80
A2 (N=48)	41,04	8,50	17,70	58,90
BSI2/1 (N=20)	39,58	10,17	17,70	58,90
BSI2/2 (N=28)	42,08	7,10	28,20	58,90
A3 (N=30)	26,23	11,11	-0,80	42,30
BSI3 (N=38)	32,03	16,32	-0,80	68,60
Svi ispitanici zajedno (N=206)	38,73	11,01	-0,80	68,60

*jedna ispitanica nije mogla izvesti protruzijsku kretnju, te vrijednosti SCI za lijevu i desnu stranu nisu izračunate, niti su uključene u statističku obradu.

Tablica 42. Osnovni statistički parametri za svaku ispitivanu skupinu i sve ispitanike zajedno za varijablu kut lateralnog prednjeg vođenja (KLV), na razini lijevog i desnog zgloba zajedno.

KLV				
Skupina	$\bar{X}$	SD	Min.	Maks.
A1 (N=116)	54,90	13,14	9,80	77,70
BSI1 (N=120)	55,67	12,23	9,80	77,70
A2 (N=48)	60,00	9,07	46,40	83,80
BSI2/1 (N=20)	58,32	8,84	46,40	74,90
BSI2/2 (N=28)	61,20	9,21	46,50	83,80
A3 (N=32)	36,04	20,19	-4,30	69,80
BSI3 (N=40)	37,84	19,41	-4,30	69,80
Svi ispitanici zajedno (N=208)	53,24	15,35	-4,30	83,80

Tablica 43. Rezultati analize varijance između 7 testiranih skupina za odabrane varijable: kut nagiba kondilne staze (SCI); kut lateralnog prednjeg vođenja (KLV); Bennettov kut (BK) (vrijednosti lijevog i desnog zgloba zajedno). *statistički značajna razlika $p<0,05$.

Varijabla	F	P
SCI	11,02	0,000000*
KLV	20,11	0,000000*
BK	0,53	0,788802

Tablica 44. Rezultati Newman - Keuls testa za varijablu kut nagiba kondilne staze između testiranih skupina (vrijednosti lijevog i desnog zgloba zajedno). *statistički značajna razlika p<0,05.

	A1	BSI1	A2	BSI2/1	BSI2/2	A3	BSI3
A1		0,827851	0,952836	0,705361	0,926761	0,000079*	0,023005*
BSI1	0,827851		0,705463	0,731856	0,628592	0,000029*	0,006468*
A2	0,952836	0,705463		0,899992	0,754798	0,000107*	0,035713*
BSI2/1	0,705361	0,731856	0,899992		0,876875	0,000211*	0,024117*
BSI2/2	0,926761	0,628592	0,754798	0,876875		0,000049*	0,022324*
A3	0,000079*	0,000029*	0,000107*	0,000211*	0,000049*		0,082641
BSI3	0,023005*	0,006468*	0,035713*	0,024117*	0,022324*	0,082641	

Tablica 45. Rezultati Newman - Keuls testa za varijablu kut lateralnog prednjeg vođenja između testiranih skupina. *statistički značajna razlika p<0,05

	A1	BSI1	A2	BSI2/1	BSI2/2	A3	BSI3
A1		0,941707	0,466439	0,429633	0,465010	0,000084*	0,000256*
BSI1	0,941707		0,594308	0,663695	0,544085	0,000074*	0,000117*
A2	0,466439	0,594308		0,698027	0,781697	0,000021*	0,000020*
BSI2/1	0,429633	0,663695	0,698027		0,783745	0,000020*	0,000020*
BSI2/2	0,465010	0,544085	0,781697	0,783745		0,000026*	0,000021*
A3	0,000084*	0,000074*	0,000021*	0,000020*	0,000026*		0,677208
BSI3	0,000256*	0,000117*	0,000020*	0,000020*	0,000021*	0,677208	

Tablica 46. Intraindividualne razlike vrijednosti kuta nagiba kondilne staze (SCI) između lijeve (L) i desne (D) strane (muški i ženski ispitanici zajedno) kod ispitivanih skupina.

	A1 (n=58)	A2 (n=24)	A3 (n=15)	BSI1 (n=60)	BSI2/1 (n=10)	BSI2/2 (n=14)	BSI3 (n=19)
Srednja razlika (stupnjevi)	4,93	5,65	6,28	4,84	7,07	4,64	5,92
Broj ispitanika s L - D razlikom unutar 1,0°	12 (20,7%)	1 (2,5%)	1 (6,7%)	14 (23,3%)	0	1 (7,1%)	1 (5,3%)
Broj ispitanika s L - D razlikom < 5,0°	32 (55,2%)	11 (45,8%)	9 (60%)	33 (55%)	4 (40%)	7 (50%)	12 (63,2%)
Broj ispitanika s 5,0°-10,0° L - D razlikom	19 (32,8%)	11 (45,8%)	4 (26,7%)	20 (33,3%)	4 (40%)	7 (50%)	4 (21,1%)
Broj ispitanika s >10,0° razlikom	7 (12,1%)	2 (8,3%)	2 (13,3%)	7 (11,7%)	2 (20%)	0	3 (15,8%)

Maksimalna L - D razlika SCI vrijednosti iznosila je kod A1 18,5°, A2 20,9°, A3 17,9°, BSI1 18,5°, BSI2/1 20,9°, BSI2/2 7,9°, BSI3 17,

Tablica 47. Rezultati F testa za anteroposteriorni (X), vertikalni (Y) i transverzalni (Z) pomak iz položaja okluzije centrične relacije u IKP, između lijeve (L) i desne (D) strane za skupinu A1 (N=58).

	XL	XD	YL	YD	ZL	ZD
$\bar{X}$	-0,27	-0,21	0,35	0,39	-0,01	-0,01
SD	0,38	0,34	0,58	0,64	0,18	0,18
P	0,382		0,682		0,958	

Tablica 48. Osnovni statistički parametri za anteroposteriorni (X), vertikalni (Y) i transverzalni (Z) pomak iz položaja okluzije centrične relacije u IKP, za mušku (1) i žensku (2) populaciju, za lijevu i desnu stranu zajedno, kod skupine A1 (N=116). *statistički značajna razlika $p<0,05$.

Spol	Stat. Parametar	X	Y	Z
1 N=44	$\bar{X}$	-0,09	0,49	-0,03
	SD	0,27	0,66	0,13
	RSD	-2,99	1,36	-4,11
	SP	0,04	0,10	0,02
	M	-0,15	0,40	0,00
	Minimum	-0,70	-0,70	-0,20
	Maksimum	0,70	2,20	0,20
2 N=72	$\bar{X}$	-0,34	0,30	0,00
	SD	0,38	0,56	0,20
	RSD	-1,12	1,89	-143,23
	SP	0,04	0,07	0,02
	M	-0,20	0,25	0,00
	Minimum	-1,70	-1,70	-0,30
	Maksimum	0,40	2,10	0,60
Statistička značajnost (p)		0,001*	0,100	0,369

Tablica 49. Rezultati F testa za anteroposteriorni (X), vertikalni (Y) i transverzalni (Z) pomak iz položaja okluzije centrične relacije u IKP, između lijeve (L) i desne (D) strane za skupinu BSI1 (N=60).

	XL	XD	YL	YD	ZL	ZD
$\bar{X}$	-0,27	-0,22	0,34	0,41	-0,005	-0,007
SD	0,38	0,34	0,59	0,63	0,17	0,17
P	0,406		0,558		0,985	

Tablica 50. Osnovni statistički parametri za anteroposteriorni (X), vertikalni (Y) i transverzalni (Z) pomak iz položaja okluzije centrične relacije u IKP, za mušku (1) i žensku (2) populaciju, za lijevu i desnu stranu zajedno, kod skupine BSI1 (N=120). *statistički značajna razlika $p<0,05$.

Spol	Stat. Parametar	X	Y	Z
1 N=44	$\bar{X}$	-0,11	0,48	-0,03
	SD	0,29	0,67	0,12
	RSD	-2,58	1,42	-3,88
	SP	0,04	0,10	0,02
	M	-0,15	0,40	0,00
	Minimum	-0,70	-0,70	-0,20
	Maksimum	0,70	2,20	0,20
2 N=76	$\bar{X}$	-0,32	0,31	0,01
	SD	0,39	0,57	0,20
	RSD	-1,24	1,84	21,44
	SP	0,04	0,07	0,02
	M	-0,20	0,25	0,00
	Minimum	-1,70	-1,70	-0,30
	Maksimum	0,40	2,10	0,60
Statistička značajnost (p)		0,004*	0,157	0,216

Tablica 51. Rezultati F testa za anteroposteriorni (X), vertikalni (Y) i transverzalni (Z) pomak iz položaja okluzije centrične relacije u IKP, između lijeve (L) i desne (D) strane za skupinu A2 (N=24).

	XL	XD	YL	YD	ZL	ZD
$\bar{X}$	-0,31	-0,28	0,23	0,18	0,004	0,004
SD	0,40	0,31	0,67	0,53	0,18	0,18
P	0,268		0,277		1,000	

Tablica 52. Osnovni statistički parametri za anteroposteriorni (X), vertikalni (Y) i transverzalni (Z) pomak iz položaja okluzije centrične relacije u IKP, za mušku (1) i žensku (2) populaciju, za lijevu i desnu stranu zajedno, kod skupine A2 (N=48).

Spol	Stat. Parametar	X	Y	Z
1 N=18	$\bar{X}$	-0,39	0,02	-0,03
	SD	0,39	0,63	0,17
	RSD	-1,00	37,91	-5,25
	SP	0,09	0,15	0,04
	M	-0,35	0,00	-0,10
	Minimum	-1,20	-1,10	-0,20
	Maksimum	0,40	1,30	0,30
2 N=30	$\bar{X}$	-0,24	0,32	0,03
	SD	0,33	0,57	0,18
	RSD	-1,39	1,79	6,75
	SP	0,06	0,10	0,03
	M	-0,30	0,25	0,00
	Minimum	-0,80	-0,90	-0,20
	Maksimum	0,40	1,70	0,40
Statistička značajnost (p)		0,165	0,096	0,264

Tablica 53. Rezultati F testa za anteroposteriorni (X), vertikalni (Y) i transverzalni (Z) pomak iz položaja okluzije centrične relacije u IKP, između lijeve (L) i desne (D) strane za skupinu BSI2/1 (N=10).

	XL	XD	YL	YD	ZL	ZD
$\bar{X}$	-0,31	-0,35	0,34	0,41	-0,02	-0,02
SD	0,43	0,30	0,69	0,36	0,15	0,15
P	0,309		0,070		1,000	

Tablica 54. Osnovni statistički parametri za anteroposteriorni (X), vertikalni (Y) i transverzalni (Z) pomak iz položaja okluzije centrične relacije u IKP, za mušku (1) i žensku (2) populaciju, za lijevu i desnu stranu zajedno, kod skupine BSI2/1 (N=20).

Spol	Stat. Parametar	X	Y	Z
1 N=4	$\bar{X}$	-0,58	0,20	0,05
	SD	0,26	0,24	0,29
	RSD	-0,46	1,22	5,77
	SP	0,13	0,12	0,14
	M	-0,60	0,20	0,05
	Minimum	-0,80	-0,10	-0,20
	Maksimum	-0,30	0,50	0,30
2 N=16	$\bar{X}$	-0,27	0,42	-0,04
	SD	0,36	0,59	0,10
	RSD	-1,36	1,41	-2,73
	SP	0,09	0,15	0,03
	M	-0,35	0,40	-0,05
	Minimum	-0,80	-0,90	-0,20
	Maksimum	0,40	1,60	0,10
Statistička značajnost (p)		0,135	0,485	0,312

Tablica 55. Rezultati F testa za anteroposteriorni (X), vertikalni (Y) i transverzalni (Z) pomak iz položaja okluzije centrične relacije u IKP, između lijeve (L) i desne (D) strane za skupinu BSI2/2 (N=14).

	XL	XD	YL	YD	ZL	ZD
$\bar{X}$	-0,31	-0,24	0,157	0,007	0,02	0,02
SD	0,39	0,32	0,67	0,58	0,20	0,20
P	0,523		0,061		1,000	

Tablica 56. Osnovni statistički parametri za anteroposteriorni (X), vertikalni (Y) i transverzalni (Z) pomak iz položaja okluzije centrične relacije u IKP, za mušku (1) i žensku (2) populaciju, za lijevu i desnu stranu zajedno, kod skupine BSI2/2 (N=28). *statistički značajna razlika $p<0,05$.

Spol	Stat. Parametar	X	Y	Z
1 N=14	$\bar{X}$	-0,34	-0,04	-0,06
	SD	0,41	0,70	0,13
	RSD	-1,22	-19,70	-2,35
	SP	0,11	0,19	0,04
	M	-0,30	0,00	-0,10
	Minimum	-1,20	-1,10	-0,20
	Maksimum	0,40	1,30	0,20
2 N=14	$\bar{X}$	-0,21	0,20	0,10
	SD	0,30	0,54	0,22
	RSD	-1,46	2,69	2,22
	SP	0,08	0,14	0,06
	M	-0,25	0,15	0,10
	Minimum	-0,70	-0,40	-0,20
	Maksimum	0,20	1,70	0,40
Statistička značajnost (p)		0,353	0,328	0,032*

Tablica 57. Rezultati F testa za anteroposteriorni (X), vertikalni (Y) i transverzalni (Z) pomak iz položaja okluzije centrične relacije u IKP, između lijeve (L) i desne (D) strane za skupinu A3 (N=16).

	XL	XD	YL	YD	ZL	ZD
$\bar{X}$	-0,31	-0,13	0,18	0,12	-0,03	-0,03
SD	0,35	0,30	0,46	0,55	0,19	0,19
P	0,551		0,523		1,000	

Tablica 58. Osnovni statistički parametri za anteroposteriorni (X), vertikalni (Y) i transverzalni (Z) pomak iz položaja okluzije centrične relacije u IKP, za mušku (1) i žensku (2) populaciju, za lijevu i desnu stranu zajedno, kod skupine A3 (N=32).

Spol	Stat. Parametar	X	Y	Z
1 N=26	$\bar{X}$	-0,18	0,18	-0,06
	SD	0,36	0,53	0,20
	RSD	-2,05	2,95	-3,22
	SP	0,07	0,10	0,04
	M	-0,15	0,15	0,00
	Minimum	-0,80	-0,90	-0,60
	Maksimum	0,60	1,50	0,20
2 N=6	$\bar{X}$	-0,38	0,02	0,10
	SD	0,15	0,38	0,09
	RSD	-0,38	22,58	0,89
	SP	0,06	0,15	0,04
	M	-0,35	0,00	0,10
	Minimum	-0,60	-0,50	0,00
	Maksimum	-0,20	0,60	0,20
Statistička značajnost (p)		0,186	0,484	0,063

Tablica 59. Rezultati F testa za anteroposteriorni (X), vertikalni (Y) i transverzalni (Z) pomak iz položaja okluzije centrične relacije u IKP, između lijeve (L) i desne (D) strane za skupinu BSI3 (N=20).

	XL	XD	YL	YD	ZL	ZD
$\bar{X}$	-0,31	-0,16	0,19	0,15	-0,025	-0,025
SD	0,33	0,29	0,42	0,49	0,18	0,18
P	0,573		0,465		1,000	

Tablica 60. Osnovni statistički parametri za anteroposteriorni (X), vertikalni (Y) i transverzalni (Z) pomak iz položaja okluzije centrične relacije u IKP, za mušku (1) i žensku (2) populaciju, za lijevu i desnu stranu zajedno, kod skupine BSI3 (N=40).

Spol	Stat. Parametar	X	Y	Z
1 N=30	$\bar{X}$	-0,18	0,19	-0,05
	SD	0,34	0,50	0,20
	RSD	-1,87	2,63	-4,20
	SP	0,06	0,09	0,04
	M	-0,20	0,15	0,00
	Minimum	-0,80	-0,90	-0,60
	Maksimum	0,60	1,50	0,20
2 N=10		-0,39	0,09	0,04
	SD	0,20	0,30	0,14
	RSD	-0,52	3,33	3,57
	SP	0,06	0,09	0,05
	M	-0,35	0,15	0,10
	Minimum	-0,70	-0,50	-0,20
	Maksimum	-0,10	0,60	0,20
Statistička značajnost (p)		0,072	0,555	0,207

Tablica 61. Rezultati F testa za apsolutne vrijednosti pomaka iz položaja okluzije centrične relacije u IKP (AP) između lijeve (L) i desne (D) strane za svaku od sedam testiranih skupina.

Skupina	Stat. parametar	AP - L	AP - D
A1	$\bar{X}$	0,68	0,69
	SD	0,49	0,52
	P	0,9518	
BSI1	$\bar{X}$	0,69	0,71
	SD	0,48	0,51
	P	0,8570	
A2	$\bar{X}$	0,77	0,64
	SD	0,44	0,34
	P	0,2503	
BSI2/1	$\bar{X}$	0,82	0,64
	SD	0,42	0,34
	P	0,3026	
BSI2/2	$\bar{X}$	0,73	0,63
	SD	0,46	0,35
	P	0,5406	
A3	$\bar{X}$	0,64	0,56
	SD	0,30	0,38
	P	0,5209	
BSI3	$\bar{X}$	0,64	0,56
	SD	0,30	0,38
	P	0,5209	

Tablica 62. Osnovni statistički parametri za svaku skupinu za anteroposteriorni (X), vertikalni (Y) i transverzalni (Z) pomak iz položaja okluzije centrične relacije u IKP, te apsolutnu vrijednost pomaka (AP) za ukupnu populaciju (muški i ženski ispitanici zajedno) za lijevu i desnu stranu zajedno.

Varijabla	Stat. parametar	Skupina							Svi zajedno (N=208)
		A1 (N=116)	BSI1 (N=120)	A2 (N=48)	BSI2/1 (N=20)	BSI2/2 (N=28)	A3 (N=32)	BSI3 (N=40)	
X	$\bar{X}$	-0,24	-0,24	-0,30	-0,33	-0,27	-0,22	-0,23	-0,25
	SD	0,36	0,37	0,36	0,36	0,36	0,34	0,32	0,36
	Min.	-1,70	-1,70	-1,20	-0,80	-1,20	-0,80	-0,80	-1,70
	Maks.	0,70	0,70	0,40	0,40	0,40	0,60	0,60	0,70
Y	$\bar{X}$	0,37	0,37	0,20	0,38	0,08	0,15	0,17	0,29
	SD	0,61	0,61	0,60	0,54	0,63	0,51	0,46	0,59
	Min.	-1,70	-1,70	-1,10	-0,90	-1,10	-0,90	-0,90	-1,70
	Maks.	2,20	2,20	1,70	1,60	1,70	1,50	1,50	2,20
Z	$\bar{X}$	-0,01	-0,01	0,00	-0,02	0,02	-0,03	-0,03	-0,01
	SD	0,18	0,17	0,18	0,15	0,20	0,19	0,19	0,18
	Min.	-0,30	-0,30	-0,20	-0,20	-0,20	-0,60	-0,60	-0,60
	Maks.	0,60	0,60	0,40	0,30	0,40	0,20	0,20	0,60
AP	$\bar{X}$	0,69	0,70	0,70	0,73	0,68	0,60	0,56	0,68
	SD	0,50	0,49	0,39	0,38	0,41	0,34	0,32	0,45
	Min.	0,14	0,14	0,22	0,24	0,22	0,10	0,10	0,10
	Maks.	2,33	2,33	1,76	1,65	1,76	1,53	1,53	2,33

Transverzalni pomak $\geq 0,5$ mm na lijevoj i/ili desnoj strani utvrđeni su u 4 ispitanika kod A1 i BSI1, niti jednog ispitanika kod A2, BSI2/1, BSI2/2, te 2 ispitanika kod A3 i BSI3. Apsolutna vrijednost transverzalnog pomaka (za lijevi i desni TMZ, N=208) iznosila je 0,13 mm (SD 0,12). Podudaranje položaja OCR i IKP nije utvrđeno ni kod jednog ispitanika. OCR položaj udaljen $\leq 0,2$ mm od položaja IKP (u lijevom i desnom zglobu istovremeno) nije utvrđen kod A1, BSI1, BSI2/1, BSI2/2 i A2, dok je jedan ispitanik kod A3, tj. BSI3 imao pomak na razini lijevog i desnog zgloba $\leq 0,2$ mm.

Tablica 63. Prikaz broja ispitanika s apsolutnim pomakom (AP) iz položaja okluzije centrične relacije u IKP ≥ 2,0 mm, i ≥ 1,0 mm, na lijevoj i/ili desnoj strani, za ispitivane skupine.

	A1 (N=58)	A2 (N=24)	A3 (N=16)	BSI1 (N=60)	BSI2/1 (N=10)	BSI2/2 (N=14)	BSI3 (N=20)
AP ≥ 2,0 mm	3 (5,2%)	0	0	4 (6,7%)	0	0	0
AP ≥ 1,0 mm	13 (22,4%)	6 (25%)	3 (18,8%)	14 (23,3%)	2 (20%)	4 (28,6%)	3 (15%)

Kod 4 ispitanika (3,9%) utvrđen je pomak u lijevom i/ili desnom TMZ ≥ 2,0 mm.

Tablica 64. Rezultati analize varijance između 7 testiranih skupina za anteroposteriorne vrijednosti (X), vertikalne vrijednosti (Y), transverzalne vrijednosti (Z) te apsolutne vrijednosti pomaka (AP) iz položaja okluzije centrične relacije u IKP, za ukupnu populaciju, za lijevu i desnu stranu zajedno. *statistički značajna razlika p<0,05

Varijabla	F	P
X	0,40	0,880986
Y	2,17	0,045048*
Z	0,34	0,913952
AP	0,74	0,616691

Tablica 65. Rezultati Newman - Keuls testa za vertikalni iznos kretnji između testiranih skupina. *statistički značajna razlika p<0,05.

	A1	BSI1	A2	BSI2/1	BSI2/2	A3	BSI3
A1		0,993968	0,212664	0,999166	0,043374*	0,348477	0,271785
BSI1	0,993968		0,421501	0,975013	0,045096*	0,458112	0,408457
A2	0,212664	0,421501		0,572380	0,795242	0,912545	0,768266
BSI2/1	0,999166	0,975013	0,572380		0,049359*	0,536603	0,510364
BSI2/2	0,043374*	0,045096*	0,795242	0,049359*		0,609707	0,807313
A3	0,348477	0,458112	0,912545	0,536603	0,609707		0,910162
BSI3	0,271785	0,408457	0,768266	0,510364	0,807313	0,910162	

Tablica 66. Rezultati analize varijance između 7 testiranih skupina za apsolutne vrijednosti pomaka iz položaja okluzije centrične relacije u IKP (AP) za ukupnu populaciju, posebno za lijevu, i posebno za desnu stranu.

Varijabla	F	p
APS - L	0,33	0,895160
APS - D	0,35	0,881620

Tablica 67. Prikaz različitih smjerova pomaka iz položaja okluzije centrične relacije u IKP kod različitih klasa po Angleu i klasa inciziva prema British Standard Instituteu, na razini lijevog i desnog zgloba zajedno.

	AI (%)	PI (%)	AS (%)	PS (%)	A (%)	I (%)	S (%)	P (%)
A1 (n=116)	67 (57,76)	16 (13,79)	13 (11,21)	4 (3,45)	5 (4,31)	10 (8,52)	1 (0,86)	0
A2 (n=48)	20 (41,67)	7 (14,58)	10 (20,83)	1 (2,08)	7 (14,58)	2 (4,17)	1 (2,08)	0
A3 (n=32)	12 (37,5)	3 (9,38)	8 (25,0)	2 (6,25)	2 (6,25)	3 (9,38)	1 (3,12)	1 (3,12)
BSI1 (n=120)	64 (53,33)	19 (15,83)	15 (12,5)	4 (3,33)	7 (5,83)	10 (8,33)	1 (0,83)	0
BSI2/1 (n=20)	12 (60,0)	3 (15,0)	2 (10,0)	0	2 (10,0)	1 (5,0)	0	0
BSI2/2 (n=28)	8 (28,57)	4 (14,29)	8 (28,57)	1 (3,57)	5 (17,86)	1 (3,57)	1 (3,57)	0
BSI3 (n=40)	20 (50,0)	3 (7,5)	8 (20,0)	2 (5,0)	2 (5,0)	3 (7,50)	1 (2,50)	1 (2,50)
Svi ispitanici zajedno	104 (50,0)	29 (13,94)	33 (15,87)	7 (3,37)	16 (7,69)	15 (7,21)	3 (1,44)	1 (0,48)

*AI - anteroinferiorni smjer pomaka; PI - posteroinferiorni smjer pomaka; AS - anterosuperiorni smjer pomaka; PS - posterosuperiorni smjer pomaka; A - anteriorni smjer pomaka; I - inferiorni smjer pomaka; S - superiorni smjer pomaka; P - posteriorni smjer pomaka.

Rezultati drugog dijela istraživanja prikazuju statističku analizu dobivenih varijabli između eksperimentalne i kontrolne skupine, kod TMZ s DDSR lijevo/desno (usporedbom s nasuprotnom stranom, i usporedbom s kontrolnom skupinom), te između svih TMZ s DDSR i svih TMZ bez DDSR.

Tablica 68. Rezultati T-testa za odabrane varijable između eksperimentalne (E) i kontrolne (K) skupine.

Varijabla	$\bar{X}_E$	$\bar{X}_K$	SD_E	SD_K	P
XL	0,10	0,11	0,10	0,07	0,8625
YL	0,16	0,21	0,10	0,11	0,1238
ZL	0,08	0,11	0,07	0,06	0,3134
XD	0,10	0,11	0,09	0,07	0,8123
YD	0,17	0,14	0,10	0,09	0,3890
ZD	0,08	0,11	0,07	0,06	0,3640
AL	0,24	0,29	0,13	0,09	0,2038
AD	0,26	0,25	0,12	0,09	0,8482

*XL - anteroposteriorno odstupanje lijevog kondila; YL - vertikalno odstupanje lijevog kondila; ZL - transverzalno odstupanje lijevog kondila; XD - anteroposteriorno odstupanje desnog kondila; YD - vertikalno odstupanje desnog kondila; ZD - transverzalno odstupanje desnog kondila; AL - apsolutna vrijednost odstupanja na lijevoj strani; AD - apsolutna vrijednost odstupanja na desnoj strani.

Minimalni iznos odstupanja (gledano na razini osi) iznosio je za ispitnu i za kontrolnu skupinu 0 mm, a maksimalni 0,47 mm. Minimalni iznos apsolutne vrijednosti odstupanja kod ispitne skupine iznosio je 0,07 mm, a kod kontrolne skupine 0,13 mm. Maksimalni iznos apsolutne vrijednosti odstupanja kod ispitne skupine iznosio je 0,70 mm, a kod kontrolne skupine 0,51 mm.

Tablica 69. Rezultati F testa za vrijednosti odstupanja između lijeve (L) i desne strane (D) kod ispitanika s dislokacijom diska sa redukcijom na lijevoj strani.

Varijabla	$\bar{X}_L$	$\bar{X}_D$	SD_L	SD_D	P
XL & XD	0,08	0,09	0,08	0,09	0,7498
YL & YD	0,17	0,16	0,09	0,07	0,8670
ZL & ZD	0,09	0,10	0,07	0,07	0,8525
AL & AD	0,24	0,25	0,11	0,10	0,8919

*XL - anteroposteriorno odstupanje lijevog kondila; YL - vertikalno odstupanje lijevog kondila; ZL - transverzalno odstupanje lijevog kondila; XD - anteroposteriorno odstupanje desnog kondila; YD - vertikalno odstupanje desnog kondila; ZD - transverzalno odstupanje desnog kondila; AL - apsolutna vrijednost odstupanja na lijevoj strani; AD - apsolutna vrijednost odstupanja na desnoj strani.

Minimalni iznos odstupanja na razini osi iznosio je na lijevoj i desnoj strani 0 mm, dok je maksimalni na lijevoj bio 0,33 mm, a na desnoj strani 0,27 mm. Minimalni iznos apsolutne vrijednosti odstupanja na lijevoj i desnoj strani iznosio je 0,07 mm, a maksimalni iznos na lijevoj 0,37 mm, na desnoj 0,40 mm.

Tablica 70. Rezultati T-testa za anteroposteriorne, vertikalne, transverzalne, te apsolutne vrijednosti odstupanja između lijeve strane ispitanika s dislokacijom diska sa redukcijom na lijevoj strani (EL) i lijeve strane kontrolne skupine (K).

Varijabla	$\bar{X}_{EL}$	$\bar{X}_K$	SD_{EL}	SD_K	P
XL	0,08	0,11	0,08	0,07	0,4702
YL	0,17	0,21	0,09	0,11	0,3027
ZL	0,09	0,11	0,07	0,06	0,6859
AL	0,24	0,29	0,11	0,09	0,2161

*XL - anteroposteriorno odstupanje lijevog kondila; YL - vertikalno odstupanje lijevog kondila; ZL - transverzalno odstupanje lijevog kondila; AL - apsolutna vrijednost odstupanja lijeve strane.

Tablica 71. Rezultati F testa za vrijednosti odstupanja između lijeve (L) i desne strane (D) kod ispitanika s dislokacijom diska sa redukcijom desno.

Varijabla	$\bar{X}_L$	$\bar{X}_D$	SD_L	SD_D	P
XL & XD	0,14	0,12	0,17	0,10	0,7880
YL & YD	0,18	0,24	0,16	0,15	0,4678
ZL & ZD	0,08	0,07	0,08	0,06	0,7872
AL & AD	0,29	0,31	0,22	0,17	0,8370

*XL - anteroposteriorno odstupanje lijevog kondila; YL - vertikalno odstupanje lijevog kondila; ZL - transverzalno odstupanje lijevog kondila; XD - anteroposteriorno odstupanje desnog kondila; YD - vertikalno odstupanje desnog kondila; ZD - transverzalno odstupanje desnog kondila; AL - apsolutna vrijednost odstupanja na lijevoj strani; AD - apsolutna vrijednost odstupanja na desnoj strani.

Minimalni iznos odstupanja na lijevoj i desnoj strani iznosio je 0 mm, a maksimalni 0,47 mm. Minimalni iznos apsolutne vrijednosti odstupanja na lijevoj strani iznosio je 0,07 mm, a maksimalni 0,70 mm, a na desnoj 0,16 mm i 0,59 mm.

Tablica 72. Rezultati T-testa za vrijednosti odstupanja između desne strane (ED) kod ispitanika s dislokacijom diska sa redukcijom na desnoj strani, i desne strane kontrolne skupine (K).

Varijabla	$\bar{X}_{ED}$	$\bar{X}_K$	SD_{ED}	SD_K	P
XD	0,12	0,11	0,10	0,07	0,7868
YD	0,24	0,14	0,15	0,09	0,0926
ZD	0,07	0,11	0,06	0,06	0,2125
AD	0,31	0,25	0,17	0,09	0,2890

*XD - anteroposteriorno odstupanje desnog kondila; YD - vertikalno odstupanje desnog kondila; ZD - transverzalno odstupanje desnog kondila; AD - apsolutna vrijednost odstupanja desne strane.

Tablica 73. Rezultati F testa za vrijednosti odstupanja na razini X (anteroposteriorno), Y (vertikalno) i Z (transverzalno) osi, i apsolutnih vrijednosti odstupanja (A), između svih zglobova s dislokacijom diska sa redukcijom (E, N=42) i svih zglobova bez dislokacije diska sa redukcijom (K, N=42). Vrijednosti su za kontrolnu i eksperimentalnu skupinu zajedno.

Varijabla	$\bar{X}_E$	$\bar{X}_K$	SD_E	SD_K	p
X DDSR & X bez DDSR	0,10	0,11	0,08	0,09	0,5578
Y DDSR & Y bez DDSR	0,16	0,17	0,10	0,10	0,6671
Z DDSR & Z bez DDSR	0,08	0,10	0,07	0,06	0,1573
A DDSR & A TMZ bez DDSR	0,24	0,27	0,11	0,11	0,3299

*DDSR – dislokacija diska sa redukcijom.

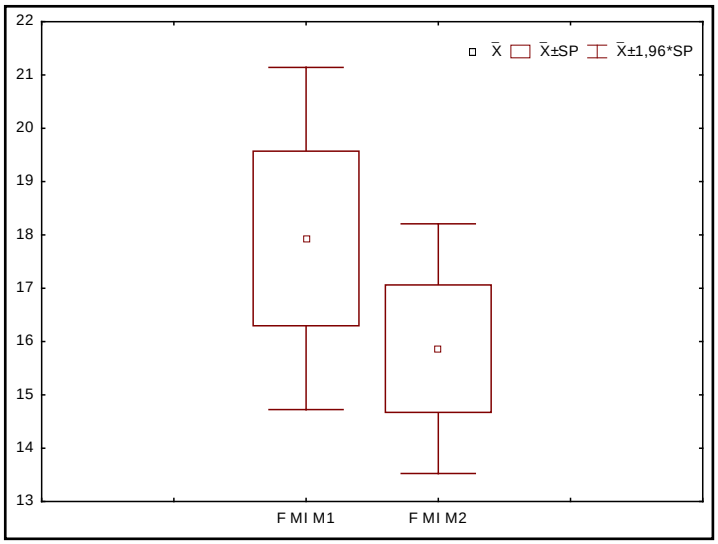
Minimalna vrijednost odstupanja kod TMZ s DDSR iznosila je na razini x osi 0,0 mm, na razini y osi 0,0 mm, te na razini z osi 0,0 mm. Maksimalne vrijednosti iznosile su za x, y i z os redom 0,27 mm, 0,47 mm i 0,27 mm. Za TMZ bez DDSR minimalne vrijednosti bile su 0,0 mm za x, y i z os. Maksimalne vrijednosti bile su za x, y i z os redom 0,47 mm, 0,47 mm i 0,27 mm. Minimalni iznos apsolutne vrijednosti odstupanja između registrata CR kod zglobova s DDSR iznosio je 0,07 mm, a maksimalni 0,59 mm. Kod TMZ bez DDSR minimalni iznos apsolutne vrijednosti odstupanja iznosio je 0,07 mm, a maksimalni 0,70 mm.

Tablica 74. Prikaz različitih vrijednosti odstupanja između registrata centrične relacije (vrijednosti su zajedničke za lijevu i desnu stranu; broj TMZ s DDSR=42, broj TMZ bez DDSR=42).

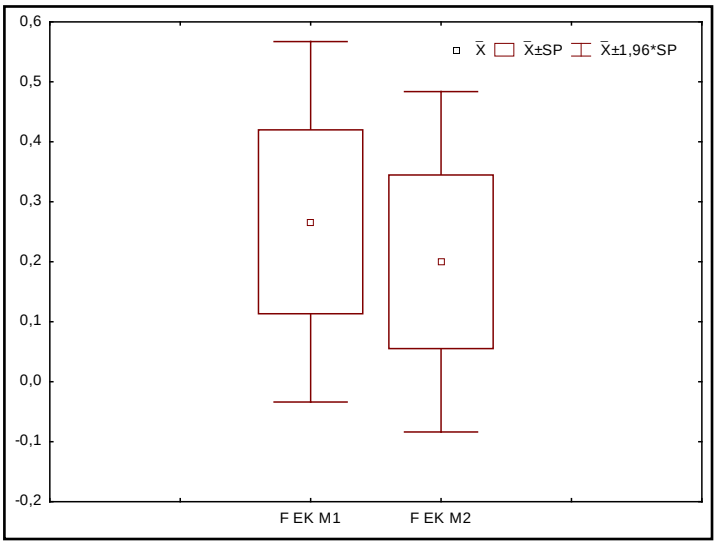
Odabrana udaljenost i odabrana os	TMZ s DDSR (broj ispitanika kod kojih su odstupanja registrata unutar odabrane udaljenosti)	TMZ bez DDSR (broj ispitanika kod kojih su odstupanja registrata unutar odabrane udaljenosti))
≤ 0,1 mm na x osi	23 (54,8%)	23 (54,8%)
≤ 0,1 mm na y osi	12 (28,6%)	10 (23,8%)
≤ 0,1 mm na z osi	27 (64,3%)	22 (52,4%)
≤ 0,2 mm na x osi	40 (95,2%)	39 (92,9%)
≤ 0,2 mm na y osi	33 (78,6%)	29 (69,0%)
≤ 0,2 mm na z osi	41 (97,6%)	41 (97,6%)
≤ 0,3 mm na x osi	42 (100%)	41 (97,6%)
≤ 0,3 mm na y osi	39 (92,9%)	39 (92,9%)
≤ 0,3 mm na z osi	42 (100%)	42 (100%)
AP ≤ 0,1 mm	5 (11,9%)	2 (4,8%)
AP ≤ 0,2 mm	18 (42,9%)	13 (31,0%)
AP ≤ 0,3 mm	27 (64,3%)	27 (64,3%)
AP ≤ 0,4 mm	40 (95,2%)	39 (92,9%)

*AP – apsolutni iznos udaljenosti; DDSR – dislokacija diska sa redukcijom.

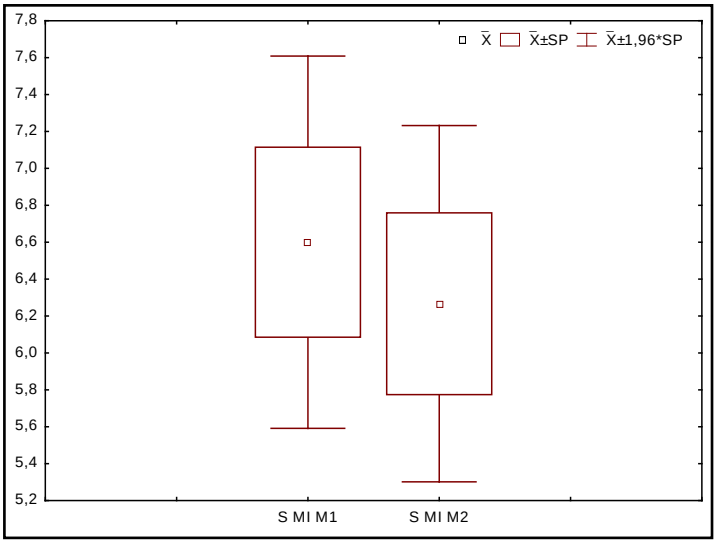
Rezultati trećeg dijela istraživanja prikazuju za metodu 1 i metodu 2: broj kontakata u IKP utvrđen artikulacijskom folijom, broj prekobrojnih kontakata u IKP, broj kontakata u IKP utvrđen ultra tankom okluzijskom folijom, broj istovjetnih kontakata u protruziji, broj nedostajućih kontakata u protruziji, broj prekobrojnih kontakata u protruziji, postotak istovjetnih kontakata u protruziji. Rezultati prikazuju i statističku analizu mjerenih parametara između dvije metode.



Slika 48. Box and Whisker plot za parametar broj kontakata u maksimalnoj interkuspidaciji kod metode 1 (M1) i metode 2 (M2), utvrđeno artikulacijskom folijom.

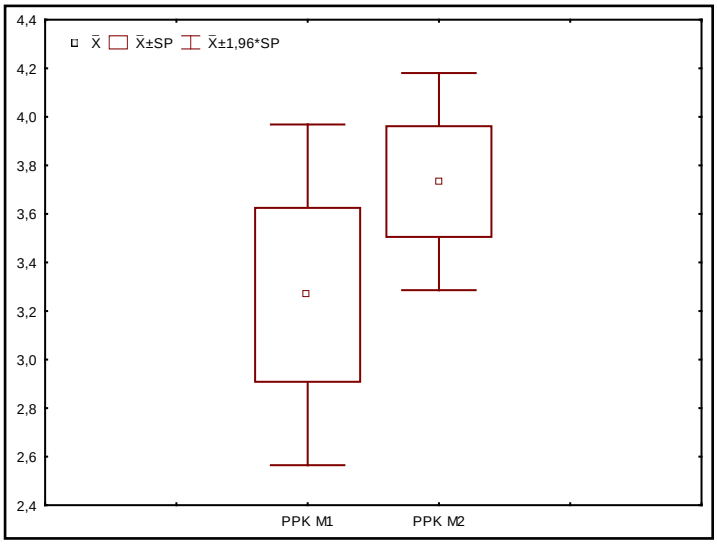


Slika 49. Box and Whisker plot za parametar broja prekobrojnih kontakata u maksimalnoj interkuspidaciji kod metode 1 (M1) i metode 2 (M2).

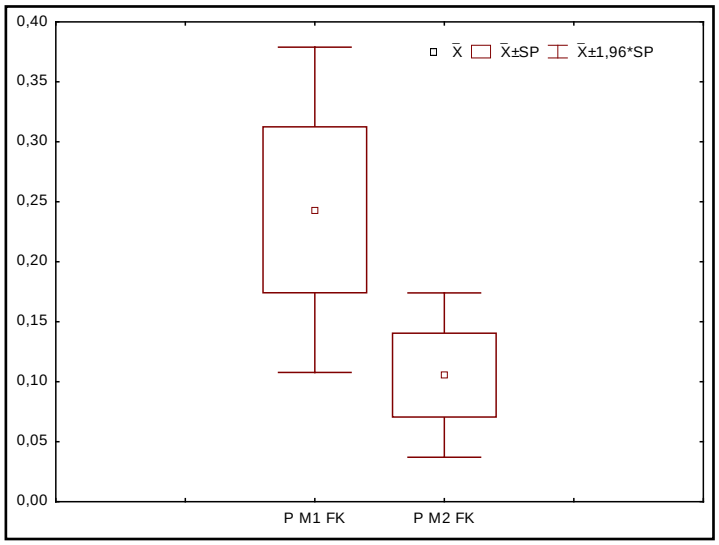


Slika 50. Box and Whisker plot za parametar broja kontakata u maksimalnoj interkuspidaciji utvrđenih ultra tankom okluzijskom folijom kod metode 1 (M1) i metode 2 (M2).

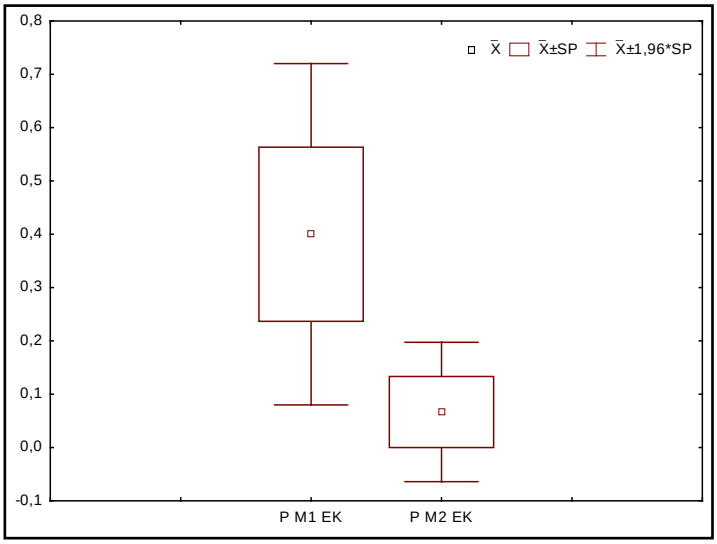
Zbog distribucije dobivenih rezultata onemogućena je statistička analiza preciznosti kontakata lijeve i desne laterotruzije između dvije metode. Prilikom lijeve laterotruzije svi ispitanici kod obje metode pokazali su vođenje očnjakom, te nije bilo prekobrojnih kontakata. Prilikom desne laterotruzije 14 ispitanika je pokazalo vođenje očnjakom kod obje metode. Dvoje ispitanika kod metode 1, te jedan ispitanik kod metode 2 pokazalo je po jedan prekobrojni kontakt prilikom desne laterotruzije.



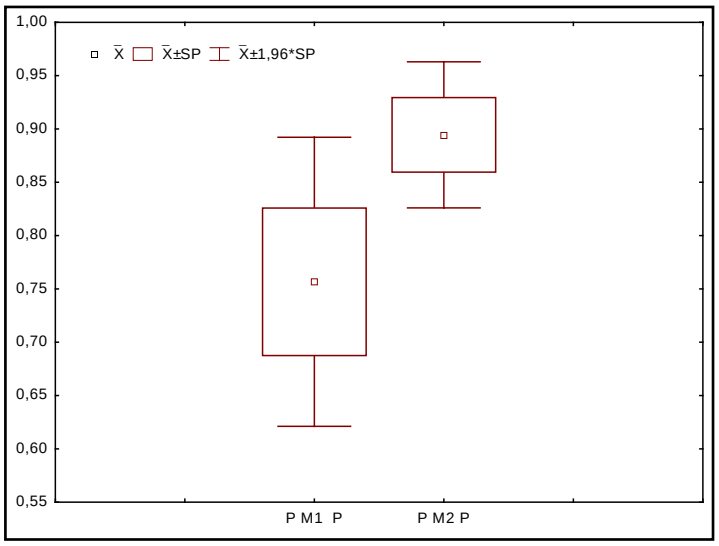
Slika 51. Box and Whisker plot za parametar broja istovjetnih kontakata u protruziji između metode 1 (M1) i metode 2 (M2).



Slika 52. Box and Whisker plot za parametar broja nedostajućih kontakata u protruziji kod metode 1 (M1) i metode 2 (M2).



Slika 53. Box and Whisker plot za parametar broja prekobrojnih kontakata u protruziji kod metode 1 (M1) i metode 2 (M2).



Slika 54. Box and Whisker plot za parametar postotka istovjetnih kontakata u protruziji kod metode 1 (M1) i metode 2 (M2).

Tablica 75. Rezultati F testa između dvije testne metode (metoda 1, M1 i metode 2, M2). $\bar{X}$ - srednja vrijednost; SD - standardna devijacija; p - razina statističke značajnosti.

Varijabla	Statistički parametar				
	$\bar{X}_{M1}$	$\bar{X}_{M2}$	SD_{M1}	SD_{M2}	p
Broj kontakata u IKP / artikulacijska folija	17,93	15,87	6,34	4,63	0,3166
Broj kontakata u IKP / ultra tanka okluzijska folija	6,60	6,27	1,99	1,91	0,6434
Broj prekobrojnih kontakata /artikulacijska folija	0,27	0,20	0,59	0,56	0,7542
Broj istovjetnih kontakata u protruziji	3,27	3,73	1,39	0,88	0,2811
Broj nedostajućih kontakata u protruziji	0,24	0,11	0,27	0,14	0,0862
Broj prekobrojnih kontakata u protruziji	0,40	0,07	0,63	0,26	0,0692
Postotak istovjetnih kontakata u protruziji	0,76	0,89	0,27	0,14	0,0862

4. Rasprava

Prvi dio istraživanja bavio se vrijednostima SCI, ISS, BK, KIV, KLV i pomakom OCR - IKP kod različitih klasa po Angleu i klasa inciziva prema BSI (1). S obzirom na opću prihvaćenost, te na mogućnost usporedbe s drugim istraživanjima korištena je Angle klasifikacija. Razlika između potklasa unutar A2 izražena je kroz BSI klasifikaciju (svi ispitanici s BSI2/1 su spadali i u A2/1; svi ispitanici s BSI2/2 spadali su i u A2/2).

Utvrđena je prosječna vrijednost SCI kod A1 od 40,8° (SD 10,1). Nije utvrđena značajna razlika između A1, A2/1 i A2/2, dok su za A3 utvrđene prosječno manje vrijednosti SCI.
Tijekom protetske rehabilitacije alternativa određivanju pacijentovih individualnih vrijednosti SCI (i drugih parametara okluzije) je postavljanje artikulatora na prosječne vrijednosti. Međutim, previsok SCI u postavkama artikulatora može rezultirati nadomjeskom s protruzijskim ili laterotruzijskim interferencama (286). Te interference mogu smanjiti učinkovitost protetske rehabilitacije, jer zahtijevaju okluzijsku prilagodbu prilikom predaje nadomjeska, a ako se ne primijete na vrijeme uzrokuju preopterećenje protetskog nadomjeska, uporišnog zuba i pripadajućeg parodonta (316). Neki autori (54,355) zagovaratelji su postavljanja SCI na niže vrijednosti od prosječnih kako bi se osigurala diskluzija stražnjih zuba tijekom kretnji donje čeljusti. Ipak, postavljanje vrijednosti SCI prenisko može rezultirati ravnom i neučinkovitom okluzijskom morfologijom, te može lažno pokazati interference u artikulatoru koje realno ne postoje u ustima (316). Gilboa i sur. (276) navode da ukoliko je individualan SCI izraženo strm ili plitak, prosječno namještanje artikulatora može se razlikovati od individualnog dovoljno da prouzroči smetnje postizanju određenog kliničkog cilja, poput diskluzije stražnjih zuba ili balansirane okluzije.

Prilikom usporedbe s istraživanjima drugih autora valja voditi računa da kod različitih radiografskih, te kod istraživanja na anatomskim preparatima lubanja, dobivene SCI varijable predstavljaju anatomske vrijednosti stražnjeg zida zglobne kvržice. Ipak, na protruzijsku putanju kondila utječu, uz artikulirajuću površinu zglobne kvržice, i zglobna pločica i artikulirajuća površina kondila, te drugi čimbenici (217). Vrijednosti korištene za individualizaciju artikulatora, u svrhu reprodukcije pacijentovih kretnji, trebale bi što bolje opisati samu putanju kondil - disk kompleksa. Uređaji za snimanje i analizu kretnji donje čeljusti omogućavaju navedeno, te stoga imaju prednost pred radiografskim istraživanjima i istraživanjima na anatomskim preparatima lubanja.

Uzimajući u obzir razlike između referentnih ravnina (pretpostavljena razlika od 15° između FH i CP (252,253), i 15° između CP i AO (435)) rezultati (prosječna vrijednost SCI kod A1 40,8°, SD 10,1 Tablica 41) spadaju u gornji rang dobivenih SCI vrijednosti sličnih

istraživanja (199,213,218,221,223,225,228,255,289,297,403,436). Ipak, najvrjednija je usporedba sa sličnim istraživanjima koja su koristila CP kao referentnu ravninu. Salaorni i Palla (437), na 61 ispitaniku, uz pomoć optoelektroničkog sustava, utvrdili su prosječnu vrijednost SCI od 42,5° (SD 10,6) u odnosu prema Camperovoj ravnini, što je gotovo identično rezultatima ovog istraživanja. Dodić i sur. (283) istraživali su SCI vrijednosti kod ispitanika sa i bez TMP-a, koristeći ultrazvučni uređaj za snimanje kretnji donje čeljusti na temelju šest stupnjeva slobode (CP referentna ravnina). Kod 30 ispitanika bez znakova i simptoma TMP-a, prosječan SCI na 3 mm kondilnog protruzijskog puta iznosio je 45,4° za desni zglob, i 44,0° za lijevi zglob, dok je na 6 mm kondilnog protruzijskog puta prosječan SCI iznosio 39,7° za desni i 39,0° za lijevi zglob. Uzimajući u obzir strmije SCI vrijednosti na početku kondilnog puta (296), SCI vrijednosti su slične kao u ovom istraživanju (Tablica 33, 41). Zamacona i sur. (228) koristili su grafičku registraciju kod protruzijskog kondilnog pokreta, i tangencijalnu metodu za određivanje SCI (prema CP) na 55 ispitanika. Srednja SCI vrijednost iznosila je 36,6° na lijevoj strani, i 35,75° na desnoj. Različite vrijednosti od ovog istraživanja (Tablica 33, 41) mogu se objasniti različitim uzorkom; u istraživanju Zamacone i sur. (228) 78,6% ispitanika je imalo potpunu bezubost, što može objasniti niže vrijednosti SCI.

Dobivene SCI vrijednosti A2/1 (39,6°, SD 10,2), A2/2 (42,1°, SD 7,1) i A3 (26,2°, SD 11,1) mogu se uspoređivati kao apsolutne vrijednosti s rezultatima sličnih istraživanja, te se može raditi usporedba njihovog relativnog odnosa prema neutrookluziji. Kod proučavanja relativnog odnosa, s obzirom na razlike između uzoraka, materijala i metoda, horizontalnih referentnih ravnina i referentne kondilne točke, najispravnije je raditi usporedbu sa sličnim istraživanjima koja su na isti način određivala okluzijske parametre kod A1, A2 i A3. Iz dostupne literature izvijesno je kako do sada nije provedeno istraživanje koje bi uspoređivalo SCI vrijednosti malokluzija prema CP, te je zbog toga nemoguća usporedba u ovom istraživanju utvrđenih apsolutnih SCI vrijednosti za A2/1 A2/2 i A3 s literaturnim navodima.

Utvrđena statistički značajna razlika između A1 i A3 (Tablica 35, 36, 44) slična je istraživanju Zimmera i sur. (226) i Motoyoshia i sur. (320). U istraživanju Canninga i sur. (316) i Wen-Ching Koa i sur. (123) nije utvrđena statistički značajna razlika između A1 i A3, iako je skeletalna klasa III imala tendenciju najmanjim SCI vrijednostima. Dosadašnja istraživanja su utvrdila da A3 malokluzije imaju pliću zglobnu jamicu i ravniju zglobnu kvržicu, u odnosu na neutrookluziju (93,304,312), što je u skladu s rezultatima ovog istraživanja (Tablica 44). Iako na putanju kondila ne utječe samo inklinacija zglobne kvržice (217), istraživanja su utvrdila korelaciju inklinacije zglobne kvržice i inklinacije putanje

kondila (218-220), te se, uz prosječno nižu i ravniju zglobnu kvržicu, očekuju i niže vrijednosti putanje kondila kod A3. Dobiveni rezultati (Tablica 41) uz rezultate Zimmera i sur. (226) i Motoyoshia i sur. (320) sugeriraju, prilikom namještanja artikulatora na prosječne vrijednosti, desetak stupnjeva niže vrijednosti SCI kod A3 vrste međučeljusnih odnosa.

Motoyoshi i sur. (320) utvrdili su prosječnu SCI vrijednost za A2 (nisu razlikovali A2/1 i A2/2) od 61,5° (SD 5,0) na 3 mm protruzijske kretnje kondila. Stamm i sur. (96) utvrdili su prosječnu vrijednost maksimalnog SCI 66,3° (SD 12,9) kod A2/2. Canning i sur. (316) utvrdili su prosječnu vrijednost za A2 (nisu razlikovali A2/1 i A2/2) od 49,0° (SD 7,0) na desnoj strani, te 48,9 (SD 7,1) na lijevoj strani. Kod sva tri istraživanja (96,316,320) AO je bila horizontalna referentna ravnina. Ukoliko se uzme prosječan odnos AO i CP od 15° (CP 15° manje (435)) rezultat ovog istraživanja (A2/1 39,6°, A2/2 42,1°) usporediv je s prosjekom prethodno navedenih istraživanja (96,316,320). Stamm i sur. (96) mjerili su maksimalni SCI, a Motoyoshi i sur. (320) na tri milimetra protruzijske kretnje, zbog čega je, vjerojatno, dobivena viša vrijednost u njihovom istraživanju. Ipak, objektivnija je usporedba razlike prema neutrookluziji, u sličnim istraživanjima malokluzija.

Iako je A2/2 imala u prosjeku najveće vrijednosti SCI (Tablica 41), nije utvrđena statistički značajna razlika između A1 i A2/2, što je u skladu s rezultatima Motoyoshia i sur. (320) (mada u navedenom istraživanju nije pravljena razlika između klase II/1 i klase II/2), Arieta-Mirandae i sur. (305) (ANB klasifikacija) te Cohlmiae i sur. (93) (normalni, duboki i jako duboki zagriz), dok strmiji kondilni put u protruziji kod A2/2 nije potvrđen (Stamm i sur. (96), Koeck i Severin (318), Canning i sur. (316) - nisu radili razliku između A2/1 i A2/2, Anders (319)). Stamm i sur. (96) utvrdili su srednju razliku maksimalnog SCI od 7° između A2/2 i A1. Mjerenja su radili elektroničkim aksiografom Cadiax (Gamma, Beč, Austrija) čiji software dozvoljava mjerenje maksimalnog i minimalnog SCI. Premda je rezultat njihovog istraživanja u suprotnosti s rezultatima ovog istraživanja, treba imati na umu da je 7° razlika maksimalne SCI vrijednosti. Iako ArcusDigma II omogućava mjerenje nagiba pojedinog segmenta putanje kondila, te je moguće izmjeriti maksimalni SCI za određeni segment kondilne kretnje, ovim istraživanjem to nije bilo obuhvaćeno. U istom istraživanju (96) za lokaciju maksimalnog SCI unutar protruzijske putanje kondila (tj. udaljenost od IKP) utvrđena je statistički značajna razlika između A2/2 i A1. A2/2 imala je manju udaljenost između IKP i maksimalne SCI. Utvrđena razlika maksimalnog SCI i lokacija maksimalnog SCI sugeriraju različiti obrazac kondilne protruzijske kretnje između A2/2 i A1. Čimić i sur. (296) utvrdili su intraindividualne varijacije kondilnog protruzijskog puta. Na lijevoj strani prvi segment kondilnog puta imao je prosječno 14,4% veće vrijednosti od drugog, te 39,2%

veće vrijednosti od trećeg segmenta, dok su na desnoj strani vrijednosti prosječno bile veće 15,8% od drugog i 41,5% veće od trećeg segmenta. Mjerenja početka kondilnog puta, maksimalne vrijednosti SCI, ili prosječna vrijednost puta, dat će različite rezultate (296).

Slično istraživanju Zimmera i sur. (226), Dos Santosa (321) i Motoyoshia i sur. (320) (autori nisu radili razliku između A2/1 i A2/2), rezultati ovog istraživanja (Tablica 41 i 44) nisu utvrdili razliku A2/1 prema neutrookluziji. Dos Santos (321) je dobio niže vrijednosti A2/1 prema A1 (u prosjeku na lijevoj strani 5,7°, na desnoj strani 3,19°). U istraživanju Motoyoshia i sur. (320), na 3 mm kondilnog puta A2 je imala u prosjeku 1,1° manje vrijednosti prema A1. Iako je u ovom istraživanju u prosjeku A2/1 imala neznatno niže vrijednosti (Tablica 41) prema A1 i A2/2, dok je A2/2 imala u prosjeku najviše vrijednosti, općenito su se vrijednosti A1, A2/1 i A2/2 pokazale približno sličnima. S obzirom na male razlike između A1, A2/1 i A2/2 (u prosjeku do 3°, Tablica 41, 33), rezultati sugeriraju kod prosječnog namještanja artikulatora, postavljanje SCI na istu vrijednost za A1, A2/1 i A2/2 (oko 40° prema CP).

Važno je naglasiti da je ova studija sagitalni odnos bazirala na dentoalveolnoj klasifikaciji, a ne na odnosu skeletalnih baza. Kako nije bilo potvrde skeletalnih odnosa (laterogram - ANB kut), ne može se izričito tvrditi da se rezultati odnose i na skeletalne klase. Moguće je zaključiti da kod većine ispitanika svrstane u određenu klasu, na laterogramu bi bila potvrđena i skeletalna klasa.

Curtis (248) je radio usporedbu protruzijske putanje donje čeljusti s pantografom te s međučeljusnim registratom kod 20 ispitanika. Autor navodi da je većina ispitanika imala razliku lijevo - desno manju od 2°. Neke radiografske studije (221,438) dobile su jedan kut koji predstavlja kut nagiba kondilne staze za desni i lijevi zglob. Sreelal i sur. (244) mjerili su SCI vrijednosti uz pomoć protruzijskog registrata. Autori navode da su između lijeve i desne strane dobili varijabilnost od 0,5° do 3°. Ipak, autori (244) navode vrijednost SCI od 59° na lijevoj strani, za najmlađu ispitnu skupinu, a zajedničku vrijednost SCI lijeve i desne strane (iste ispitne skupine) od 51°. Dio dostupne literature navodi kako se razlike SCI vrijednosti lijeve i desne strane manje od 5° mogu smatrati normalnim (248,287,439). Ipak, pregledom suvremene literature (213,223,224,228), može se zaključiti da su i veće razlike između lijeve i desne strane razmjerno česte, te da se mogu smatrati normalnim. U istraživanju Jasineviciusa i sur. (224) na 134 ljudske lubanje, u 90% slučajeva nađena je lijevo - desna asimetrija veća od 5°. Žabarović i sur. (223) na 134 ljudske lubanje pronašli su srednju razliku između lijevog i desnog kuta nagiba kondilne staze od 6,9°, gdje je najveća razlika iznosila 33°. Hernandez i sur. (213), uz pomoć elektronskog aksiografa, našli su prosječnu razliku od 6,5°, gdje je 22° je

bila najveća razlika. U istraživanju Zamacone i sur. (228), prosječna razlika između SCI vrijednosti lijeve i desne strane iznosila je 6,8° (pojedinačno najveća 25°). U istom istraživanju (228) 21,4% ispitanika imalo je razliku veću od 10°. Navedene značajne razlike (Žabarović (223) i sur. maksimalna razlika 33°, Zamacona i sur. (228) maksimalna razlika 25°, u ovom istraživanju maksimalna razlika 20,9°, Tablica 46) mogu se objasniti utjecajem funkcije donje čeljusti na razvoj zglobne kvržice i TMZ-a (225,440). S obzirom na različitu funkciju i morfologiju TMZ područja pojedinaca, koje su i međusobno uvjetovane; žvakače navike (većina ljudi jede na jednu stranu, drukčiji obrasci mastikacijskih kretnji (441)), varijacije kondilnog oblika i putanje (442), različiti položaji kondila unutar zglobne jamice (443,444), varijacije oblika zglobne jamice (260), mogu se i očekivati značajne razlike SCI vrijednosti intraindividualno (lijevo - desno) te interindividualno, što je potvrđeno ovim istraživanjem (Tablica 46).

U ovom istraživanju od 104 ispitanika, niti kod jednog ispitanika nije utvrđen imedijatni pomak u stranu (ISS).

Prilikom protetske rehabilitacije, postojanje eventualnog ISS, smatra se važnim čimbenikom (23,324,327,329,330) (utjecaj ISS na okluziju). Stoga su vrijednosti ISS bile intenzivno proučavane (249,250,316 329), te su utvrđene različite vrijednosti (Tablica 4).

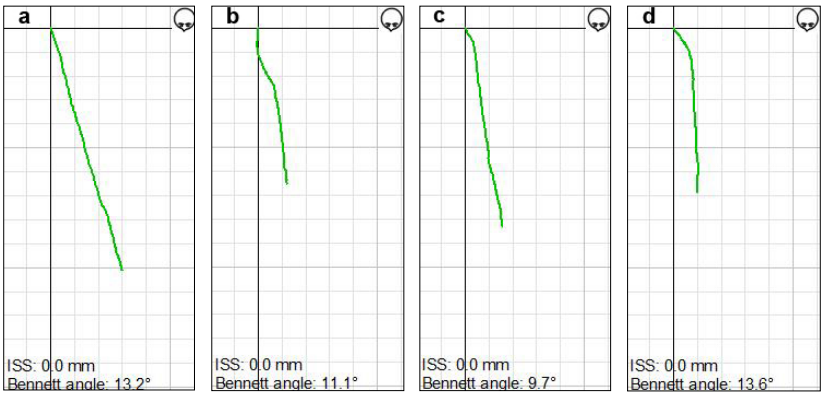
Različite se vrijednosti mogu jednostavno objasniti različitim materijalima i metodama (26,329,338), u koje spada i definicija samog ISS unutar istraživanja. Lundeen i Mendoza (329) uspoređivali su intraoralnu (laterotruzijski registrat s polieterom) i ekstraoralnu metodu (Flag System i Hinge Axis Recorder System, Almore International Inc., Beavertnon, SAD) određivanja ISS. Intraoralnom metodom dobili su vrijednosti 1,04 mm (SD 0,63) za desnu stranu, te 0,96 mm (SD 0,74) za lijevu. Ekstraoralnom metodom dobili su 1,66 mm (SD 1,29) za desnu, te 1,50 mm (SD 1,16) za lijevu stranu. Kod ekstraoralne metode, po uputi proizvođača gleda se ISS tijekom prva tri mm protruzijske kretnje. Autori (329) navode da su dozvolili mjerenje i na većoj putanji od ta 3 mm, te da je to moglo dovesti do lažno velikih vrijednosti. Sama kretnja snimala se uz vođenje od strane ispitivača, s pritiskom prema medijalno na kut mandibule, na neradnoj strani. Pritisak se primjenjuje da bi se došlo do graničnih vrijednosti, tj. da se snimi puni kapacitet zgloba (341). Tupac (341) je proučavao utjecaj vođenja od strane ispitivača na vrijednosti ISS. Vrijednosti ISS su bile veće kod vođenja od strane ispitivača (inducirani ISS), za razliku od ISS bez vođenja (voljni ISS). Autor (341) je utvrdio kod starijih ispitanika prosječno 0,6 mm dodatnog ISS ukoliko je iskusan ispitivač inducirao ISS. Kod suvremenih istraživanja (316,337) nije uobičajen potisak

od strane ispitivača. Za razliku od Lundeena i Mendozae (329), Hobo (250) je u istraživanju ISS i progresivnog pomaka u stranu uzimao kao vrijednost iznos ISS kretnje neradnog kondila unutar udaljenosti od 0,5 mm prema naprijed od terminalne šarnirske osi. Na 11 ispitanika dobio je prosječnu vrijednost ISS od 0,38 mm (SD 0,24). Upravo zbog dvojbene preciznosti mjerenja imedijatnog pomaka u stranu (utjecaj protruzijske komponente), Hart i Sakumura (330) uveli su u svom istraživanju termin lateralni pomak u stranu („*lateral side shift*“), koji je osim ISS, uključio i lateralni pomak ranog i distribuiranog progresivnog pomaka u stranu. Lateralni pomak u stranu mjeren je pomoću pantografa na 30 ispitanika, tijekom prva 4 mm kretnje neradnog kondila. Dobili su srednju vrijednost lateralnog pomaka u stranu od 0,53 mm (SD 0,33). Iako se rezultat ovog istraživanja (nema mjerljivog ISS kod svih ispitanika) značajno razlikuje od većine istraživanja, te razlike mogu se objasniti različitim protokolima istraživanja. U istom smislu, različitim protokolima istraživanja mogu se objasniti i različite vrijednosti ISS u dosadašnjim istraživanjima (Tablica 4). Kod određivanja ISS uz pomoć ArcusDigme II, za utvrđivanje ISS nije dozvoljena niti minimalna kretnja neradnog kondila prema naprijed. U istraživanjima ISS gdje se dozvolila veća kretnja neradnog kondila prema naprijed (npr. Lundeen i Mendoza (329) dozvolili su 3 mm i više prema naprijed, ali ne navode koliko više) dobivene su više vrijednosti ISS, dok su u istraživanjima s manjom dozvoljenom anteriornom kretnjom (npr. 0,5 mm u istraživanju Hoboa (250)) dobivene manje vrijednosti ISS. Može se zaključiti da je veličina dozvoljene protruzijske kretnje glavni čimbenik o kojem ovise izmjerene vrijednosti ISS. Osim dozvoljenog iznosa anteriorne kretnje na vrijednosti ISS utječe i sam način registracije.

Levinson (338) je utvrdio varijabilnost ISS ovisno o početnom položaju kondila. Lundeen i Mendoza (329) uzimali su CR kao početnu točku mjerenja, Halužan (337) IKP, Canning i sur. (316) „položaj u kojem je muskulatura opuštena, a zubi bez dodira s paraokluzijskom žlicom“. U skladu sa zaključcima Levinsona (338), u položaju IKP i CR, gdje se očekuje da su kod većine ljudi kondili u dodiru s medijalnom stjenkom zglobne jamice, ne bi trebalo očekivati ISS. Levinson (338) navodi da, ako se kreće iz ispravnog položaja centrične relacije, gdje je medijalni pol kondila priljubljen uz medijalni zid zglobne jamice putem najtanje avaskularne porcije zglobne pločice, ne može doći do ISS (338). Slično, Ecker i sur. (301) navode da, kada se primijenila sila prema posteriorno na bradu, držeći kondile u retrudiranom položaju, nije bilo moguće inducirati lateralni pokret pisača pantografa. Različite vrijednosti ISS mogu biti uzrokovane i projekcijskim pogreškama uvjetovanim udaljenošću mjesta registracije kretnje od samog kondila (26,329).

U dostupnoj literaturi nije moguće utvrditi utječe li način fiksacije paraokluzijske/okluzijske žlice na vrijednosti ISS. Lundeen i Mendoza (329) navode da se paraokluzijska žlica pričvrstila na zube pomoću silikonskog materijala za otiske, te da je imala plastično uzdignuće koje je razdvajalo zube tijekom lateralnih kretnji. Slično, Canning i sur. (316) navode da je u njihovom istraživanju paraokluzijska žlica pokrivala okluzijsku površinu donjih zuba isključujući utjecaj međuzubnih kontakata na mjerenja protruzijske i laterotruzijskih kretnji. Taj eventualni okluzijski kontakt paraokluzijske žlice i jednog ili više zuba gornje čeljusti (316), tj. plastično uzdignuće (329), osim što je utjecao na protruzijsku i laterotruzijske kretnje, doveo je do promjene međučeljusne udaljenosti. Može se zaključiti da povećanje međučeljusne udaljenosti tijekom mjerenja može dovesti do distrakcije kondila u zglobu, te posljedično većeg opsega kretnji kondila i povećane vrijednosti ISS.

Mongini (249) navodi dva moguća obrasca ISS (tip A i tip B). Tip A na pantografskim crtežima prikazan je kao zakrivljena putanja s izraženom protruzijskom komponentom. Tip B je ravna, gotovo čisto horizontalna kretnja. Trinaest od 30 ispitanika imalo je ISS na jednoj ili obje strane. Prosjek ISS za svih 30 ispitanika bio je 0,41 mm. Tip B kretnje, koji se može shvatiti kao ISS u užem smislu, utvrđen je kod 3 ispitanika. Iako tip kretnje nije bio tematika ovog istraživanja, niti su se proučavali parametri vezani uz tip kretnje, vizualno se moglo raspoznati nekoliko vrsta kretnji neradnog kondila prilikom laterotruzijske kretnje (Slika 55a – d).



Slika. 55a - d. Prikaz različitih oblika laterotruzijske kretnje neradnog kondila.

Usporedivo istraživanje ISS parametara provela je Halužan (337). Istraživanjem je uključen manji broj ispitanika, dok su uređaj (ArcusDigma II), i korišteni modul (KTS) bili isti. Niti u jednom slučaju nije utvrđen ISS, kao u ovom istraživanju. Canning i sur. (316) su uz pomoć elektronskog pantografa kod 73 ispitanika istraživali vrijednosti za individualno namještanje artikulatora ovisno o sagitalnoj klasi - I, II i III (sagitalna klasa je određena prema

fotografiji ispitanika, a klasa po Angleu nije određena). Prosječni ISS za sagitalnu klasu I iznosio je desno 0,12 mm, lijevo 0,09 mm, za sagitalnu klasu II desno 0,13 mm, lijevo 0,04 mm, za sagitalnu klasu III desno 0,05 mm, lijevo 0,08 mm. Na desnoj strani 39 (55%), a na lijevoj 50 (70%) ispitanika imalo je vrijednost ISS 0,0 mm. Iako rezultati nisu u skladu s rezultatima ovog istraživanja, izvjesna je tendencija smanjenja vrijednosti u usporedbi sa starijim istraživanja (250,329,339).

Rezultat ovog istraživanja, Levinsona (338), Halužan (337) te Canninga i sur. (316) sugeriraju da kod većine ljudi nema imedijatnog pomaka u stranu (prije nego što kondil neradne strane krene prema naprijed (323), tj. bez anteriorne kretnje) ili je minimalnog iznosa (Canning i sur. (316) utvrdili su prosječnu vrijednost od 0,09 mm kod 146 ispitanika). U istraživanju Lundeena i sur. (327) veći ISS (2,5–3,5 mm) utjecao je na ravnanje putanje kvržica kutnjaka. Ipak, u istom istraživanju (327) kod ISS manjeg od 0,75 mm, prednje vođenje od 40° postalo je dominantni čimbenik kod lateralnih kretnji kvržica kutnjaka. S obzirom da je za očekivati kod većine ljudi manji ISS od 0,75 mm (316,337,338), nameće se pitanje opravdanosti mjerenja ISS tijekom protetske rehabilitacije.

Levinson (338) navodi da u zdravim TMZ, bez znakova unutarnjeg poremećaja, ne bi trebalo biti ISS. Rezultati ovog istraživanja i Halužan (337), podupiru taj zaključak. Kako bi se razjasnio odnos ISS prema različitim temporomandibularnim poremećajima, potrebno je istraživanje na adekvatnom uzorku (ispitanici s TMP, tj. sa različitim oblicima TMP). S obzirom na mogućnost pogrešnog mjerenja ili interpretacije podataka, sugerira se mjerenje bez povećanja međuokluzijske udaljenosti.

Rezultati istraživanja mjerenja vrijednosti Bennettovog kuta (BK) (Tablica 33, 40)) slični su rezultatima Canninga i sur. (316), Lundeena i Wirtha (339), Hernandeza i sur. (213), Halužan (kontrolna skupina) (337), Koaka i sur. (336), Theusnera i sur. (348), dok su ovim istraživanjem utvrđene vrijednosti više nego upola manje od nalaza Koecka i Severina (318), Gysia (347), Isaacsona (343), Fischera (344) i Aulla (328). Ovdje utvrđene prosječne vrijednosti BK gotovo su identične rezultatima Canninga i sur. (316) (8°), Lundeena i Wirtha (339) (7,5°) Theusnera i sur. (348) (7,6°) te Hernandeza i sur. (213) (oko 8°).

Boulos i sur. (345) opisuju varijacije vrijednosti BK, ovisno o tome je li u mjerenje uključen ISS, ili nije. Autori (345) naglašavaju da ukoliko se BK mjeri na poluprilagodljivom artikulatoru bez mogućnosti ISS (interokluzijski registrati), pokazat će veću vrijednost naspram BK koji se računa nakon kretnje ISS, neovisno o vrsti registrata, artikulatoru, ili tipu kretnje neradnog kondila.

Za razliku od istraživanja Canninga i sur. (316), koji su našli grupiranje rezultata pri minimalnoj (5°) i maksimalnoj vrijednosti (15°), u ovom istraživanju utvrđeno je grupiranje rezultata pri minimalnim vrijednostima (0° i 4°). S obzirom na korištenje „*Kavo Protar Articulator Report*“ (jedna od tri opcije KTS modula), koji je maksimalno prilagođen reprodukciji kretnji u Kavo Protar artikulatoru, software ne računa negativne vrijednosti Bennettovog kuta prilikom računanja vrijednosti za individualizaciju artikulatora. Negativne vrijednosti moguće je izmjeriti pojedinačno opcijom mjerenja kuta između dvije odabrane linije u dijelu KID programa. Radi objektivizacije istraživanja te mogućnosti usporedbe s drugim istraživanjima, odabrane su vrijednosti računalne individualizacije artikulatora, bez pojedinačnog mjerenja. U 9,2% slučajeva utvrđena je vrijednost BK od 0 °, te u 28,2% slučajeva vrijednost BK od 4°. Izostanak bilo koje vrijednosti manje od 4° upućuje na nedovoljnu osjetljivost uređaja kod manjih vrijednosti BK.

Analiza varijance između 7 testiranih skupina (Tablica 34, 43) nije utvrdila značajne razlike između različitih klasa po Angleu i klasa po BSI, što se i očekivalo s obzirom na sličnost dobivenih aritmetičkih sredina (Tablica 40, 33).

Canning i sur. (316) proučavali su utjecaj skeletalnog obrasca na vrijednosti individualizacije artikulatora, uz pomoć elektroničke pantografije. Sagitalna klasa I imala je prosječnu vrijednost BK na desnoj 7,2° (SD 3,1), na lijevoj strani 9,4° (SD 4,6), sagitalna klasa II na desnoj 8,8° (SD 3,7), na lijevoj 8,9° (SD 3,9), a sagitalna klasa III 8,2° (SD 2,9) na desnoj, i 9,7° (SD 4,1) na lijevoj strani. Iako nije učinjena statistička obrada za vrijednosti BK kod različitih klasa (316), te se ne može tvrditi da se ne bi utvrdile statistički značajne razlike, prosječne vrijednosti BK i pripadajuće SD između različitih klasa imale su slične vrijednosti, što je potvrđeno ovim istraživanjem (Tablica 33, 40).

Wen-Ching Ko i sur. (123), te Halužan (337) proučavali su između ostalog i utjecaj progenije na vrijednosti BK (123,337). Wen-Ching Ko i sur. (123) nisu našli značajnu razliku BK između ispitanika sa skeletalnom klasom III i kontrolnom skupinom, dok Halužan (337) navodi razlike aritmetičkih sredina BK (ispitna skupina desno 15,5°, lijevo 8,4°, kontrolna skupina desno 7,9°, lijevo 4,6°), iako T-test nije potvrdio razliku. U ovom istraživanju također nije nađena statistički značajna razlika (Tablica 34, 43), te je rezultat u skladu s istraživanjem Wen-Ching Koa i sur. (123) i Halužan (337). Dobiveni rezultati (Tablica 34, 43), koji se slažu sa sličnim istraživanjima (123,316,337), navode na zaključak kako ne treba očekivati drukčije vrijednosti BK kod pacijenata s različitom klasom inciziva i klasom po Angleu, neovisno o dokazanim razlikama morfologije zgloba kod ispitanika s drukčijom skeletalnom i/ili Angle klasom okluzije (93,304,312,313). Pored same koštane morfologije TMZ-a, na kretnju donje

čeljusti utječu i zglobna pločica, stupanj tenzije pripadajućih ligamenata, neuromuskularni sustav, te zubne površine (217).

Vrijednosti prednjeg vođenja utvrđene ovim istraživanjem kod različitih klasa po Angleu (Tablica 33, 42) i različitih incizijskih odnosa (Tablica 33, 42) zanimljive su kod protetske rehabilitacije pacijenata različitih okluzijskih odnosa. Najveću važnost dobiveni rezultati prednjeg vođenja imaju kod rehabilitacije izgubljenog ili manjkavog prednjeg vođenja, te za rehabilitaciju „protetski nepovoljnih“ incizijskih odnosa (izražena A2/1, A2/2 i A3). Iako se to najviše odnosi na gubitak prednjih zuba i njihovu sanaciju, uključuje i cjelovitu protetsku rehabilitaciju bilo fiksnim, bilo mobilnim nadomjescima (i kod potpune bezubosti gornji i donji bezubi greben zadržavaju sagitalni odnos - paralelan kod klase I, divergentan kod klase III, te konvergentan kod klase II (40)). Rezultati su utvrdili odudaranje, tj. u prosjeku niže vrijednosti kuta incizijskog vođenja (KIV, Tablica 37) i kuta lateralnog prednjeg vođenja (KLV, Tablica 45) kod A3 naspram drugih okluzijskih odnosa (A1, A2/1 i A2/2). S obzirom na bridni zagriz, nedostatak prednjeg vođenja, mogući obrnuti prijeklop kod A3, očekivane su niže vrijednosti prema neutrookluziji i A2 (dobivena razlika KIV prema A1 je u prosjeku iznosila 25°, Tablica 33, dok je prosječna vrijednost KLV bila 19° manja od A1, Tablica 42). Iako nije utvrđena statistički značajna razlika između A1, A2/1 i A2/2 (Tablica 37 - 39, 45), A2/2 je očekivano imala najveće vrijednosti KIV i KLV (prosječno 6,3° više vrijednosti KLV te 5° više vrijednosti KIV prema A1, Tablica 33, 42). Iako dužina incizijskog puta nije bila obuhvaćena ovim istraživanjem, mogao se vidjeti, uz prosječno više vrijednosti KIV, i puno duži incizijski put prema dolje i naprijed (modul KTS) kod A2. A2/1 je imala prosječno 8° niže vrijednosti KIV prema A1, dok su vrijednosti KLV u prosjeku bile 3,5° više, što se može objasniti značajkama klase A2/1. Veliki horizontalni prijeklop A2/1 utjecao je na niže vrijednosti KIV, dok se povećani vertikalni prijeklop kod A2/1 odrazio na vrijednosti KLV. S obzirom na razlike u referentnim ravninana (243,247,251-253) i referentnim točkama (17,230,241), valja biti oprezan kod usporedbe dobivenih vrijednosti KIV i KVL s vrijednostima sličnih istraživanja. Za očekivati je da će različite referentne ravnine imati puno manje utjecaja na vrijednosti KLV. Uvažavajući te razlike, utvrđene vrijednosti KIV i KLV slične su istraživanjima Koaka i sur. (336) (prosječna vrijednost KIV 54,5° prema CP), Ferraria i sur. (354) (srednja vrijednost KLV kod muškaraca iznosila je 44,42° desno i 46,15° lijevo, a KIV 66,64° prema FH), te Pelletiera i sur (356) (prosječnu vrijednost KLV iznosila je 54,1° na desnoj, i 54,5° na lijevoj strani).

Većina autora se slaže da prednje vođenje ima u prosjeku 5-10° više vrijednosti od stražnjeg (tijekom protruzijske kretnje) (24,257,356), što je potvrđeno i ovim istraživanjem (približno 6° veće vrijednosti KIV od SCI na razini svih ispitanika, Tablica 33). Neovisno o prosječno 5-10° većoj vrijednosti KIV, dio asimpomatskih ispitanika s normalnom okluzijom, ima izraženije stražnje vođenje od prednjeg (227,356). U istraživanju Pelletiera i sur. (356) 77,8% ispitanika imalo je veći KIV od SCI (srednja vrijednost razlike za sve ispitanike 8,4° na desnoj strani, te 9,8° na lijevoj strani). Kod preostalih 22,2% ispitanika, razlika je bila negativna, unilateralno (11,1%) ili bilateralno (11,1%). Khono i Nakano (227) su kod 35 asimtpomatskih, potpuno ozubljenih ispitanika, dobili koeficijent korelacije između prednjeg i stražnjeg vođenja r=0,32, te autori navode da je dio ispitanika imao niže vrijednosti KIV od SCI. U ovom istraživanju, 20,7% ispitanika s A1 imalo je veće SCI od KIV vrijednosti, što je rezultat istovjetan rezultatima Pelletier i sur. (356). Prema dostupnoj literaturi (23,298,360) usklađen je stav autora kako ne treba očekivati podudaranje SCI i KIV vrijednosti kod ljudi s normalnom okluzijom, što su potvrdili i rezultati ovog istraživanja (Tablica 8, 12, 16, 20, 24, 32). Izuzetak je pronađen jedino kod SCI vrijednosti lijeve strane kod A3 (Tablica 28), kod koje je utvrđena statistički značajna korelacija s vrijednostima KIV, što se može objasniti malim brojem ispitanika (16 ispitanika kod A3). Okeson (23) navodi kako su znanstveni dokazi korelacije između anteriornih i posteriornih odrednica zanemarivi te da SCI nije povezan s ikakvim specifičnim okluzijskim odnosom, tj. da su anteriorno i posteriorno vođenje nezavisne determinante. Slično istraživanju Pelletiera i sur. (356), različite klase okluzije nisu se potvrdile kao modificirajući čimbenici odnosa prednjeg i stražnjeg vođenja. Autori navode kako se funkcijska anatomija stražnjih odrednica okluzije nije adaptirala funkcijskom stimulusu prednjih zuba, tj. različita klasa po Angleu i malokluzije s dubokim zagrizom nisu imale utjecaj na tu korelaciju. Treba napomenuti da su u tom istraživanju (356) većinu uzorka predstavljali ispitanici s A1. Iako je A3 imala u prosjeku niže vrijednosti SCI, KIV i KLV u odnosu na A1, A2/1 i A2/2 (Tablica 35-39, 44, 45), općenito nije utvrđena povezanost prednjeg i stražnjeg vođenja.

Iako istraživanja (298,356,360) nisu potvrdila podudarnost prednjeg i stražnjeg vođenja, prilikom protetske rehabilitacije je bitno da djeluju zajedno osiguravajući diskluziju stražnjih zuba tijekom protruzije i laterotruzije (24,355,445,446). Kako bi se izbjegle protruzijske interference stražnjih zuba, prilikom izrade protetskih radova, odabir 10-tak stupnjeva većih vrijednosti čini se razumnim (20).

Simonet i Clayton (447) proučavali su utjecaj promjene okluzije na BK. Istraživanje nije utvrdilo značajne promjene BK s promjenom okluzije. Koyano i sur. (197) nisu pronašli

korelaciju između KLV na očnjaku i putanje neradnog kondila. Koak i sur. (336) nisu našli korelaciju između BK i KLV. Sva tri istraživanja (197,447) su u skladu s dobivenim rezultatima (Tablica 7, 11, 15, 19, 23, 27, 31), izuzev lijevog BK i KLV desne strane kod A3 i BSI3 (Tablica 27, 31), gdje je utvrđena statistički značajna korelacija. Kako se kod ostalih proučavanih klasa nije utvrdila značajna korelacija, različitost lijevog BK i KLV desne strane A3 i BSI3 može se objasniti malim brojem ispitanika. S obzirom da su A3 i BSI3 činili većinom isti ispitanici, i rezultat je očekivan.

Nishigawa i sur. (349) mjerili su KLV u 9 ispitanika s A1, uz pomoć uređaja na temelju 6 stupnjeva slobode. Troje ispitanika imalo je balansne dodire na obje strane, a još troje ispitanika na jednoj strani. Kut je mjeren između spojišta točke maksimalne interkuspidacije i točke na lateralnoj incizijskoj putanji (frontalna ravnina) udaljenoj 2 mm od maksimalne interkuspidacije, te horizontalne referentne ravnine (okluzijska ravnina). Istraživanje nije utvrdilo statistički značajnu razliku vrijednosti KLV između strane s balansnim dodirom i suprotne strane. Ipak, autori navode da je strana suprotno od strane balansnog dodira, imala tendenciju plićeg vođenja. Kut lateralnog incizijskog vođenja kod ispitanika bez balansnih dodira iznosio je u prosjeku 35,1° (SD 9,6) na lijevoj strani, te 35,3 (SD 8,6) na desnoj strani.

U ovom istraživanju nisu određivani kontakti, niti tip vođenja u protruziji, lijevoj i desnoj laterotruziji. S obzirom na starosnu dob (prosjek 25,8 godina), za očekivati je da je dio ispitanika u laterotruziji imao vođenje očnjakom (unilateralno ili bilateralno), dio grupnu funkciju (unilateralno ili bilateralno), ali je dio ispitanika vjerojatno imao i interference na radnoj i/ili neradnoj strani, iako vjerojatno mali postotak ispitanika s obzirom na mlađu dobnu skupinu. Ferrario i sur. (354) proveli su slično istraživanje uz pomoć mandibularnog Kinesiografa, na 74 ispitanika (prosječna dob 22. god.) s A1 klasom. Prilikom laterotruzije na desnoj strani 11,3% ispitanika imalo je vođenje očnjakom, 69,8% grupnu funkciju, 9,4% stražnje kontakte na radnoj strani (kutnjaci i pretkutnjaci), dok je 9,4% ispitanika imalo vođenje sjekutićima. Na lijevoj strani 24,5% ispitanika imalo je vođenje očnjakom, 58,4% grupnu funkciju, 7,5% stražnje kontakte i 9,4% vođenje sjekutićima. Iako bi bilo zanimljivo vidjeti odnos između različitih koncepcija okluzije i KIV tj. KVL, ovo istraživanje se baziralo na sagitalnom dentoalveolarnom odnosu čeljusti, s naglaskom na prosječne vrijednosti individualizacije artikulatora. Iako nisu isključene interference na radnoj i neradnoj strani, dobiven je uvid u KIV i KLV kod različitih klasa po Angleu (Tablica 33, 42). Koliko je autoru poznato, do sada nisu objavljene prosječne vrijednosti prednjeg vođenja kod različitih

klasa po Angleu, dobivene uređajem za snimanje kretnji donje čeljusti na temelju šest stupnjeva slobode.

S obzirom da se dobivene vrijednosti baziraju na artikulatorom temeljenoj registraciji, moguće je njihovo određeno odstupanje prema drugim referentnim točkama. Ipak, takav način registracije (tj. prema referentnim točkama artikulatora, a ne anatomskim točkama tijela) je i osmišljen radi što preciznije reprodukcije kretnji donje čeljusti unutar samog artikulatora (215). Time mjereni parametri (KIV, KLV, BK, SCI) ne gube značaj, već suprotno, dobivaju na vrijednosti prilikom prosječnog namještanja artikulatora. Iako postoji više sugeriranih prosječnih vrijednosti za individualizaciju artikulatora, navodi se ona iz udžbenika Bumanna i sur. (20): prema AO ravnini SCI 45°, BA 10°, prednje vođenje 52°. Uz dobivenu varijabilnost (Tablica 33) svih mjerenih parametara osim ISS (KIV KLV, BA, SCI), i razlike lijeve i desne strane (Tablica 46), može se preporučiti individualizacija vrijednosti artikulatora, posebice prilikom opširnije protetske sanacije, sugerirana od nekih autora (279,346,356,448). Svrha individualizacije je što vjernija reprodukcije kretnji u artikulatoru i precizniji protetski nadomjestak s manjom potrebom ili u potpunosti bez intraoralnog okluzijskog usklađivanja. Ipak, sugeriraju se i vrijednosti za prosječno namještanje Protar artikulatora: KIV 50°, KLV 55°, SCI 40°, BK 8°, osim za pacijente s A3; KIV 25°, KLV 35°, SCI 25°, BK 8°. Iako su vrijednosti dobivene za Protar (CP horizontalna referentna ravnina), s obzirom da se odnose na reprodukciju kretnji u artikulatoru, sigurno je zaključiti da se mogu upotrebljavati i kod drugih sustava koji imaju CP za horizontalnu referentnu ravninu.

Istraživanja su utvrdila varijabilnost SCI (213,228,256,279,287,356,437), KIV (256,258,362), KLV (197,336,362) i BK (332,333,336,348), što su rezultati ovog istraživanja i potvrdili (Tablica 33, 40-42). Općenito, istraživanja prostornih međuodnosa u TMZ su utvrdila velike varijacije, te asimetriju lijevog i desnog zgloba (93,449-452). Cohlmia i sur. (93) navode da se asimetrija lijevog i desnog TMZ-a može povezati uz normalnu asimetriju kranijalne baze (314,449,453) i odabir češće strane žvakanja (454). Keshvad i Winstanley (94) navode prirodnu asimetriju kod svih parnih organa u tijelu. Naglašavaju kako se ne može očekivati da će strukture lijevog i desnog TMZ-a (mišići, ligamenti, koštana podloga) biti apsolutno simetrične, te je za očekivati različite vrijednosti između lijevog i desnog TMZ-a.

U ovom istraživanju je utvrđena L - D razlika jedino za BK kod A1 (desni BK 9,3°, lijevi 6,1°, Tablica 5) i BSI1 (desni BK 9,4°, lijevi BK 5,8°, Tablica 9). Halužan (337) je uz pomoć ArcusDigme II, dobila značajnu razliku lijevog i desnog BK kod ispitne skupine, gdje

su na desnoj strani nađene veće vrijednosti. Iako su razlike parametara lijevog i desnog TMZ utvrđene u više istraživanja (85,87,93,228,337,455), najvjerovatnije su kalibracija uređaja i mali broj ispitanika doprinijeli razlici BK kod A1 i BSI1.

Takva varijabilnost okluzijskih parametara (213,228,256,279,287,356,437,448) sugerira određivanje individualnih vrijednosti kondilnog vođenja, bez oslanjanja na prosječne vrijednosti (279,346,448).

Dosadašnja istraživanja nisu utvrdila da sagitalni položaj donje čeljusti i horizontalni smjer facijalnog rasta pokazuje razlike između spolova (448,456). Cohlmia i sur. (93) našli su veće SCI vrijednosti muških ispitanika na lijevoj strani, dok na desnoj strani nije utvrđena statistički značajna razlika. Žabarović i sur. (223) našli su značajno veće SCI vrijednosti kod muškaraca, u svim ispitivanim skupinama. Ferrario i sur. (354) našli su kod muških ispitanika veću inklinaciju KIV i KLV. Ipak, većina istraživanja nije pronašla razliku okluzijskih odrednica (SCI, BK, ISS, KIV, KLV) između spolova (197,259,299,334,339,343,448,457).

Rezultati ovog istraživanja ukazuju na razliku između muških i ženskih ispitanika za vrijednosti anteroposteriornog OCR - IKP pomaka kod A1 (Tablica 48) i BSI1 (Tablica 50), transverzalnog OCR - IKP pomaka kod BSI2/2 (Tablica 56), KLV i BK vrijednosti kod A1 i BSI1 (Tablica 6, 10), KIV kod A3 (Tablica 26) te SCI kod BSI3 (Tablica 30). Ipak, za veliku većinu ispitivanih parametara (broj ispitivanih parametara između muških i ženskih ispitanika bio je 49) nisu nađene razlike. Neke utvrđene razlike prema spolu mogu se objasniti malim brojem ispitanika (kod A3, dvije ispitanice ulazile su u statističku obradu, a obje su imale KIV 0,0°, Tablica 26). S obzirom da u većini istraživanja nisu utvrđene razlike okluzijskih odrednica (SCI, BK, ISS, KIV, KLV) između spolova (197,259,299,334,339,343,448,457), može se zaključiti kako razlike prema spolu nisu za očekivati. Neka od dostupnih istraživanja (244,276,289,316,336) niti ne rade razliku između spolova kod proučavanja okluzijskih parametara.

Same vrijednosti pomaka (prosječna vrijednost apsolutnog pomaka 0,68 mm, raspon 0,1-2,33 mm za sve ispitanike, Tablica 62) u skladu su s istraživanjem Rosnera (458), Willsona i Nairna (98) i Abrahama i Veeravallia (91), dok su manje od rezultata istraživanja Wooda i Kornea (100), Wefforta i de Fantinia (92), te Padalae i sur. (99), a veće od rezultata istraživanja Holen (459). Niže vrijednosti od većine drugih istraživanja (78,84,85,92,99) mogu se objasniti razlikom u materijalima i metodama. Wood i Korne (100) navode da se dobivene razlike OCR - IKP moraju promatrati u odnosu na različite koncepte CR te različite

načine snimanja pomaka. Kod većine istraživanja ispitivač je određivao CR (84,85,92,99), dok su u ovom istraživanju ispitanici bili uvježbani da retrudiraju donju čeljust. Sukladno tome, i postotak ispitanika s pomakom ≥ 2 mm (3,9% svih ispitanika, Tablica 63), bio je manji naspram istraživanja Hidakae i sur. (85) (16%), Utta i sur. (84) (19%) te Padalae i sur. (99) (20% u asimptomatskoj skupini). Drugačijom metodologijom može se objasniti i manji transverzalni pomak (apsolutna vrijednost transverzalnog pomaka 0,13 mm, SD 0,12) od drugih istraživanja; Utt i sur. (84) 0,27 ± 0,23 mm, Padala i sur. (99) 0,61 ± 0,38 mm, Abraham i Veeravalli (91) -0,26 ± 0,63 mm, Weffort i de Fantini (92) 0,23 ± 0,28 mm, Rosner i Goldberg (120) 0,34 ± 0,24 mm. Naspram ostalih istraživanja, transverzalni pomak ≥ 0,5 mm na lijevoj i/ili desnoj strani imala su samo 4 ispitanika (3,9%); Hidaka i sur. (85) 31,3%, Rieder (86) 9,5%.

Iako nije provedena usporedba između anteroposteriornog i superoinferiornog smjera, pomak OCR - IKP je imao veća odstupanja u vertikalnoj ravnini od horizontalne (Tablica 62), što je u skladu s istraživanjem Wooda i Kornea (100), Hidakae i sur. (85) te Wefforta i de Fantinia (92).

U većine ispitanika nađen je pomak na razini kondila prema inferiorno (71% svih ispitanika, Tablica 67), što se slaže s rezultatima sličnih istraživanja (60,79,84,92). Od toga, kod većine ispitanika je utvrđena i anteriorna komponenta (50% svih ispitanika), dok je dio ispitanika imao čisti inferiorni pomak, a dio ispitanika je imao i posteriornu komponentu. Roth (460) te Wood i Elliott (60) objasnili su posteriorni pomak kondila prilikom OCR - IKP pomaka koji na razini okluzije ide prema anteriorno. Po autorima (60,460) prvi kontakt u CR (u većini slučajeva stražnji zubi (60)) djeluje kao točka oslonca (diskluzija preostalih zuba), te da bi ostali zubi došli u dodir, potrebna je kretnja kondila prema inferiorno i posteriorno. Superiorni pomak kondila (superiorni, anterosuperiorni, posterosuperiorni) utvrđen je u oko 20% ispitanika, približno kao u istraživanju Utta i sur. (84) (16%). U istraživanjima Hoffmana i sur. (461), Rosnera (458), te Rosnera i Goldberga (120) kod 9% do 50% ispitanika utvrđeni su kondili u superiornijem položaju kod IKP. Nalaz IKP superiornije od OCR, Utt i sur. (84) tumače mogućim unutarnjim poremećajem zgloba koji dozvoljava kondilu superiorniji položaj u odnosu na položaj CR, te se nalazi posterosuperiorno u odnosu na zglobnu kvržicu. S obzirom da se u istraživanjima kod zdravih ispitanika (bez TMP) često nalazi superiorni kondilni OCR - IKP pomak (60,84,458), on se može tumačiti na više načina. Navedeni unutarnji poremećaj TMZ (Utt i sur. (84)), vjerojatno u početnom stadiju, može se sresti kod nekih ispitanika. Ne treba isključiti niti grešku mjerenja, s kojom se može objasniti dio takvih

rezultata. Po autoru, moguće je i da uslijed rotacije kondila, mjerena referentna točka promatranog kondila pokaže superiorniji položaj u IKP naspram OCR kod nekih ispitanika.

Rezultat ovog istraživanja (niti jedan ispitanik nije pokazao podudaranje OCR i IKP položaja), u suprotnosti je s rezultatima Cohlmiae i sur. (93), Pullingera i sur. (88), Riedera (86) te Posselta (38), koji su našli podudaranje OCR i IKP položaja (Tablica 1), dok se slaže s rezultatima Maruyamae i sur. (83), Fantinia i sur. (80) Foglio-Bondae i sur. (78) te Klara i sur. (79) koji nisu utvrdili podudaranje položaja OCR i IKP ni kod jednog ispitanika. Kod većine istraživanja novijeg datuma (Klar i sur. (79) 2003., Fantini i sur. (80) 2005., Foglio-Bonda i sur. (78) 2006.), podudaranje OCR i IKP položaja nije utvrđeno ni kod jednog ispitanika. Proizvođač uređaja navodi preciznost od ±0,1 mm za modul EPA. S obzirom da se pogreška mjerenja može dogoditi kod kalibracije, i kod samog mjerenja, izračunato je koliko ispitanika je imalo IKP i OCR položaj unutar 0,2 mm što može sugerirati eventualno podudaranje položaja OCR i IKP. Samo 1 ispitanik (0,96%) je pokazao razliku OCR i IKP položaja manju od 0,2 mm i kod lijevog i kod desnog zgloba istovremeno, što je i dalje bino manje od sugeriranih 10% (23,35-38). Rezultati ovog i sličnih istraživanja (78-80,83), upućuju na prisustvo OCR - IKP pomaka u preko 90% ljudi.

Razna istraživanja utvrdila su razliku između ispitivanih parametara TMZ kod različitih klasa okluzije (304,305,462,463). Krisjane i sur. (462) proučavali su parametre kondila i položaja kondila unutar zglobne jamice kod skeletalne klase II i III, uz pomoć 3D CT-a. Kod svih proučavanih prostornih mjera utvrđene su razlike između ispitivanih skupina, te je klasa II imala tendenciju manjem kondilu, i širem prostoru između kondila i zglobne jamice. U sličnom istraživanju, Arieta-Miranda i sur. (305) proučavali su položaj kondila kod pacijenata s drukčijim sagitalnim skeletalnim odnosom (prema ANB kutu), uz pomoć CBCT-a. Istraživanje je uključilo po 15 ispitanika s klasom I, klasom II, i klasom III, te su autori (305) zaključili kako postoje različiti odnosi položaja kondila prema zglobnoj jamici kod različitih skeletalnih klasa, iako navode da te razlike ne moraju biti klinički značajne.

Iako je dosta istraživanja utvrdilo drukčije prostorne odnose kod različitih klasa okluzije (304,305,462,463), većina istraživanja koja je proučavala OCR - IKP pomak kod različitih klasa okluzije nije pronašla razlike u veličini i smjeru pomaka između različitih klasa (70,78,79,84,124,125,464).

Klar i sur. (79) nisu našli razliku vrijednosti pomaka OCR - IKP kod ortodontskih pacijenata prije tretmana, između klase I i klase II (ANB klasifikacija) na razini kondila.

Foglio-Bonda i sur. (78) u istraživanju uz pomoć elektrognatografa (N=238) nisu utvrdili statistički značajnu razliku između različitih klasa po Angleu. Bush (124) je u istraživanju na 298 ispitanika dobio slične vrijednosti OCR - IKP pomaka kod A1 i A2. U istraživanju Williamsona i sur. (125) nije nađena statistički značajna razlika između klase I i II. Karl i Foley (70) nisu utvrdili veće diskrepance OCR - IKP kod ispitanika s A2 u svom istraživanju, te navode da najvjerojatnije nije moguće razlikovati pacijente s velikom diskrepancom na temelju Angle klasifikacije. U istraživanju Utta i sur. (84) nije pronađena razlika između A1 i A2 u veličini i smjeru pomaka OCR - IKP. Što se tiče odnosa klase A1, A2 (A2/1 i A2/2 svrstane zajedno) i A3, rezultati ovog istraživanja (Tablica 64, 65) potvrdili su nalaze navedenih autora (70,78,79,84,124,125,464), tj. nije utvrđena razlika u veličini pomaka između A1, A2 i A3. Utt i sur. (84), te Hidaka i sur. (85) zaključili su kako pomak između OCR i IKP ne ovisi o dobi, spolu, ANB kutu te Angle klasifikaciji.

Ipak, ukoliko se proučavaju morfološki i funkcijski parametri, potrebno je napraviti distinkciju između A2/1 i A2/2. He i Fu (465) proučavali su položaje donje čeljusti kod ispitanika s A1 (N=25) i A2/1 uz pomoć CPI. Registrat CR je uzet „Power centric“ metodom, te nije nađena razlika pomaka OCR i IKP između A1 i A2/1. Njihov rezultat je sličan rezultatu ove studije (Tablica 65). Iako je u ovom istraživanju kod A2/1 utvrđen najveći linearni, anteroposteriorni i vertikalni pomak (Tablica 62), razlika prema A1 je bila minimalna, bez statističke značajnosti. Uz rezultate Hea i Fua (465), sigurno je zaključiti kako se prema veličini pomaka ne mogu razlikovati A1 i A2/1.

Naspram A2/1, rezultati su utvrdili statistički značajno manji vertikalni pomak OCR - IKP A2/2, prema A1 i A2/1 (Tablica 64, 65). Utvrđena razlika A2/2 prema neutrookluziji nije u skladu sa spomenutim istraživanjima koja nisu utvrdila razliku pomaka između A1 i A2 (70,78,84,125). S obzirom da spomenuta istraživanja (70,78,125) nisu radila razliku između ispitanika s A2/1 i A2/2 (u istraživanju Utta i sur. (84) prikazani su vrijednosti A2/1 i A2/2, ali je statistička obrada rađena samo za cjelokupnu A2), uz utvrđenu razliku između A2/1 i A2/2 (Tablica 65), vrjednija je usporedba s istraživanjima koja su imala definiranu A2/2 kao ispitnu skupinu. U istraživanju Ingervalla i sur. (122), kod ispitanika s A2/2 nađen je veći iznos OCR - IKP pomaka naspram ispitanika s neutrookluzijom. Demisch i sur. (82) utvrdili su veći pomak kod ispitanika s A2/2 prije početka ortodontske terapije. U istraživanju Utta i sur. (84) kod A2/2 (N=10) nađene su veće prosječne vrijednosti (AP 0,70 ± 0,42 mm, SI 1,16 ± 0,35) od A2/1 (N=62, AP 0,62 ± 0,55, SI 0,87 ± 0,86), ali nije bilo statističke obrade. Ovim istraživanjem utvrđeni rezultat (manji vertikalni OCR - IKP pomak kod A2/2 naspram A1, Tablica 65) suprotan je rezultatima nabrojanih istraživanja (82,84,122), dok je u skladu s

istraživanjem Pullingera i sur. (87). Autori (87) su proučavali okluzijske čimbenike, te njihovu povezanost prema položaju kondila. Napomenuli su da su oba ispitanika s A2/2 imali podudaranje OCR - IKP položaja.

Općenito, postoji pretpostavka o „zaključanom zagrizu“ kod A2/2, zbog retruzije gornjih sjekutića, uz strmiji nagib zglobne kvržice (319). Uz takvu pretpostavku, povezuje se i posteriorni položaj donje čeljusti i kondila kod A2/2 (466-469). Do takvog posteriornog položaja bi došlo tijekom funkcijskih kretnji zatvaranja, kada je donja čeljust gurana straga strmim sjekutićima (466). Zhou i sur. (463) proučavali su odnos između zglobne jamice i položaja kondila kod pacijenata sa skeletalnim i dentalnim malokluzijama. Zaključili su da skeletalna klasa III i II/1 ima normalnu strukturu i funkciju zgloba, dok je kod II/2 nađen posteriorni položaj kondila. Katsavrias i Halozonetis (304) proučavali su oblik kondila i zglobne jamice kod malokluzija II/1, II/2 i III. Nađeni su različiti oblici kondila i zglobne jamice između II i III, dok su se II/1 i II/2 razlikovali samo u položaju kondila unutar zglobne jamice. Kod ispitanika s II/1 utvrđen je anteriorniji položaj kondila. Takav eventualni drukčiji položaj kondila kod klase II/2 (304,463) mogao bi utjecati i na samu retruzijsku kretnju kondila. Wood i Korne (100) su napomenuli da je potrebna sofisticiranija oprema kako bi se cjelokupan pokret kondila proučavao u tri dimenzije. S obzirom na utvrđene manje vrijednosti vertikalne kretnje A2/2, (Tablica 64, 65), što je u suprotnosti s dosadašnjim studijama (82,84,122), potrebna su daljnja istraživanja 3D pokreta kondila uz pomoć sofisticirane opreme, između A2/1 i A2/2 kako bi se razjasnila veličina retruzijske kretnje.

Schmitt i sur. (71) ispitivali su ponovljivost određivanja centrične relacije (CR) Rothovom „Power centric“ metodom. Iako su odstupanja između registrata iznosila od 0,2 mm do 0,68 mm uz SD od 0,17 do 0,52, treba napomenuti da su svi CR registrati u istraživanju zadovoljili provjeru putem gornjeg razdvojenog modela (primjenom ultra tanke okluzijske folije od 5 μm), što se smatra indikatorom kliničke preciznosti. Rezultat tog i ostalih istraživanja (49,60,65,66,69,72) koji su u skladu s ovim istraživanjem (Tablica 68) sugeriraju da minimalni odmaci na razini kondila nemaju značajnog kliničkog utjecaja na preciznost određivanja CR, tj. prijenos u artikulator te izradu protetskih nadomjestaka.

Pieshlinger i sur. (49) raspravljaju o položaju, odnosno području CR-a. Autori (49) navode da je termin „područje“ umjesto „točka“, više opravdan, te da se unutar biološkog sustava i očekuje minimalna disperzija. Harper i Schneiderman (57) zaključili su da koncept CR u normalnom TMZ mora uključiti dinamički raspon horizontalne adaptacije na biomehaničko opterećenje povezano s oralnom funkcijom. Kogawa i sur. (64), te Grasso i

Sharry (73) također dovode u pitanje usvajanje CR kao rigidnog položaja. Rezultati navedenih autora (49,57,64,73) u skladu su s rezultatima ovog istraživanja (Tablica 68-74) koji doprinose mišljenju da CR ne treba promatrati kao jednu točku, već određen raspon vrijednosti. S obzirom na varijabilnost koja je normalna u biološkom sustavu, za očekivati je i da taj raspon vrijednosti neće biti isti za sve ljude, te ga je teško točno odrediti. Pieshlinger i sur. (49) su zaključili da se šarnirska os nalazi unutar područja od 0,2 mm u promjeru, što je u njihovom istraživanju postignuto u 60% slučajeva svih mjerenja. Ukoliko se osi promatraju izolirano (anteroposteriorna, vertikalna, transverzalna os) odstupanja CR unutar 0,2 mm kod DDSR u ovom istraživanju utvrđena su u 95,2% slučajeva na anteroposteriornoj osi, u 78,6% slučajeva na vertikalnoj osi, u 97,6% slučajeva na transverzalnoj osi. Kod TMZ bez DDSR, odstupanja unutar 0,2 mm utvrđena su na anteroposteriornoj osi u 92,9% slučajeva, na vertikalnoj osi u 69,0% slučajeva, a na transverzalnoj osi u 97,6% slučajeva (Tablica 74). Iako su u većini sličnih istraživanja pronađena odstupanja između različitih CR registrata na istom ispitaniku (49,60,65,66,69,72), i veličina tih odstupanja također varira. Primjerice, Karl i Foley (70) utvrdili su odstupanja između dva CR registrata na istom ispitaniku u iznosu od 0,01-0,12 mm, a u istraživanju Schmitta i sur. (71) prosječna vrijednosti odstupanja između CR registrata na istom ispitaniku iznosila su od 0,20-0,66 mm (SD 0,17-0,52). Ta varijacija veličine odstupanja između različitih istraživanja može se objasniti različitim materijalima i metodama, uzorkom i obradom podataka.

Većina autora je pratila odstupanja na razini anteroposteriorne, vertikalne i transverzalne osi (49,51,60,70-72). Ovo istraživanje je utvrdilo koliko se može razlikovati nalaz odstupanja na razini promatranih osi i na razini apsolutne vrijednosti odstupanja (prosječna vrijednost odstupanja na razini osi od 0,08 do 0,21, SD 0,06 do 0,11; prosječni iznos apsolutne vrijednosti odstupanja od 0,24 mm do 0,29 mm, SD od 0,09 do 0,13, Tablica 68). Prema kriteriju mjerenja raspona u milimetrima za 60% ispitanika u ovom istraživanju (apsolutne vrijednosti odstupanja), raspon bi iznosio približno 0,3 mm, tj. u 64,3% slučajeva su se registrati našli unutar 0,3 mm kod ispitanika bez DDSR i 64,3% ispitanika s DDSR (Tablica 74). Ipak, dio varijabilnosti u određivanju CR kod većine istraživanja može se objasniti metodološkom pogreškom mjerenja. Wood i Elliott (60) dobili su vrijednosti standardne pogreške kod postavljanja modela pomoću istog CR registrata od 0,27 u anteroposteriornom i 0,30 u vertikalnom smjeru. U istraživanju Karla i Foleya (70), kod dva uzastopna postavljanja modela s istim CR registratom utvrđena su odstupanja 0,02-0,28 mm. Proizvođač Arcus Digme II (Kavo, Biberach, Njemačka), navodi preciznost unutar mjerenog modula (EPA) od ± 0,1 mm. McKee (53) je istraživao je li registrat CR izvođen od strane

različitih ispitivača ponovljiv unutar 0,11 mm (računalnom simulacijom dobivena maksimalna greška (53) uređaja s kojim se radilo ispitivanje - Denar Centri - Check). U ovom istraživanju se može primijeniti 0,2 mm tolerancije korištenog uređaja u svrhu utvrđivanja broja ispitanika s odstupanjima između registrata CR unutar 0,2 mm. Ukoliko je udaljenost između registrata manja od 0,2 mm, oni bi mogli označavati istu točku/položaj, a ne raspon vrijednosti (Tablica 74).

U ovom istraživanju nije utvrđena razlika prilikom određivanja CR kod ispitanika s DDSR, te ispitanika bez DDSR (Tablica 68-74).

Pieshlinger i sur. (49) te Kogawa i sur. (64) radili su usporedbu određivanja CR kod simptomatskih (TMP) i asimptomatskih ispitanika. Autori (49,64) nisu utvrdili razliku između ispitivanih skupina. U istraživanju Zonneberga i Muldera (77) postotak ispitanika koji su imali podudaran rezultat radvojenih modela bio je statistički značajno manji kod skupine s TMP-om (15,9%) u usporedbi kontrolne skupine ispitanika (85,2%). S obzirom na nepodudarnost eksperimentalnih skupina nezahvalno je raditi usporedbu rezultata ovog istraživanja s rezultatima spomenutih autora (49,64,77).

Uzorkom eksperimentalne skupine najsličnija istraživanja su proveli Zonnenberg i Mulder (76), te Harper i Schneiderman (57). Rezultati (Tablica 68-74) su slični rezultatu istraživanja Zonnenberga i Muldera (76), dok su u suprotnosti s rezultatima istraživanja Harpera i Schneidermana (57). Harper i Schneiderman (57) uspoređivali su ponovljivost određivanja CR kod pacijenata s unutarnjim poremećajima (N=15) i kontrolne skupine ispitanika (N=15). Kod kontrolne skupine ispitanika nađena je statistički značajno veća varijabilnost prilikom određivanja CR u horizontalnoj ravnini, dok u vertikalnoj ravnini nije nađena razlika između skupina. Autori (57) navode kao mogući uzrok takvih rezultata anatomsku opstrukciju koju radi dislocirana zglobna pločica, te moguće adhezije koje ograničavaju kretnju kondila tijekom translacije. Ipak, uzorak u ovom istraživanju i istraživanju Harpera i Schneidermana (57), vezano uz parametre uključenja u eksperimentalnu skupinu, nije bio u potpunosti isti. Eksperimentalnu skupinu u njihovom istraživanju (57) činili su ispitanici s unutarnjim poremećajima TMZ. Autori (57) navode da su dijagnostički kriteriji za TMZ disfunkciju uključivali: bol u TMZ, škljocaje te ograničenje kretnji donje čeljusti nađene prilikom pregleda (procjena zvukova u zglobu palpacijom i auskultacijom, otvaranje mjereno na incizijskom rubu manje od 40 mm, te devijacija sredine prilikom otvaranja). Zonnenberg i Mulder (76) proučavali su ponovljivost CR položaja kod TMP populacije pacijenata (podskupine prema RDC - TMD bile su miofascijalna bol, dislokacija

diska s redukcijom, dislokacija diska bez redukcije i osteoartritis) i kontrolne skupine ispitanika, te nije utvrđena razlika između ispitivanih skupina. Rezultat navedenog istraživanja (76) uz rezultate ovog istraživanja dovode do zaključka kako nema razlike u ponovljivosti određivanja CR kod ispitanika s DDSR i ispitanika bez DDSR. Skladno tome, ne može se preporučiti povećan oprez prilikom određivanja CR kod osoba s DDSR, naspram osoba bez DDSR, kao niti potrebitost korištenja udlage prije određivanja CR kod osoba s DDSR. Dobivene rezultate potrebno je tumačiti u odnosu na proučavanu ispitnu skupinu (DDSR), te se ne mogu prenositi na druge oblike TMP-a. Potrebna su buduća istraživanja koja će razjasniti ponovljivost određivanja CR kod drugih oblika TMP-a.

U trećem dijelu istraživanja proučavana je preciznost izrade akrilatne nagrizne udlage definirana brojem postignutih kontakata, između klasične metode prijenosa modela u artikulator korištenjem obraznog luka i suvremenije metode prijenosa modela u artikulator putem KTS sustava. Statističkom analizom (Tablica 75) nije utvrđena značajna razlika u broju postignutih kontakata (maksimalna interkuspidacija, lijeva i desna laterotruzija, protruzija) između dva korištena sustava.

Iako se izrada protetskih nadomjestaka kontinuirano poboljšava, različite greške se mogu dogoditi tijekom njihovog procesa izrade (11). Vrsta otisnog postupka (470-473), upotreba skenera (474-476), materijali za otisak (477), management gingive (477,478), vrsta žlice (479), dizajn žlice (480), dezinfekcijki postupci (9, 10), dimenzijske promjene sadre (481) itd. mogu se dovesti u vezu s preciznosti modela i konačnog nadomjeska. Osim samog modela, i čimbenika koji utječu na njegovu izradu, postoji značajan broj parametara koji izravno utječu na okluziju budućeg nadomjeska. Rad u artikulatoru, njegove postavke, individualizacija vrijednosti artikulatora, korištenje obraznog luka (prosječni, kinematski), u modernoj protetici dodatni su čimbenici kojima se može utjecati na okluziju budućeg protetskog nadomjeska. Usprkos navedenom, ponajviše zbog potrebnog utroška vremena, neki autori (373,375) ne sugeriraju upotrebu kompliciranijih metoda prilikom protetske rehabilitacije. Farias-Neto i sur. (373) u sistematskom pregledu literature zaključili su da prilikom izrade potpunih proteza i udlaga jednostavniji pristup može dovesti do zadovoljavajućih kliničkih rezultata. Shodadai i sur. (375) imali su sličan zaključak, tj. da upotreba obraznog luka ne dovodi do klinički značajne koristi.

Općeniti napredak tehnologije dovodi do razvoja novih metoda i mijenjanja postojećih na većini područja ljudskog djelovanja, uključujući i dentalnu medicinu. „*Kavo Transfer System*“ (KTS) je novi sustav koji zaobilazi upotrebu obraznog luka. Sadreni model se na

osnovi ultrazvučne analize pokreta donje čeljusti artikulira u jedan od dva moguća položaja (položaj 1 i položaj 2), bez upotrebe obraznog luka. Iako u ovom istraživanju nije dobivena statistički značajna razlika, kod prijenosa modela u artikulator obraznim lukom nađena su u maksimalnoj interkuspidaciji u prosjeku 2 kontakta više od KTS metode, utvrđeno artikulacijskom folijom, te 0,3 kontakata više utvrđeno ultra tankom okluzijskom folijom. S druge strane, kod svih ostalih proučavanih parametara, izuzev kontakata u lijevoj i desnoj laterotruziji gdje je onemogućena statistička analiza, KTS je pokazao preciznije rezultate, iako bez statistički značajne razlike. Kod postotka istovjetnih kontakata u protruziji, broja prekobrojnih kontakata protruziji i broja nedostajućih kontakata u protruziji, razina statističke značajnosti bila je granična (Tablica 75). Prema dostupnoj literaturi slično istraživanje do sada nije provedeno što nažalost onemogućava usporedbu rezultata. Metodološki najsličnije istraživanje proveli su Shodadai i sur. (375). Na 20 ispitanika uspoređivali su broj okluzijskih kontakata kod predaje dvaju Michigan udlaga, jedne izrađene prijenosom modela uz pomoć obraznog luka, a druge prijenosom modela uz pomoć indikatora okluzijske ravnine. Ispitivan je broj kontakata s artikulacijskom folijom prilikom predaje udlage, te su manje od 2 kontakta razlike između dvije metode smatrali klinički neznačajnim. Prosječni broj kontakata prilikom predaje udlage izrađene uz pomoć obraznog luka iznosio je 11,7, a udlage izrađene bez obraznog luka 11,8. Rezultati su bili približno isti za obje metode, te nije utvrđena statistički značajna razlika. Autori (375) su se složili s Hansonnom i Lachmannom (482) da upotreba obraznog luka ne donosi klinički značajne koristi prilikom izrade okluzijskih naprava. Bilo bi zanimljivo vidjeti slično istraživanje, gdje bi se proučavale i lateralne kretnje. U ovom istraživanju nije bila svrha analiza protetskih postupaka, već analiza novog sustava prijenosa modela u artikulatorski prostor (KTS), i mogućnost najpreciznije protetske rehabilitacije. Iako nije utvrđena statistički značajna razlika, u maksimalnoj interkuspidaciji je upotreba obraznog luka pokazala u prosjeku veću preciznost (približno 2 kontakta više), a prilikom kretnji donje čeljusti preciznijim je utvrđen KTS sustav prijenosa. Navedene razlike se ne mogu smatrati klinički značajnim. Ipak, ako se govori o najpreciznijem načinu izrade udlage, rezultati ovog istraživanja sugeriraju upotrebu obraznog luka, uz individualizaciju artikulatora.

Iako je prosječan broj kontakata (metoda 1 = 17,93; metoda 2 = 15,87) bio veći nego kod sličnog istraživanja Shodadaia i sur. (375) (11,8), utvrđene su određene varijacije u broju kontakata (SD kod metode 1 6,34, a kod metode 2 4,63). Tu se ne može isključiti čimbenik ispitivača, te potencijalne pogreške koje se mogu dogoditi/akumulirati prilikom procesa izrade udlage, a koje se očituju na preciznosti, odnosno broju kontakata kod predaje udlage. Uzimanje alginatnih otisaka, izlijevanje modela, obrada sadrenih modela, određivanje

centrične relacije, prijenos gornjeg modela u artikulator, pridruživanje modela, prijenos donjeg modela u artikulator, dosjed sadrenog razdvojenog modela, vraćanje udlage na model nakon obrade (zbog okluzijskog usklađivanja), su koraci prilikom izrade udlage na koje ispitivač tj. zubni tehničar ima izravan utjecaj, te koji mogu utjecati na preciznost, tj. broj kontakata prilikom predaje udlage. Dio objavljenih istraživanja je pokazao da se kretnja otvaranja/zatvaranja donje čeljusti ne zbiva kao čista rotacija, već kombinacija rotacije i anteroinferiorne translacije kondil - disk kompleksa (17,437,483,484). Takva eventualna translacija kondila kod nekih ispitanika na početku otvaranja usta mogla bi objasniti dio razlike između broja kontakata u artikulatoru i u ustima pacijenta prilikom predaje udlage. Povećanje vertikalne dimenzije okluzije u artikulatoru, uslijed kondilne translacije, razlikovalo bi se od iste visine u ustima. U istraživanju Salaornia i Pallae (437) kondili su pokazali značajnu intraindividualnu (lijevo - desno) i interindividualnu varijabilnost između kondilne rotacije i anteriorne kondilne translacije. Dapače, u njihovom istraživanju (437) na 61 zdravom ispitaniku, 75% zglobova je pokazalo linearan odnos kondilne rotacije i anteriorne translacije tijekom kretnje otvaranja. Samo u 25% zglobova većinom je pronađena samo rotacija na početku otvaranja. Kretnja zatvaranja je pokazala drukčiji obrazac, te je 39% zglobova pokazalo većinom rotaciju na kraju kretnje zatvaranja. Prosječan odnos kondilne rotacije i translacije (kod svih ispitanika) iznosio je 2,0° rotacije za svaki milimetar translacije.

5. Zaključak

- Prosječna vrijednost Bennettovog kuta iznosi 8°, te ne pokazuje razlike između različitih klasa po Angleu,
- Utvrđene vrijednosti KTS sustava sugeriraju prosječne vrijednosti postavki Protar Kavo artikulatora: kut incizijskog vođenja 50°, kut lateralnog prednjeg vođenja 55°, kut nagiba kondilne staze 40°, (Bennettov kut 8°). Vrijednosti je moguće koristiti i kod drugih artikulatorskih sustava koji koriste Camperovu ravninu kao horizontalnu referentnu ravninu,
- A3 ima prosječno niže vrijednosti kuta nagiba kondilne staze, kuta incizijskog vođenja i kuta lateralnog prednjeg vođenja, u usporedbi s A1 i A2. Prosječne vrijednosti postavki artikulatora prilikom protetske rehabilitacije (CP horizontalna referentna ravnina) sukladno bi trebale biti niže: sugerirane vrijednosti su 25° za kut incizijskog vođenja, 35° za kut lateralnog prednjeg vođenja, i 25° za kut nagiba kondilne staze,
- Kut incizijskog vođenja ima u prosjeku 5-10° više vrijednosti od kuta nagiba kondilne staze, iako će dio asimptomatskih pojedinaca pokazati suprotne vrijednosti. Ne očekuje se podudaranje iznosa prednjeg i stražnjeg vođenja,
- Imedijatni pomak u stranu ovisi o načinu registracije koja uključuje i samu definiciju pomaka. Ako je imedijatni pomak u stranu definiran kao trenutni pomak onda on nije prisutan kod ljudi sa zdravim TMZ,
- Istovjetnost okluzije centrične relacije i IKP položaja utvrđena je u manje od 10% ispitanika,
- Centrična relacija (CR) ne predstavlja rigidan položaj nego raspon vrijednosti,
- Određena odstupanja između različitih registrata CR su očekivana i normalna. Minimalni odmaci na razini kondila nemaju značajnog kliničkog utjecaja na preciznost određivanja CR, tj. prijenos u artikulator te izradu protetskih nadomjestaka,
- Ponovljeni registrat CR nalazi se unutar 0,3 mm od prvog u više od 60% slučajeva,
- Nema razlike u ponovljivosti određivanja CR kod osoba s dislokacijom diska s redukcijom (DDSR). Ne može se preporučiti drukčiji pristup pacijentima s DDSR, u usporedbi s onima bez DDSR.
- Nema statistički značajne razlike u precizosti postupka izrade stabilizacijske udlage temeljem KTS sustava i temeljem klasičnog prijenosa položaja gornje čeljusti prosječnim obraznim lukom. Za postizanje maksimalne preciznosti u izradi protetskog nadomjeska potrebno je kombinirati prijenos obraznim lukom i individualizaciju postavki artikulatora.

6. Literatura

1. British standard Institute. British Standard Incisor Classification. Glossary of Dental Terms BS 4492. London: British Standard Institute, 1983.

2. Saitoh E, Sonoda S, Suzuki M, Katoh T, Sakai T. [Oral health promotes activities and quality of daily living in disabled elderly]. J Jpn Assoc Dent Sci. 2005;24:21-9.

3. Bando E, Nishigawa K, Nakano M, Takeuchi H, Shigemoto S, Okura K, et al. Current status of researches on jaw movement and occlusion for clinical application. Japanese Dental Science Review. 2009;45:83-97.

4. Gates GN, Nicholls JI. Evaluation of mandibular arch width change. J Prosthet Dent. 1981;46:385-92.

5. Muzaffar D, Ahsan SH, Afaq A. Dimensional changes in alginate impression during immersion in a disinfectant solution. J Pak Med Assoc. 2011;61:756-9.

6. Michalakis KX, Asar NV, Kapsampeli V, Magkavali-Trikka P, Pissiotis AL, Hirayama H. Delayed linear dimensional changes of five high strength gypsum products used for the fabrication of definitive casts. J Prosthet Dent. 2012;108:189-95.

7. Linke BA, Nicholls JI, Faucher RR. Distortion analysis of stone casts made from impression materials. J Prosthet Dent. 1985;54:794-802.

8. Bowley JF, Michaels GC, Lai TW, Lin PP. Reliability of a facebow transfer procedure. J Prosthet Dent. 1992;67:491-8.

9. Shetty SR, Kamat G, Shetty R. Wetting characteristics of addition silicon materials subjected to immersion disinfection--an in-vitro study. Eur J Prosthodont Restor Dent. 2013;21:98-104.

10. Al Kheraif AA. Surface roughness of polyvinyl siloxane impression materials following chemical disinfection, autoclave and microwave sterilization. J Contemp Dent Pract. 2013;14:483-7.

11. Boyarsky HP, Loos LG, Leknius C. Occlusal refinement of mounted casts before crown fabrication to decrease clinical time required to adjust occlusion. J Prosthet Dent. 1999;82:591-4.

12. Tomas X, Pomes J, Berenguer J, Quinto L, Nicolau C, Mercader JM, et al. MR imaging of temporomandibular joint dysfunction: a pictorial review. Radiographics. 2006;26:765-81.

13. Westesson PL, Yamamoto M, Sano T, Okano T. Temporomandibular joint. In: Som MP, Curtin HD. Head and Neck Imaging, 4 ed. St Louis: Mosby, 2011.

14. Alomar X, Medrano J, Cabratosa J, Clavero JA, Lorente M, Serra I, et al. Anatomy of the temporomandibular joint. Semin Ultrasound CT MR. 2007;28:170-83.

15. Sava A, Scutariu M. Functional anatomy of the temporo-mandibular joint (II). Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi. 2012;116:1213-7.

16. Gallo LM, Airoldi GB, Airoldi RL, Palla S. Description of mandibular finite helical axis pathways in asymptomatic subjects. J Dent Res. 1997;76:704-13.

17. Merlini L, Palla S. The relationship between condylar rotation and anterior translation in healthy and clicking temporomandibular joints. Schweiz Monatsschr Zahnmed. 1988;98:1191-9.

18. Laskin DM, Greene CS, Hylander WL. TMDs An Evidence-Based Approach to Diagnosis and Treatment. Hanover park: Quintessence Publishing Co, 2006.

19. Posselt U. Physiology of occlusion and rehabilitation, 2nd ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1968.

20. Bumann A, Lotzmann U, Mah J. TMJ Disorders and Orofacial Pain: The Role of Dentistry in a Multidisciplinary Diagnostic Approach. Stuttgart: Thieme, 2002.

21. Ferrario VF, Sforza C, Miani A, Jr., Serrao G, Tartaglia G. Open-close movements in the human temporomandibular joint: does a pure rotation around the intercondylar hinge axis exist? J Oral Rehabil. 1996;23:401-8.

22. Badel T. Temporomandibularni poremećaji i stomatološka protetika. Zagreb: Medicinska naklada, 2007.

23. Okeson JP. Temporomandibularni poremećaji i okluzija. Zagreb: Medicinska naklada, 2008.

24. Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R, Brackett SE. Osnove Fiksne protetike. Zagreb: Media ogled, 2008.

25. Rosentiel SF, Land M, Fujimoto J. Contemporary Fixed Prosthodontics, 4th ed. St Louis: Mosby, 2006.

26. Hobo S. A kinematic investigation of mandibular border movement by means of an electronic measuring system. Part II: A study of the Bennett movement. J Prosthet Dent. 1984;51:642-6.

27. Guichet NF. Applied gnathology--why and how. J Anglocont Dent Soc. 1972:14-9.

28. Hayasaki H, Yamasaki Y, Nishijima N, Naruse K, Nakata M. Characteristics of protrusive and lateral excursions of the mandible in children with the primary dentition. J Oral Rehabil. 1998;25:311-20.

29. Platzer W. Priručni anatomski atlas u 3 sveska: Sustav organa za pokretanje, 7 th Edition. Zagreb: Medicinska naklada, 2003.

30. Dupas PH, Picart B, Graux F, Lefevre C. Effect of clutch surface changes on the computerized pantographic reproducibility index and the Fischer angle. J Prosthet Dent. 1987;57:625-30.

31. Starcke EN. The history of articulators: Pursuing the evolution of the incisal-pin and guide, part II. J Prosthodont. 2001;10:113-21.

32. Koolstra JH, Naeije M, van Eijden TM. The three-dimensional active envelope of jaw border movement and its determinants. J Dent Res. 2001;80:1908-12.

33. Bauer A, Gutowski A. Gnathology: introduction to theory and practice. Berlin: Die Quintessence, 1976.

34. Agerberg G. Maximal mandibular movements in young men and women. Sven Tandlak Tidskr. 1974;67:81-100.

35. Posselt U. Studies in the Mobility of the Human Mandible. Acta Odontol Scand. 1952;10:13-160.

36. Keshvad A, Winstanley RB. An appraisal of the literature on centric relation. Part III. J Oral Rehabil. 2001;28:55-63.

37. Carlson GL. Insights into occlusal problems through the use of centric relation procedures. Part two. Northwest Dent. 2007;86:31-34, 37, 39 passim.

38. Posselt U. Movement areas of the mandibule. J Prosthet Dent. 1957;7:375-85.

39. Kawamura Y. Mandibular movement: normal anatomy and physiology and clinical dysfunction. In: Schwartz LA, Chayes D. Facial pain and mandibular dysfunction. Philadelphia: Saunders WB, 1969.

40. Kraljević K. Potpune proteze, 1st ed. Zagreb: Areagrafika, 2001.

41. Sava A, Scutariu MM. Functional anatomy of the temporomandibular joint (I). Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi. 2012;116:902-6.

42. Koller MM, Merlini L, Spandre G, Palla S. A comparative study of two methods for the orientation of the occlusal plane and the determination of the vertical dimension of occlusion in edentulous patients. J Oral Rehabil. 1992;19:413-25.

43. Tingey EM, Buschang PH, Throckmorton GS. Mandibular rest position: a reliable position influenced by head support and body posture. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2001;120:614-22.

44. Castroflorio T, Icardi K, Torsello F, Deregibus A, Debernardi C, Bracco P. Reproducibility of surface EMG in the human masseter and anterior temporalis muscle areas. Cranio. 2005;23:130-7.

45. Frame JW, Rothwell PS, Duxbury AJ. The standardization of electromyography of the masseter muscle in man. Arch Oral Biol. 1973;18:1419-23.

46. Dawson PE. New definition for relating occlusion to varying conditions of the temporomandibular joint. J Prosthet Dent. 1995;74:619-27.

47. The glossary of prosthodontic terms. J Prosthet Dent. 2005;94:10-92.

48. Zonnenberg AJ, Mulder J. The efficacy of a specific stabilization splint. Cranio. 2014;32:68-74.

49. Piehslinger E, Celar A, Celar R, Jager W, Slavicek R. Reproducibility of the condylar reference position. J Orofac Pain. 1993;7:68-75.

50. Jasinevicius TR, Yellowitz JA, Vaughan GG, Brooks ES, Baughan LW, Cline N, et al. Centric relation definitions taught in 7 dental schools: results of faculty and student surveys. J Prosthodont. 2000;9:87-94.

51. Zonnenberg AJ, Mulder J, Sulkers HR, Cabri R. Reliability of a measuring-procedure to locate a muscle-determined centric relation position. Eur J Prosthodont Restor Dent. 2004;12:125-8.

52. Posselt U. Terminal hinge movement of the mandible. J Prosthet Dent. 1957;7:787-9.

53. McKee JR. Comparing condylar position repeatability for standardized versus nonstandardized methods of achieving centric relation. J Prosthet Dent. 1997;77:280-4.

54. Dawson PE. Evaluation, diagnosis and treatment of occlusal problems, 2nd ed. St Louis, Baltimore, Toronto: The C.V. Mosby Company, 1989.

55. Lucia VO. A technique for recording centric relation. J Prosthet Dent. 1964;13:492-505.

56. Long JH. Locating centric relation with a leaf gauge. J Prosthet Dent. 1973;29:608-10.

57. Harper RP, Schneiderman E. Condylar movement and centric relation in patients with internal derangement of the temporomandibular joint. J Prosthet Dent. 1996;75:67-71.

58. Shanahan TE. Physiologic vertical dimension and centric relation. 1956. J Prosthet Dent. 2004;91:206-9.

59. Schuyler CH. Intraoral method of establishing maxillomandibular relation. J Am Dent Assoc. 1932;19:1012-21.

60. Wood DP, Elliott RW. Reproducibility of the centric relation bite registration technique. Angle Orthod. 1994;64:211-20.

61. Calagna LJ, Silverman SI, Garfinkel L. Influence of neuromuscular conditioning on centric relation registrations. J Prosthet Dent. 1973;30:598-604.

62. Latta GH Jr. Influence of circadian periodicity on reproducibility of centric relation records for edentulous patients. J Prosthet Dent. 1992;68:780-3.

63. Shafagh I, Yoder JL, Thayer KE. Diurnal variance of centric relation position. J Prosthet Dent. 1975;34:574-82.

64. Kogawa EM, Lopes LF, Kato MT, Ueno FT, Santos CN, Lauris JR, et al. Centric relation registration: intra- and interexaminer agreement after a calibration program. Pesqui Odontol Bras. 2003;17:286-91.

65. Sindledecker L. Effect of different centric relation registrations on the pantographic representation of centric relation. J Prosthet Dent. 1981;46:271-9.

66. Korber E, Landt H. [The reproducibility of bite registrations]. Dtsch Zahnarztl Z. 1979;34:202-5.

67. Shafagh I, Amirloo R. Replicability of chinpoint-guidance and anterior programmer for recording centric relation. J Prosthet Dent. 1979;42:402-4.

68. Simon RL, Nicholls JI. Variability of passively recorded centric relation. J Prosthet Dent. 1980;44:21-6.

69. Hobo S, Iwata T. Reproducibility of mandibular centricity in three dimensions. J Prosthet Dent. 1985;53:649-54.

70. Karl PJ, Foley TF. The use of a deprogramming appliance to obtain centric relation records. Angle Orthod. 1999;69:117-23.

71. Schmitt ME, Kulbersh R, Freeland T, Bever K, Pink FE. Reproducibility of the Roth Power Centric in Determining Centric Relation. Semin Orthod. 2003;9:102-8.

72. Tuppy F, Celar RM, Celar AG, Piehslinger E, Jager W. The reproducibility of condylar hinge axis positions in patients, by different operators, using the electronic mandibular position indicator. J Orofac Pain. 1994;8:315-20.

73. Grasso JE, Sharry J. The duplicability of arrow-point tracings in dentulous subjects. J Prosthet Dent. 1968;20:106-15.

74. Stiesch-Scholz M, Demling A, Rossbach A. Reproducibility of jaw movements in patients with craniomandibular disorders. J Oral Rehabil. 2006;33:807-12.

75. van Willigen J. The sagittal condylar movements of the clicking temporomandibular joint. J Oral Rehabil. 1979;6:167-75.

76. Zonnenberg AJ, Mulder J. Variability of centric relation position in TMD patients. Eur J Prosthodont Restor Dent. 2006;14:32-7.

77. Zonnenberg AJ, Mulder J. Reproducibility of 2 methods to locate centric relation in healthy individuals and TMD patients. Eur J Prosthodont Restor Dent. 2012;20:151-8.

78. Foglio-Bonda PL, Migliaretti G, Cavallo F, Rocchetti V, Bodin C. Incisor and mandibular movement during retrusion. Arch Oral Biol. 2006;51:581-6.

79. Klar NA, Kulbersh R, Freeland T, Kaczynski R. Maximum Intercuspation-Centric Relation Disharmony in 200 Consecutively Finished Cases in a Gnathologlcally Oriented Practice. Semin Orthod. 2003;9:109-16.

80. Fantini SM, Paiva JB, Rino Neto J, Dominguez GC, Abrao J, Vigoritto JW. Increase of condylar displacement between centric relation and maximal habitual intercuspation after occlusal splint therapy. Braz Oral Res. 2005;19:176-82.

81. Kydd WL, Sander A. A Study of Posterior Mandibular Movements from Intercuspal Occlusal Position. J Dent Res. 1961;40:419-25.

82. Demisch A, Ingervall B, Thuer U. Mandibular displacement in Angle Class II, division 2 malocclusion. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1992;102:509-18.

83. Maruyama T, Miyauchi S, Umekoji E, Simoosa T. Analysis of the relationship of centric relation and centric occlusion by the mandibular kinesiograph. J Osaka Univ Dent Sch. 1980;20:173-8.

84. Utt TW, Meyers CE, Jr., Wierzba TF, Hondrum SO. A three-dimensional comparison of condylar position changes between centric relation and centric occlusion using the mandibular position indicator. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1995;107:298-308.

85. Hidaka O, Adachi S, Takada K. The difference in condylar position between centric relation and centric occlusion in pretreatment Japanese orthodontic patients. Angle Orthod. 2002;72:295-301.

86. Rieder CE. The prevalence and magnitude of mandibular displacement in a survey population. J Prosthet Dent. 1978;39:324-9.

87. Pullinger AG, Solberg WK, Hollender L, Petersson A. Relationship of mandibular condylar position to dental occlusion factors in an asymptomatic population. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1987;91:200-6.

88. Pullinger AG, Seligman DA, Solberg WK. Temporomandibular disorders. Part I: Functional status, dentomorphologic features, and sex differences in a nonpatient population. J Prosthet Dent. 1988;59:228-35.

89. Mohlin B. Prevalence of mandibular dysfunction and relation between malocclusion and mandibular dysfunction in a group of women in Sweden. Eur J Orthod. 1983;5:115-23.

90. Henriques JC, Fernandes Neto AJ, Almeida Gde A, Machado NA, Lelis ER. Cone-beam tomography assessment of condylar position discrepancy between centric relation and maximal intercuspation. Braz Oral Res. 2012;26:29-35.

91. Abraham AP, Veeravalli PT. A positional analyzer for measuring centric slide. J Indian Prosthodont Soc. 2012;12:216-21.

92. Weffort SY, de Fantini SM. Condylar displacement between centric relation and maximum intercuspation in symptomatic and asymptomatic individuals. Angle Orthod. 2010;80:835-42.

93. Cohlmia JT, Ghosh J, Sinha PK, Nanda RS, Currier GF. Tomographic assessment of temporomandibular joints in patients with malocclusion. Angle Orthod. 1996;66:27-35.

94. Keshvad A, Winstanley RB. Comparison of the replicability of routinely used centric relation registration techniques. J Prosthodont. 2003;12:90-101.

95. de Laat A, van Steenberghe D. Occlusal relationships and temporomandibular joint dysfunction. Part I: Epidemiologic findings. J Prosthet Dent. 1985;54:835-42.

96. Stamm T, Vehring A, Ehmer U, Bollmann F. Computer-aided axiography of asymptomatic individuals with Class II/2. J Orofac Orthop. 1998;59:237-45.

97. Kobayashi J, Terada Y, Hirayasu R. [Human mandibular movements during swallowing saliva. 1. Tooth contacts and rest position]. Nihon Hotetsu Shika Gakkai Zasshi. 1989;33:1-7.

98. Wilson J, Nairn RI. Condylar repositioning in mandibular retrusion. J Prosthet Dent. 2000;84:612-6.

99. Padala S, Padmanabhan S, Chithranjan AB. Comparative evaluation of condylar position in symptomatic (TMJ dysfunction) and asymptomatic individuals. Indian J Dent Res. 2012;23:122.

100. Wood DP, Korne PH. Estimated and true hinge axis: a comparison of condylar displacements. Angle Orthod. 1992;62:167-75.

101. Lindauer SJ, Sabol G, Isaacson RJ, Davidovitch M. Condylar movement and mandibular rotation during jaw opening. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1995;107:573-7.

102. Cordray FE. Three-dimensional analysis of models articulated in the seated condylar position from a deprogrammed asymptomatic population: a prospective study. Part 1. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2006;129:619-30.

103. Crawford SD. Condylar axis position, as determined by the occlusion and measured by the CPI instrument, and signs and symptoms of temporomandibular dysfunction. Angle Orthod. 1999;69:103-15.

104. Turasi B, Ari-Demirkaya A, Biren S. Comparison of increased overjet cases and controls: normative data for condylar positions. J Oral Rehabil. 2007;34:129-35.

105. Landi N, Manfredini D, Tognini F, Romagnoli M, Bosco M. Quantification of the relative risk of multiple occlusal variables for muscle disorders of the stomatognathic system. J Prosthet Dent. 2004;92:190-5.

106. McNamara JA, Jr., Seligman DA, Okeson JP. Occlusion, Orthodontic treatment, and temporomandibular disorders: a review. J Orofac Pain. 1995;9:73-90.

107. Seligman DA, Pullinger AG. The role of intercuspal occlusal relationships in temporomandibular disorders: a review. J Craniomandib Disord. 1991;5:96-106.

108. Raustia AM, Pirttiniemi PM, Pyhtinen J. Correlation of occlusal factors and condyle position asymmetry with signs and symptoms of temporomandibular disorders in young adults. Cranio. 1995;13:152-6.

109. Pullinger AG, Seligman DA, Gornbein JA. A multiple logistic regression analysis of the risk and relative odds of temporomandibular disorders as a function of common occlusal features. J Dent Res. 1993;72:968-79.

110. Dworkin SF, LeResche L. Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: review, criteria, examinations and specifications, critique. J Craniomandib Disord. 1992;6:301-55.

111. Seligman DA, Pullinger AG. Analysis of occlusal variables, dental attrition, and age for distinguishing healthy controls from female patients with intracapsular temporomandibular disorders. J Prosthet Dent. 2000;83:76-82.

112. Pullinger AG, Seligman DA. Quantification and validation of predictive values of occlusal variables in temporomandibular disorders using a multifactorial analysis. J Prosthet Dent. 2000;83:66-75.

113. Mohlin B, Kopp S. A clinical study on the relationship between malocclusions, occlusal interferences and mandibular pain and dysfunction. Swed Dent J. 1978;2:105-12.

114. Droukas B, Lindee C, Carlsson GE. Occlusion and mandibular dysfunction: a clinical study of patients referred for functional disturbances of the masticatory system. J Prosthet Dent. 1985;53:402-6.

115. Solberg WK, Woo MW, Houston JB. Prevalence of mandibular dysfunction in young adults. J Am Dent Assoc. 1979;98:25-34.

116. Ingervall B, Mohlin B, Thilander B. Prevalence of symptoms of functional disturbances of the masticatory system in Swedish men. J Oral Rehabil. 1980;7:185-97.

117. Maruyama T, Miyauchi S, Umekoji E. Analysis of the mandibular relationship of TMJ dysfunction patients using the Mandibular Kinesiograph. J Oral Rehabil. 1982;9:217-23.

118. Mejersjo C, Carlsson GE. Analysis of factors influencing the long-term effect of treatment of TMJ-pain dysfunction. J Oral Rehabil. 1984;11:289-97.

119. Roth RH. Temporomandibular pain-dysfunction and occlusal relationships. Angle Orthod. 1973;43:136-53.

120. Rosner D, Goldberg GF. Condylar retruded contact position and intercuspal position correlation in dentulous patients. Part I: Three-dimensional analysis of condylar registrations. J Prosthet Dent. 1986;56:230-9.

121. Hicks ST, Wood DP. Recording condylar movement with two facebow systems. Angle Orthod. 1996;66:293-300.

122. Ingervall B. Studies of mandibular positions in children. Odontol Revy Suppl. 1968;15:1-53.

123. Wen-Ching Ko E, Huang CS, Lo LJ, Chen YR. Longitudinal observation of mandibular motion pattern in patients with skeletal Class III malocclusion subsequent to orthognathic surgery. J Oral Maxillofac Surg. 2012;70:e158-68.

124. Bush FM. Malocclusion, masticatory muscle, and temporomandibular joint tenderness. J Dent Res. 1985;64:129-33.

125. Williamson EH, Caves SA, Edenfield RJ, Morse PK. Cephalometric analysis: comparisons between maximum intercuspation and centric relation. Am J Orthod. 1978;74:672-7.

126. Dulčić N. Analiza okluzije zubi pomoću T-Scan II sustava. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu; 2007.

127. Lucia VO. Centric relation - theory and practice. J Prosthet Dent. 1960;10:849-56.

128. Ramfjord SP, Ash MM. Occlusion. Mexico: Interamericana, 1983.

129. Dawson PE. Temporomandibular joint pain-dysfunction problems can be solved. J Prosthet Dent. 1973;29:100-12.

130. Kraljević K. Anatomija i fiziologija okluzije. Zagreb: Globus, 1991.

131. Angle EH. Classification of malocclusion. Dent Cosmos. 1899;41:248-64.

132. Moyers RE. Handbook of Orthodontics. Chicago: Year Book Medical Publishers, Inc., 1988.

133. Orthodontic Corner, Scientific Blog [Internet]. Angle Classification Today, and Post-treatment Stability. Available from: http://orthocornerblogspotcom/2010/05/angle-classification-today-and-posthtml.

134. Millstein PL. An evaluation of occlusal contact marking indicators: a descriptive, qualitative method. Quintessence Int Dent Dig. 1983;14:813-36.

135. Qadeer S, Kerstein R, Kim RJ, Huh JB, Shin SW. Relationship between articulation paper mark size and percentage of force measured with computerized occlusal analysis. J Adv Prosthodont. 2012;4:7-12.

136. Dawson PE, Arcan M. Attaining harmonic occlusion through visualized strain analysis. J Prosthet Dent. 1981;46:615-22.

137. Amsterdam M, Purdum LC, Purdum KL. The occlusalgraph: a graphic representation of photocclusion data. J Prosthet Dent. 1987;57:94-8.

138. Hidaka O, Iwasaki M, Saito M, Morimoto T. Influence of clenching intensity on bite force balance, occlusal contact area, and average bite pressure. J Dent Res. 1999;78:1336-44.

139. Suzuki T, Kumagai H, Watanabe T, Uchida T, Nagao M. Evaluation of complete denture occlusal contacts using pressure-sensitive sheets. Int J Prosthodont. 1997;10:386-91.

140. Machado NA, Henriques JC, Lelis ER, Tavares M, Almeida Gde A, Fernandes Neto AJ. Identification of occlusal prematurity by clinical examination and cone-beam computed tomography. Braz Dent J. 2013;24:64-7.

141. Gonzalez Sequeros O, Garrido Garcia VC, Garcia Cartagena A. Study of occlusal contact variability within individuals in a position of maximum intercuspation using the T-SCAN system. J Oral Rehabil. 1997;24:287-90.

142. Hayashi T, Saitoh A, Ishioka K, Miyakawa M. A computerized system for analyzing occlusal relations during mandibular movements. Int J Prosthodont. 1994;7:108-14.

143. Okamoto A, Hayasaki H, Nishijima N, Iwase Y, Yamasaki Y, Nakata M. Occlusal contacts during lateral excursions in children with primary dentition. J Dent Res. 2000;79:1890-5.

144. Millstein P. Know your indicator. J Mass Dent Soc. 2008;56:30-1.

145. Carey JP, Craig M, Kerstein RB, Radke J. Determining a relationship between applied occlusal load and articulating paper mark area. Open Dent J. 2007;1:1-7.

146. Saad MN, Weiner G, Ehrenberg D, Weiner S. Effects of load and indicator type upon occlusal contact markings. J Biomed Mater Res B Appl Biomater. 2008;85:18-22.

147. Dawson PE. Functional Occlusion: From TMJ to Smile Design. St Louis: Mosby Elsevier, 2007.

148. McNeill C. Science and practice of occlusion. Carol Stream: Quintessence Publishing, 1997.

149. Smukler H. Equilibration in the natural and restored dentition. Chicago: Quintessence Publishing, 1991.

150. Harper KA, Setchell DJ. The use of shimstock to assess occlusal contacts: a laboratory study. Int J Prosthodont. 2002;15:347-52.

151. Haralur SB. Digital Evaluation of Functional Occlusion Parameters and their Association with Temporomandibular Disorders. J Clin Diagn Res. 2013;7:1772-5.

152. Sadamori S, Kotani H, Abekura H, Hamada T. Quantitative analysis of occlusal force balance in intercuspal position using the Dental Prescale system in patients with temporomandibular disorders. Int Chin J Dent. 2007;7:43-7.

153. Koos B, Godt A, Schille C, Goz G. Precision of an instrumentation-based method of analyzing occlusion and its resulting distribution of forces in the dental arch. J Orofac Orthop. 2010;71:403-10.

154. Patyk A, Lotzmann U, Scherer C, Kobes LW. [Comparative analytic occlusal study of clinical use of T-scan systems]. ZWR. 1989;98:752-5.

155. Dees A, Kess K, Proff P, Schneider S. [The use of the T-Scan system in occlusal diagnosis]. Dtsch Zahn Mund Kieferheilkd Zentralbl. 1992;80:145-51.

156. Scholz W, Pancherz H, Reichel R. [Review of T-SCAN-systems for registration of occlusal condition]. Zahnarztl Prax. 1991;42:6-9.

157. Setz J, Geis-Gerstorfer J. [Properties of a measuring system for digital occlusion diagnosis]. Dtsch Zahnarztl Z. 1990;45:S65-6.

158. Tschernitschek H, Handel G, Gunay H. [T-scan--possibilities and limits of new occlusal diagnostic procedure]. Zahnarztl Prax. 1990;41:54-6.

159. Gumus HO, Kilinc HI, Tuna SH, Ozcan N. Computerized analysis of occlusal contacts in bruxism patients treated with occlusal splint therapy. J Adv Prosthodont. 2013;5:256-61.

160. Kordass B, Gartner C, Sohnel A, Bisler A, Voss G, Bockholt U, et al. The virtual articulator in dentistry: concept and development. Dent Clin North Am. 2002;46:493-506, vi.

161. Maestre-Ferrin L, Romero-Millan J, Penarrocha-Oltra D, Penarrocha-Diago M. Virtual articulator for the analysis of dental occlusion: an update. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2012;17:e160-3.

162. Gartner C, Kordass B. The virtual articulator: development and evaluation. Int J Comput Dent. 2003;6:11-24.

163. Rohrle O, Waddell JN, Foster KD, Saini H, Pullan AJ. Using a motion-capture system to record dynamic articulation for application in CAD/CAM software. J Prosthodont. 2009;18:703-10.

164. van der Linden FP, Boersma H, Zelders T, Peters KA, Raaben JH. Three-dimensional analysis of dental casts by means of the optocom. J Dent Res. 1972;51:1100.

165. Yamany SM, Farag AA, Tasman D, Farman AG. A 3-D reconstruction system for the human jaw using a sequence of optical images. IEEE Trans Med Imaging. 2000;19:538-47.

166. Arai Y, Tammisalo E, Iwai K, Hashimoto K, Shinoda K. Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. Dentomaxillofac Radiol. 1999;28:245-8.

167. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. Eur Radiol. 1998;8:1558-64.

168. Peters OA, Laib A, Ruegsegger P, Barbakow F. Three-dimensional analysis of root canal geometry by high-resolution computed tomography. J Dent Res. 2000;79:1405-9.

169. Dowker SE, Davis GR, Elliott JC. X-ray microtomography: nondestructive three-dimensional imaging for in vitro endodontic studies. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1997;83:510-6.

170. Solaberrieta E, Etxaniz O, Minguez R, Muniozguren J, Arias A. Design of a Virtual Articulator for the Simulation and Analysis of Mandibular Movements in Dental CAD/CAM. In: 19th CIRP Design Conference; 2009; Cranfield; 2009.

171. Maruyama T, Nakamura Y, Hayashi T, Kato K. Computer-aided determination of occlusal contact points for dental 3-D CAD. Med Biol Eng Comput. 2006;44:445-50.

172. Persson AS, Oden A, Andersson M, Sandborgh-Englund G. Digitization of simulated clinical dental impressions: virtual three-dimensional analysis of exactness. Dent Mater. 2009;25:929-36.

173. Delong R, Ko CC, Anderson GC, Hodges JS, Douglas WH. Comparing maximum intercuspal contacts of virtual dental patients and mounted dental casts. J Prosthet Dent. 2002;88:622-30.

174. AmannGirrbach [Internet]. Articulation; 2006-2013. Available from: http://www.amanngirrbach.com/en/products/work-preparation/artexr-articulators/artexr-bn/.

175. Elektrotehnički fakultet Osjek [Internet]. Rotacija krutog tijela. Available from: http://www.etfos.unios.hr/upload/OBAVIJESTI/obavijesti_preddiplomski/06___Rotacija_krutog_tijela_10-11-2009.pdf

176. Fakultet elektrotehnike i računarstva [Internet]. Kinematika i dinamika krutog tijela. Available from: https://www.fer.unizg.hr/_download/repository/7_Kinematika_i_dinamika_krutog_tijela_1.pdf

177. Carnegie Mellon University [Internet]. Introduction to Mechanisms. Available from: http://www.cs.cmu.edu/~rapidproto/mechanisms/chpt1.html.

178. Koolstra JH. Dynamics of the human masticatory system. Crit Rev Oral Biol Med. 2002;13:366-76.

179. Ichim I, Swain M, Kieser JA. Mandibular biomechanics and development of the human chin. J Dent Res. 2006;85:638-42.

180. van Essen NL, Anderson IA, Hunter PJ, Carman J, Clarke RD, Pullan AJ. Anatomically based modelling of the human skull and jaw. Cells Tissues Organs. 2005;180:44-53.

181. Baragar FA, Osborn JW. A model relating patterns of human jaw movement to biomechanical constraints. J Biomech. 1984;17:757-67.

182. Obrez A, Gallo LM. Anatomy and Function of the TMJ. In: Laskin DM, Greene CS, Hylander WL. TMDs: An Evidence-Based Approach to Diagnosis and Treatment. Hanover park: Quintessence Publishing Co, 2006.

183. Mantout B, Giraudeau A, Perez C, Re JP, Orthlieb JD. Technival validation of a computerized condylographic system. J Stomat Occ Med. 2008;1:45-50.

184. Mauderli AP, Lundeen HC. Simplified condylar movement recorders for analyzing TMJ derangements. Cranio. 1986;4:207-12.

185. Soboleva U, Laurina L, Slaidina A. Jaw tracking devices--historical review of methods development. Part I. Stomatologija. 2005;7:67-71.

186. Luce CE. The movements of the lower jaw. Boston Med Surg J. 1889;121:8-11.

187. Walker WE. Movements of the mandibular condyles and dental articulation. Dent Cosmos. 1896;38:573-83.

188. Hesse F. Zur Mechanik der Kaubewegungen des Menschlichen Kiefers. Deutsch Monatsschr Zahn. 1897;15:517-23.

189. McCollum BB, Stuart CE, editors. A Research Report, 1st ed. South Pasadena: Scientific Press, 1955.

190. Starcke EN. The history of articulators: from facebows to the gnathograph, a brief history of early devices developed for recording condylar movement: part II. J Prosthodont. 2002;11:53-62.

191. Messerman T, Reswick JB, Gibbs C. Investigation of functional mandibular movements. Dent Clin North Am. 1969;13:629-42.

192. Gibbs CH, Messerman T, Reswick JB, Derda HJ. Functional movements of the mandible. J Prosthet Dent. 1971;26:604-20.

193. Lewin A, Nickel B. A method of recording the movement of a point on the jaws. J Dent Assoc S Afr. 1974;29:395-7.

194. Maruyama T, Higashi K, Mizumori T, Miyauchi S, Kuroda T. Clinical studies on consistency of chewing movement. Chewing path for the same food. J Osaka Univ Dent Sch. 1985;25:49-61.

195. Maruyama T, Kuwabara T, Mizumori T, Miyauchi S, Kuroda T. The effect of TMJ abnormalities on chewing movements. J Osaka Univ Dent Sch. 1985;25:63-77.

196. Airoldi RL, Gallo LM, Palla S. Precision of the jaw tracking system JAWS-3D. J Orofac Pain. 1994;8:155-64.

197. Koyano K, Ogawa T, Suetsugu T. The influence of canine guidance and condylar guidance on mandibular lateral movement. J Oral Rehabil. 1997;24:802-7.

198. Hirai S, Ogawa T, Shigeta Y, Ando E, Hirabayashi R, Ikawa T, et al. Characteristics of mandibular movements in patients with square mandible. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2009;108:e75-81.

199. Baqaien MA, Al-Salti FM, Muessig D. Changes in condylar path inclination during maximum protrusion between the ages of 6 and 12 years. J Oral Rehabil. 2007;34:27-33.

200. Baqaien MA, Barra J, Muessig D. Computerized axiographic evaluation of the changes in sagittal condylar path inclination with dental and physical development. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2009;135:88-94.

201. Uchida T, Sakai J, Okamoto Y, Watanabe T, Kitagawa T, Aida M, et al. [Studies evaluating measurement accuracy of CMS-JAW, a jaw motion tracking device with six degrees of freedom using an ultrasonic recording system]. Nihon Hotetsu Shika Gakkai Zasshi. 2008;52:350-9.

202. Lauren M, McIntyre F. 4D Clinical Imaging for Dynamic CAD. Int J Dent. 2013; 2013:690265.

203. Kataoka T, Kawanabe N, Shiraga N, Hashimoto T, Deguchi T, Miyawaki S, et al. The influence of craniofacial morphology on mandibular border movements. Cranio. 2013;31:14-22.

204. Hashii K, Tomida M, Yamashita S. Influence of changing the chewing region on mandibular movement. Aust Dent J. 2009;54:38-44.

205. Ogawa T, Shigeta Y, Ando E, Hirai S, Suma M, Hirabayashi R, et al. [Application of a jaw motion tracking device that measures six degrees of freedom using optoelectronic]. Nihon Hotetsu Shika Gakkai Zasshi. 2006;50:210-8.

206. Maeda Y, Okada M, Mori T, Enomoto K, Sogo M, Okuno Y. Development of a mandibular tracking device with six degrees of freedom using optoelectronic system. J Osaka Univ Dent Sch. 1992;32:45-50.

207. O'Shea C, Quick A, Johnson G, Carman A, Herbison P. The effect of a Clark twin block on mandibular motion: a case report. Aust Orthod J. 2010;26:189-94.

208. Yatabe M, Zwijnenburg A, Megens CC, Naeije M. Movements of the mandibular condyle kinematic center during jaw opening and closing. J Dent Res. 1997;76:714-9.

209. Missaka R, Adachi LK, Tamaki R, Shinkai RS, Campos TN, Horikawa O. Development of an experimental optoelectronic device to study the amplitude of mandibular movements. Braz Oral Res. 2008;22:151-7.

210. Han BJ, Kang H, Liu LK, Yi XZ, Li XQ. Comparisons of condylar movements with the functional occlusal clutch and tray clutch recording methods in CADIAX system. Int J Oral Sci. 2010;2:208-14.

211. Fischer-Brandies H, Kluge G, Burckhardt R, Heel R. [The effect of the interocclusal space on temporomandibular recordings. A study with the use of the Stereognathograph PC]. Dtsch Zahn Mund Kieferheilkd Zentralbl. 1992;80:153-7.

212. Piehslinger E, Celar AG, Celar RM, Slavicek R. Computerized axiography: principles and methods. Cranio. 1991;9:344-55.

213. Hernandez AI, Jasinevicius TR, Kaleinikova Z, Sadan A. Symmetry of horizontal and sagittal condylar path angles: an in vivo study. Cranio. 2010;28:60-6.

214. Jankelson B. Measurement accuracy of the mandibular kinesiograph--a computerized study. J Prosthet Dent. 1980;44:656-66.

215. Proschel P, Morneburg T, Hugger A, Kordass B, Ottl P, Niedermeier W, et al. Articulator-related registration--a simple concept for minimizing eccentric occlusal errors in the articulator. Int J Prosthodont. 2002;15:289-94.

216. KaVo. Operating Instruction ARCUSdigma II USB, SD, wireless. KaVo, 2008.

217. Kubein-Meesenburg D, Fanghanel J, Ihlow D, Lotzmann U, Hahn W, Thieme KM, et al. Functional state of the mandible and rolling-gliding characteristics in the TMJ. Ann Anat. 2007;189:393-6.

218. Widman DJ. Functional and morphologic considerations of the articular eminence. Angle Orthod. 1988;58:221-36.

219. Isberg A, Westesson PL. Steepness of articular eminence and movement of the condyle and disk in asymptomatic temporomandibular joints. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1998;86:152-7.

220. Corbett NE, DeVincenzo JP, Huffer RA, Shryock EF. The relation of the condylar path to the articular eminence in mandibular protrusion. Angle Orthod. 1971;41:286-92.

221. Ingervall B. Range of sagittal movement of the mandibular condyles and inclination of the condyle path in children and adults. Acta Odontol Scand. 1972;30:67-87.

222. Sakar O, Calisir F, Oztas E, Marsan G. Evaluation of the effects of temporomandibular joint disk displacement and its progression on dentocraniofacial morphology in symptomatic patients using lateral cephalometric analysis. Cranio. 2011;29:211-8.

223. Zabarovic D, Jerolimov V, Carek V, Vojvodic D, Zabarovic K, Bukovic D, Jr. The effect of tooth loss on the TM-joint articular eminence inclination. Coll Antropol. 2000;24:37-42.
224. Jasinevicius TR, Pyle MA, Lalumandier JA, Nelson S, Kohrs KJ, Turp JC, et al. Asymmetry of the articular eminence in dentate and partially edentulous populations. Cranio. 2006;24:85-94.
225. Katsavrias EG. Changes in articular eminence inclination during the craniofacial growth period. Angle Orthod. 2002;72:258-64.
226. Zimmer B, Jager A, Kubein-Meesenburg D. Comparison of 'normal' TMJ-function in Class I, II, and III individuals. Eur J Orthod. 1991;13:27-34.
227. Kohno S, Nakano M. The measurement and development of anterior guidance. J Prosthet Dent. 1987;57:620-5.
228. Zamacona JM, Otaduy E, Aranda E. Study of the sagittal condylar path in edentulous patients. J Prosthet Dent. 1992;68:314-7.
229. Krzemien J, Baron S. Axiographic and clinical assessment of temporomandibular joint function in patients with partial edentulism. Acta Bioeng Biomech. 2013;15:19-26.
230. Ćatić A, Naeije M. Location of the hinge axis and the kinematic centre in asymptomatic and clicking temporomandibular joints. J Oral Rehabil. 1999;26:661-5.
231. Morneburg T, Proschel PA. Differences between traces of adjacent condylar points and their impact on clinical evaluation of condyle motion. Int J Prosthodont. 1998;11:317-24.
232. Satoh K, Yamasaki Y, Hayasaki H, Nishi M, Nakata M. Incisal paths during habitual mouth opening and closing movements of children with anterior reverse bite in the early mixed dentition. Cranio. 2004;22:289-96.
233. Reicheneder C, Proff P, Baumert U, Gedrange T. Comparison of maximum mouth-opening capacity and condylar path length in adults and children during the growth period. Ann Anat. 2008;190:344-50.
234. Yatabe M, Zwijnenburg A, Megens CC, Naeije M. The kinematic center: a reference for condylar movements. J Dent Res. 1995;74:1644-8.
235. Naeije M. Measurement of condylar motion: a plea for the use of the condylar kinematic centre. J Oral Rehabil. 2003;30:225-30.
236. Naeije M, Huddleston Slater JJ, Lobbezoo F. Variation in movement traces of the kinematic center of the temporomandibular joint. J Orofac Pain. 1999;13:121-7.
237. Kim K, Kim HS, Kim YK, Chung SC. A study on the rotational torque movement of mandible in patients with TMJ closed lock. Cranio. 1999;17:189-95.

238. Preiskel HW. Ultrasonic measurements of movements of the working condyle. J Prosthet Dent. 1972;27:607-15.
239. Wang D, Fu H, Zeng R, Yang X. Changes of mandibular movement tracings after the correction of mandibular protrusion by bilateral sagittal split ramus osteotomy. J Oral Maxillofac Surg. 2009;67:2238-44.
240. Pröschel P, Feng H, Ohkawa S, Ott R, Hofmann M. [Untersuchung zur Interpretation des Bewegungsverhaltens kondylarer Punkte na eng Investigation to interpret the motion behavior condylar points]. Dtsch Zahnarztl Z. 1993;48:14.
241. Zwijnenburg A, Megens CC, Naeije M. Influence of choice of reference point on the condylar movement paths during mandibular movements. J Oral Rehabil. 1996;23:832-7.
242. Tokiwa H, Nakazawa F, Ozaki M, Nakamura Y. Anatomical location of various condylar points for jaw movement analysis in Japanese women. J Oral Rehabil. 2010;37:235-41.
243. Seifert D, Carek V, Jerolimov V, Ibrahimagic L. Relations of Reference Planes for Orientation of the Prosthetic Plane. Acta Stomatologica Croatica. 2000;34:413-6.
244. Sreelal T, Janardanan K, Nair AS. Age changes in horizontal condylar angle: a clinical and cephalometric study. J Indian Prosthodont Soc. 2013;13:108-12.
245. DiPietro GJ, Moergeli JR. Significance of the Frankfort-mandibular plane angle to prosthodontics. J Prosthet Dent. 1976;36:624-35.
246. Augsburger R. Occlusal plane relation to facial type. J Prosthet Dent. 1953;3:755-70.
247. Kumar S, Garg S, Gupta S. A determination of occlusal plane comparing different levels of the tragus to form ala-tragal line or Camper's line: A photographic study. J Adv Prosthodont. 2013;5:9-15.
248. Curtis DA. A comparison of protrusive interocclusal records to pantographic tracings. J Prosthet Dent. 1989;62:154-6.
249. Mongini F. Relationship between the temporomandibular joint and pantographic tracings of mandibular movements. J Prosthet Dent. 1980;43:331-7.
250. Hobo S. Formula for adjusting the horizontal condylar path of the semiadjustable articulator with interocclusal records. Part I: Correlation between the immediate side shift, the progressive side shift, and the Bennett angle. J Prosthet Dent. 1986;55:422-6.
251. Olsson A, Posselt U. Relationship of various skull reference lines. J Prosthet Dent. 1961;11:1045-9.
252. Ow RK, Djeng SK, Ho CK. The relationship of upper facial proportions and the plane of occlusion to anatomic reference planes. J Prosthet Dent. 1989;61:727-33.

253. Downs WB. Variations in facial relationships; their significance in treatment and prognosis. Am J Orthod. 1948;34:812-40.
254. Venugopalan SK, SatishBabu CL, Rani MS. Determination of the relative parallelism of occlusal plane to three ala-tragal lines in various skeletal malocclusions: a cephalometric study. Indian J Dent Res. 2012;23:719-25.
255. Reicheneder C, Gedrange T, Baumert U, Faltermeier A, Proff P. Variations in the inclination of the condylar path in children and adults. Angle Orthod. 2009;79:958-63.
256. Koyoumdjisky E. The correlation of the inclined planes of the articular surface of the glenoid fossa with the cuspal and palatal slopes of the teeth. J Dent Res. 1956;35:890-901.
257. Zoghby AE, Re JP, Perez C. Functional harmony between the sagittal condylar path inclination and the anterior guidance inclination. J Stomat Occ Med. 2009;2:131-6.
258. Bauer W, van den Hoven F, Diedrich P. Wear in the upper and lower incisors in relation to incisal and condylar guidance. J Orofac Orthop. 1997;58:306-19.
259. Jasinevicius TR, Pyle MA, Nelson S, Lalumandier JA, Kohrs KJ, Sawyer DR. Relationship of degenerative changes of the temporomandibular joint (TMJ) with the angle of eminentia. J Oral Rehabil. 2006;33:638-45.
260. Sulun T, Cemgil T, Duc JM, Rammelsberg P, Jager L, Gernet W. Morphology of the mandibular fossa and inclination of the articular eminence in patients with internal derangement and in symptom-free volunteers. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2001;92:98-107.
261. Hobo S, Shillingburg HT, Jr., Whitsett LD. Articulator selection for restorative dentistry. J Prosthet Dent. 1976;36:35-43.
262. Price RB, Kolling JN, Clayton JA. Effects of changes in articulator settings on generated occlusal tracings. Part I: Condylar inclination and progressive side shift settings. J Prosthet Dent. 1991;65:237-43.
263. Weinberg LA. An evaluation of basic articulators and their concepts: Part II. Arbitrary, positional, semi adjustable articulators. J Prosthet Dent. 1963;13:645-63.
264. Pelletier LB, Campbell SD. Comparison of condylar control settings using three methods: a bench study. J Prosthet Dent. 1991;66:193-200.
265. Baccetti T, Antonini A, Franchi L, Tonti M, Tollaro I. Glenoid fossa position in different facial types: a cephalometric study. Br J Orthod. 1997;24:55-9.
266. Katsavrias EG. The effect of mandibular protrusive (activator) appliances on articular eminence morphology. Angle Orthod. 2003;73:647-53.

267. Pandis N, Karpac J, Trevino R, Williams B. A radiographic study of condyle position at various depths of cut in dry skulls with axially corrected lateral tomograms. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1991;100:116-22.

268. Gokalp H, Turkkahraman H, Bzeizi N. Correlation between eminence steepness and condyle disc movements in temporomandibular joints with internal derangements on magnetic resonance imaging. Eur J Orthod. 2001;23:579-84.

269. Kurita H, Ohtsuka A, Kobayashi H, Kurashina K. Flattening of the articular eminence correlates with progressive internal derangement of the temporomandibular joint. Dentomaxillofac Radiol. 2000;29:277-9.

270. Kurita H, Ohtsuka A, Kobayashi H, Kurashina K. Is the morphology of the articular eminence of the temporomandibular joint a predisposing factor for disc displacement? Dentomaxillofac Radiol. 2000;29:159-62.

271. Yamada K, Tsuruta A, Hanada K, Hayashi T. Morphology of the articular eminence in temporomandibular joints and condylar bone change. J Oral Rehabil. 2004;31:438-44.

272. Estomaguio GA, Yamada K, Ochi K, Hayashi T, Hanada K. Craniofacial morphology and inclination of the posterior slope of the articular eminence in female patients with and without condylar bone change. Cranio. 2005;23:257-63.

273. Kikuchi K, Takeuchi S, Tanaka E, Shibaguchi T, Tanne K. Association between condylar position, joint morphology and craniofacial morphology in orthodontic patients without temporomandibular joint disorders. J Oral Rehabil. 2003;30:1070-5.

274. Sumbullu MA, Caglayan F, Akgul HM, Yilmaz AB. Radiological examination of the articular eminence morphology using cone beam CT. Dentomaxillofac Radiol. 2012;41:234-40.

275. Ilguy D, Ilguy M, Fisekcioglu E, Dolekoglu S, Ersan N. Articular eminence inclination, height, and condyle morphology on cone beam computed tomography. ScientificWorldJournal. 2014;2014:761714.

276. Gilboa I, Cardash HS, Kaffe I, Gross MD. Condylar guidance: correlation between articular morphology and panoramic radiographic images in dry human skulls. J Prosthet Dent. 2008;99:477-82.

277. Ikai A, Sugisaki M, Young-Sung K, Tanabe H. Morphologic study of the mandibular fossa and the eminence of the temporomandibular joint in relation to the facial structures. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1997;112:634-8.

278. Donaldson K, Clayton JA. Comparison of mandibular movements recorded by two pantographs. J Prosthet Dent. 1986;55:52-8.

279. Payne JA. Condylar determinants in a patient population: electronic pantograph assessment. J Oral Rehabil. 1997;24:157-63.
280. Heiser W, Stainer M, Reichegger H, Niederwanger A, Kulmer S. Axiographic findings in patients undergoing orthodontic treatment with and without premolar extractions. Eur J Orthod. 2004;26:427-33.
281. Reicheneder C, Kardari Z, Proff P, Fanghaenel J, Faltermeier A, Romer P. Correlation of condylar kinematics in children with gender, facial type and weight. Ann Anat. 2013;195:243-7.
282. Wagner A, Seemann R, Schicho K, Ewers R, Piehslinger E. A comparative analysis of optical and conventional axiography for the analysis of temporomandibular joint movements. J Prosthet Dent. 2003;90:503-9.
283. Dodic S, Sinobad V, Vukadinovic M. [Analysis of sagittal condyle inclination in subjects with temporomandibular disorders]. Vojnosanit Pregl. 2010;67:391-6.
284. Manfredini D, Favero L, Federzoni E, Cocilovo F, Guarda-Nardini L. Kinesiographic recordings of jaw movements are not accurate to detect magnetic resonance-diagnosed temporomandibular joint (TMJ) effusion and disk displacement: findings from a validation study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2012;114:457-63.
285. Hangai K, Aridome K, Wang CH, Igarashi Y. Clinical evaluation of semi-adjustable articulators: reproducibility of sagittal condylar path inclination assessed by a jaw-tracking system with six degrees of freedom. Nihon Hotetsu Shika Gakkai Zasshi. 2008;52:360-5.
286. dos Santos Jr. J, Nelson S, Nowlin T. Comparison of condylar guidance setting obtained from a wax record versus an extraoral tracing: a pilot study. J Prosthet Dent. 2003;89:54-9.
287. Caro AJ, Peraire M, Martinez-Gomis J, Anglada JM, Samso J. Reproducibility of lateral excursive tooth contact in a semi-adjustable articulator depending on the type of lateral guidance. J Oral Rehabil. 2005;32:174-9.
288. Christensen LV, Slabbert JC. The concept of the sagittal condylar guidance: biological fact or fallacy? J Oral Rehabil. 1978;5:1-7.
289. Shreshta P, Jain V, Bhalla A, Pruthi G. A comparative study to measure the condylar guidance by the radiographic and clinical methods. J Adv Prosthodont. 2012;4:153-7.
290. Tannamala PK, Pulagam M, Pottem SR, Swapna B. Condylar guidance: correlation between protrusive interocclusal record and panoramic radiographic image: a pilot study. J Prosthodont. 2012;21:181-4.
291. Hinton RJ. Changes in articular eminence morphology with dental function. Am J Phys Anthropol. 1981;54:439-55.

292. Posselt U, Franzen G. Registration of the condyle path inclination by intraoral wax records: Variations in three instruments. J Prosthet Dent. 1960;10:441-54.
293. Craddock FW. The accuracy and practical value of records of condyle path inclination. J Am Dent Assoc. 1949;38:697-710.
294. Gross M, Nemcovsky C, Tabibian Y, Gazit E. The effect of three different recording materials on the reproducibility of condylar guidance registrations in three semi-adjustable articulators. J Oral Rehabil. 1998;25:204-8.
295. Gross M, Nemcovsky C, Friedlander LD. Comparative study of condylar settings of three semiadjustable articulators. Int J Prosthodont. 1990;3:135-41.
296. Čimić S, Šimunkovic Kraljević S, Badel T, Dulčić N, Alajbeg I, Ćatić A. Measurements of the sagittal condylar inclination: intraindividual variations. Cranio. 2014;32:104-9.
297. Ichikawa W, Laskin DM. Anatomic study of the angulation of the lateral and midpoint inclined planes of the articular eminence. Cranio. 1989;7:22-6.
298. Pelletier LB, Campbell SD. Evaluation of the relationship between anterior and posterior functionally disclusive angles. Part I: Literature review, instrumentation, and reproducibility. J Prosthet Dent. 1990;63:395-403.
299. Ogawa T, Koyano K, Suetsugu T. The influence of anterior guidance and condylar guidance on mandibular protrusive movement. J Oral Rehabil. 1997;24:303-9.
300. Ratzmann A, Mundt T, Schwahn C, Langforth G, Hutzen D, Gedrange T, et al. Comparative clinical investigation of horizontal condylar inclination using the JMA electronic recording system and a protrusive wax record for setting articulators. Int J Comput Dent. 2007;10:265-84.
301. Ecker GA, Goodacre CJ, Dykema RW. A comparison of condylar control settings obtained from wax interocclusal records and simplified mandibular motion analyzers. J Prosthet Dent. 1984;51:404-6.
302. Mongini F. Remodelling of the mandibular condyle in the adult and its relationship to the condition of the dental arches. Acta Anat (Basel). 1972;82:437-53.
303. Mongini F. Dental abrasion as a factor in remodeling of the mandibular condyle. Acta Anat (Basel). 1975;92:292-300.
304. Katsavrias EG, Halazonetis DJ. Condyle and fossa shape in Class II and Class III skeletal patterns: a morphometric tomographic study. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2005;128:337-46.

305. Arieta-Miranda JM, Silva-Valencia M, Flores-Mir C, Paredes-Sampen NA, Arriola-Guillen LE. Spatial analysis of condyle position according to sagittal skeletal relationship, assessed by cone beam computed tomography. Prog Orthod. 2013;14:36.

306. Wedel A, Carlsson GE, Sagne S. Temporomandibular joint morphology in a medieval skull material. Swed Dent J. 1978;2:177-87.

307. Burley MA. An exemination of the relation between the radiographic appearence of the temporomandibular joint and some features of occlusion. Br Dent J. 1961;110:195-200.

308. Dorier M, Cimasoni G. [Variations in the Mandibular Angle and Mandibular Condyle Angle Due to Dental Abrasion and Tooth Loss]. SSO Schweiz Monatsschr Zahnheilkd. 1965;75:201-7.

309. Matsumoto MA, Bolognese AM. Bone morphology of the temporomandibular joint and its relation to dental occlusion. Braz Dent J. 1995;6:115-22.

310. Kasimoglu Y, Tuna EB, Rahimi B, Marsan G, Gencay K. Condylar asymmetry in different occlusion types. Cranio. 2014; [Epub ahead of print].

311. Rodrigues AF, Fraga MR, Vitral RW. Computed tomography evaluation of the temporomandibular joint in Class I malocclusion patients: condylar symmetry and condyle-fossa relationship. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2009;136:192-8.

312. Ricketts RM. Laminagraphy in the diagnosis of temporomandibular joint disorders. J Am Dent Assoc. 1953;46:620-48.

313. Seren E, Akan H, Toller MO, Akyar S. An evaluation of the condylar position of the temporomandibular joint by computerized tomography in Class III malocclusions: a preliminary study. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1994;105:483-8.

314. Minich CM, Araujo EA, Behrents RG, Buschang PH, Tanaka OM, Kim KB. Evaluation of skeletal and dental asymmetries in Angle Class II subdivision malocclusions with cone-beam computed tomography. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2013;144:57-66.

315. Caprioglio A, Bolamperti L. Condylar morphology in growing patients related to vertical dimension. Minerva Stomatol. 2012;61:367-80.

316. Canning T, O'Connell BC, Houston F, O'Sullivan M. The effect of skeletal pattern on determining articulator settings for prosthodontic rehabilitation: an in vivo study. Int J Prosthodont. 2011;24:16-25.

317. Zimmer B, Schwestka R, Kubein-Meesenburg D. [Differences of clinical and axiographic function parameters in patients with skeletal Class II and Class III anomalies]. Dtsch Zahnarztl Z. 1989;44:S72-5.

318. Koeck VB, Severin B. [The limited movements of the mandible in overbite]. Dtsch Zahnarztl Z. 1976;31:714-6.
319. Anders C, Harzer W, Eckardt L. Axiographic evaluation of mandibular mobility in children with angle Class-II/2 malocclusion (deep overbite). J Orofac Orthop. 2000;61:45-53.
320. Motoyoshi M, Inoue K, Kiuchi K, Ohya M, Nakajima A, Aramoto T, et al. Relationships of condylar path angle with malocclusion and temporomandibular joint disturbances. J Nihon Univ Sch Dent. 1993;35:43-8.
321. Dos Santos PF. Correlation between sagittal dental classes and sagittal condylar inclination. J Stomat Occ Med. 2013;6:96-100.
322. Goldenberg BS, Hart JK, Sakumura JS. The loss of occlusion and its effect on mandibular immediate side shift. J Prosthet Dent. 1990;63:163-6.
323. Chandrasekharan NK. Review of Complete Dentures Lovely M. New Delhi: Jaypee Brothers Medical, 2005.
324. Lundeen TF, Mendoza F. Comparison of Bennett shift measured at the hinge axis and an arbitrary hinge axis position. J Prosthet Dent. 1984;51:407-10.
325. Bennett NG. A Contribution to the Study of the Movements of the Mandible. Proc R Soc Med. 1908;1(Odontol Sect):79-98.
326. Nomenclature Committee of the Academy of Denture Prosthetics. Glossary of Prostodontic Terms, 5 ed. St Louis: CV Mosby Co, 1987.
327. Lundeen HC, Shryock EF, Gibbs CH. An evaluation of mandibular border movements: their character and significance. J Prosthet Dent. 1978;40:442-52.
328. Aull AE. Condylar determinants of occlusal patterns. J Prosthet Dent. 1965;15:826-49.
329. Lundeen TF, Mendoza F. Comparison of two methods for measurement of immediate Bennett shift. J Prosthet Dent. 1984;51:243-6.
330. Hart JK, Sakumura JS. Mandibular lateral side-shift and the need for gnathologic instrumentation. J Prosthet Dent. 1985;54:415-20.
331. Bellanti ND, Martin KR. The significance of articulator capability. Part II: The prevalence of immediate side shift. J Prosthet Dent. 1979;42:255-6.
332. Hobo S, Mochizuki S. Study of mandibular movement by means of an electronic measuring system, Part 1. J Jpn Prosthod Soc. 1982;26:619-34.
333. Hobo S, Mochizuki S. Study of mandibular movement by means of an electronic measuring system, Part II. J Jpn Prosthod Soc. 1982;26:635-53.
334. Beard CC, Donaldson K, Clayton JA. A comparison of articulator settings to age and sex. J Prosthet Dent. 1986;56:551-4.

335. Curtis DA. A comparison of lateral interocclusal records to pantographic tracings. J Prosthet Dent. 1989;62:23-7.
336. Koak JY, Kim KN, Heo SJ. A study on the mandibular movement of anterior openbite patients. J Oral Rehabil. 2000;27:817-22.
337. Halužan K. Procjena okluzijskih odrednica u ispitanika s progenijom primjenom sustava za bilježenje kretnji donje čeljusti. Zagreb: Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; 2012.
338. Levinson E. The nature of the side-shift in lateral mandibular movement and its implications in clinical practice. J Prosthet Dent. 1984;52:91-8.
339. Lundeen HC, Wirth CG. Condylar movement patterns engraved in plastic blocks. J Prosthet Dent. 1973;30:866-75.
340. Lee RL. Anterior Guidance. In: Lundeen HC, Gibbs CH. Advances in Occlusion. Boston: J. Wright-PSG, 1982.
341. Tupac RG. Clinical importance of voluntary and induced Bennett movement. J Prosthet Dent. 1978;40:39-43.
342. Fanucci E, Spera E, Ottria L, Barlattani A, Jr., Fusco N, Mylonakou I, et al. Bennett movement of mandible: a comparison between traditional methods and a 64-slices CT scanner. Oral Implantol (Rome). 2008;1:15-20.
343. Isaacson D. A clinical study of the Bennett movement. J Prosthet Dent. 1958;8:641-9.
344. Fischer R. Die Artikulationslehre. In: von Haupl K, Meyer W, Schudhardt K. Zahn-Mund und Kieferheilkunde, IV ed. Muenchen und Berlin: Urban und Schwarzenberg, 1959.
345. Boulos PJ, Adib SM, Naltchayan LJ. The Bennett angle. Clinical comparison of different recording methods. N Y State Dent J. 2008;74:34-8.
346. Price RB, Bannerman RA. A comparison of articulator settings obtained by using an electronic pantograph and lateral interocclusal recordings. J Prosthet Dent. 1988;60:159-64.
347. Gysi A. Artikulation. In: von Bruhn C, Kantorowic A, Partsch Bergmann C. Handbuch der Zahnheilkunde, 3 ed. Muenchen, 1930.
348. Theusner J, Plesh O, Curtis DA, Hutton JE. Axiographic tracings of temporomandibular joint movements. J Prosthet Dent. 1993;69:209-15.
349. Nishigawa K, Nakano M, Bando E, Clark GT. The relationship between lateral border movements of the mandible and the determinants of occlusion. J Prosthet Dent. 1991;66:486-92.
350. Deutsche Gesellschaft für Implantologie [Internet]. Incisal guidance. Available from: http://www.dginet.de/web/dgi/gomi//wiki/English/Incisal+guidance/pop_up;jsessionid=E95645B0F8A29E08B17AADDAED32A54A?_36_viewMode=print.

351. Schwartz H. Occlusal variations for reconstructing the natural dentition. J Prosthet Dent. 1986;55:101-5.

352. Proffit WR, Fields HWJ. Contemporary Orthodontics, 3rd ed. St. Louis: Mosby, 1999.

353. Weiner S. Biomechanics of occlusion and the articulator. Dent Clin North Am. 1995;39:257-84.

354. Ferrario VF, Sforza C, Miani A, Serrao G. Kinesiographic three-dimensional evaluation of mandibular border movements: a statistical study in a normal young nonpatient group. J Prosthet Dent. 1992;68:672-6.

355. Gracis S. Clinical considerations and rationale for the use of simplified instrumentation in occlusal rehabilitation. Part 2: setting of the articulator and occlusal optimization. Int J Periodontics Restorative Dent. 2003;23:139-45.

356. Pelletier LB, Campbell SD. Evaluation of the relationship between anterior and posterior functionally disclusive angles. Part II: Study of a population. J Prosthet Dent. 1990;63:536-40.

357. McHorris WH. Occlusion with particular emphasis on the functional and parafunctional role of anterior teeth. Part 2. J Clin Orthod. 1979;13:684-701.

358. Hobo S. Twin-tables technique for occlusal rehabilitation: Part II--Clinical procedures. J Prosthet Dent. 1991;66:471-7.

359. Hobo S. Twin-tables technique for occlusal rehabilitation: Part I--Mechanism of anterior guidance. J Prosthet Dent. 1991;66:299-303.

360. Broderson SP. Anterior guidance--the key to successful occlusal treatment. J Prosthet Dent. 1978;39:396-400.

361. Ricketts RM. Variations of the temporomandibular joint as revealed by cephalometric laminagraphy. Am J Orthod. 1950;36:877-98.

362. Kang JH, Chung SC, Fricton JR. Normal movements of mandible at the mandibular incisor. J Prosthet Dent. 1991;66:687-92.

363. Kois JC, Kois DE, Chaiyabutr Y. Occlusal errors generated at the maxillary incisal edge position related to discrepancies in the arbitrary horizontal axis location and to the thickness of the interocclusal record. J Prosthet Dent. 2013;110:414-9.

364. Ramasamy M, Karthigeyan S, Giri TC, Rajendran V, Shetty A, Deivanai M. Evaluation of the inclination of maxillary occlusal plane on mounted casts using a fixed value and customized nasion indicator in artex articulator: Facebow system - An in-vivo comparative study. J Pharm Bioallied Sci. 2013;5:S54-9.

365. Lauritzen AG, Bodner GH. Variations in location of arbitrary and true hinge axis points. J Prosthet Dent. 1961;11:224-9.

366. Beck HO. A clinical evaluation of the arcon concept of articulation. J Prosthet Dent. 1959;9:409-21.

367. Teteruck WR, Lundeen HC. The accuracy of an ear face-bow. J Prosthet Dent. 1966;16:1039-46.

368. Weinberg LA. An evaluation of the face-bow mounting. J Prosthet Dent. 1961;11:32-42.

369. Schallhorn RG. A study of the arbitrary center and the kinematic center of rotation for face-bow mountings. J Prosthet Dent. 1957;7:162-9.

370. Lauritzen AG, Wolford LW. Hinge axis location on an experimental basis. J Prosthet Dent. 1961;11:1059-67.

371. Bowley JF, Morgano SM. Occlusal plane discrepancies generated by transverse horizontal axis deviations. J Prosthet Dent. 2001;86:67-73.

372. Schulte JK, Rooney DJ, Erdman AG. The hinge axis transfer procedure: a three-dimensional error analysis. J Prosthet Dent. 1984;51:247-51.

373. Farias-Neto A, Dias AH, de Miranda BF, de Oliveira AR. Face-bow transfer in prosthodontics: a systematic review of the literature. J Oral Rehabil. 2013;40:686-92.

374. Carlsson GE. Critical review of some dogmas in prosthodontics. J Prosthodont Res. 2009;53:3-10.

375. Shodadai SP, Turp JC, Gerds T, Strub JR. Is there a benefit of using an arbitrary facebow for the fabrication of a stabilization appliance? Int J Prosthodont. 2001;14:517-22.

376. Adams JC, Hamblen DL. Outline for Orthopaedics, 13th ed. London: Churchill Livingstone, 2001.

377. Wilkes CH. Internal derangements of the temporomandibular joint. Pathological variations. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 1989;115:469-77.

378. Katzberg RW, Dolwick MF, Helms CA, Hopens T, Bales DJ, Coggs GC. Arthrotomography of the temporomandibular joint. AJR Am J Roentgenol. 1980;134:995-1003.

379. Westesson PL, Bronstein SL, Liedberg J. Internal derangement of the temporomandibular joint: morphologic description with correlation to joint function. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1985;59:323-31.

380. Kurita K, Westesson PL, Tasaki M, Liedberg J. Temporomandibular joint: diagnosis of medial and lateral disk displacement with anteroposterior arthrography. Correlation with cryosections. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1992;73:364-8.

381. Westesson PL, Larheim TA, Tanaka H. Posterior disc displacement in the temporomandibular joint. J Oral Maxillofac Surg. 1998;56:1266-73.
382. Katzberg RW, Westesson PL, Tallents RH, Anderson R, Kurita K, Manzione JV, Jr., et al. Temporomandibular joint: MR assessment of rotational and sideways disk displacements. Radiology. 1988;169:741-8.
383. Liedberg J, Westesson PL. Sideways position of the temporomandibular joint disk: coronal cryosectioning of fresh autopsy specimens. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1988;66:644-9.
384. Liedberg J, Westesson PL, Kurita K. Sideways and rotational displacement of the temporomandibular joint disk: diagnosis by arthrography and correlation to cryosectional morphology. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1990;69:757-63.
385. Isberg-Holm AM, Westesson PL. Movement of disc and condyle in temporomandibular joints with clicking. An arthrographic and cineradiographic study on autopsy specimens. Acta Odontol Scand. 1982;40:151-64.
386. Isberg-Holm AM, Westesson PL. Movement of disc and condyle in temporomandibular joints with and without clicking. A high-speed cinematographic and dissection study on autopsy specimens. Acta Odontol Scand. 1982;40:165-77.
387. Johansson AS, Isberg A. The anterosuperior insertion of the temporomandibular joint capsule and condylar mobility in joints with and without internal derangement: a double-contrast arthrotomographic investigation. J Oral Maxillofac Surg. 1991;49:1142-8.
388. Griffin CJ. The prevalence of the lateral subcondylar tubercle of the mandible in fossil and recent man with particular reference to Anglo-Saxons. Arch Oral Biol. 1977;22:633-9.
389. Pereira FJ, Jr., Lundh H, Westesson PL, Carlsson LE. Clinical findings related to morphologic changes in TMJ autopsy specimens. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1994;78:288-95.
390. Pereira FJ, Jr., Lundh H, Westesson PL. Morphologic changes in the temporomandibular joint in different age groups. An autopsy investigation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1994;78:279-87.
391. Luder HU, Bobst P, Schroeder HE. Histometric study of synovial cavity dimensions of human temporomandibular joints with normal and anterior disc position. J Orofac Pain. 1993;7:263-74.
392. Lundh H, Westesson PL, Kopp S. A three-year follow-up of patients with reciprocal temporomandibular joint clicking. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1987;63:530-3.

393. Tasaki MM, Westesson PL. Temporomandibular joint: diagnostic accuracy with sagittal and coronal MR imaging. Radiology. 1993;186:723-9.

394. Boeddinghaus R, Whyte A. Current concepts in maxillofacial imaging. Eur J Radiol. 2008;66:396-418.

395. Farina D, Bodin C, Gandolfi S, De Gasperi W, Borghesi A, Maroldi R. TMJ disorders and pain: assessment by contrast-enhanced MRI. Eur J Radiol. 2009;70:25-30.

396. Tallents RH, Katzberg RW, Murphy W, Proskin H. Magnetic resonance imaging findings in asymptomatic volunteers and symptomatic patients with temporomandibular disorders. J Prosthet Dent. 1996;75:529-33.

397. Katzberg RW, Westesson PL, Tallents RH, Drake CM. Anatomic disorders of the temporomandibular joint disc in asymptomatic subjects. J Oral Maxillofac Surg. 1996;54:147-53.

398. Liu Y, Gan Y, Ma X. [Magnetic resonance imaging of the TMJ disc in asymptomatic volunteers]. Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi. 1996;31:281-4.

399. Hall MB, Gibbs CC, Sclar AG. Association between the prominence of the articular eminence and displaced TMJ disks. Cranio. 1985;3:237-9.

400. Kerstens HC, Tuinzing DB, Golding RP, Van der Kwast WA. Inclination of the temporomandibular joint eminence and anterior disc displacement. Int J Oral Maxillofac Surg. 1989;18:228-32.

401. Kerstens HC, Tuinzing DB, van der Kwast WA. Eminectomy and discoplasty for correction of the displaced temporomandibular joint disc. J Oral Maxillofac Surg. 1989;47:150-4.

402. Atkinson WB, Bates RE, Jr. The effects of the angle of the articular eminence on anterior disk displacement. J Prosthet Dent. 1983;49:554-5.

403. Panmekiate S, Petersson A, Akerman S. Angulation and prominence of the posterior slope of the eminence of the temporomandibular joint in relation to disc position. Dentomaxillofac Radiol. 1991;20:205-8.

404. Galante G, Paesani D, Tallents RH, Hatala MA, Katzberg RW, Murphy W. Angle of the articular eminence in patients with temporomandibular joint dysfunction and asymptomatic volunteers. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1995;80:242-9.

405. Ren YF, Isberg A, Westesson PL. Steepness of the articular eminence in the temporomandibular joint. Tomographic comparison between asymptomatic volunteers with normal disk position and patients with disk displacement. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1995;80:258-66.

406. Schmitter M, Zahran M, Duc JM, Henschel V, Rammelsberg P. Conservative therapy in patients with anterior disc displacement without reduction using 2 common splints: a randomized clinical trial. J Oral Maxillofac Surg. 2005;63:1295-303.
407. Farrar WB, McCarty WL, Jr. The TMJ dilemma. J Ala Dent Assoc. 1979;63:19-26.
408. Petersson A. What you can and cannot see in TMJ imaging--an overview related to the RDC/TMD diagnostic system. J Oral Rehabil. 2010;37:771-8.
409. Sato S, Sakamoto M, Kawamura H, Motegi K. Long-term changes in clinical signs and symptoms and disc position and morphology in patients with nonreducing disc displacement in the temporomandibular joint. J Oral Maxillofac Surg. 1999;57:23-9.
410. Bessette RW, Katzberg R, Natiella JR, Rose MJ. Diagnosis and reconstruction of the human temporomandibular joint after trauma or internal derangement. Plast Reconstr Surg. 1985;75:192-205.
411. Kurita K, Westesson PL, Sternby NH, Eriksson L, Carlsson LE, Lundh H, et al. Histologic features of the temporomandibular joint disk and posterior disk attachment: comparison of symptom-free persons with normally positioned disks and patients with internal derangement. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1989;67:635-43.
412. Blaustein DI, Scapino RP. Remodeling of the temporomandibular joint disk and posterior attachment in disk displacement specimens in relation to glycosaminoglycan content. Plast Reconstr Surg. 1986;78:756-64.
413. Isberg A, Isacsson G. Tissue reactions associated with internal derangement of the temporomandibular joint. A radiographic, cryomorphologic, and histologic study. Acta Odontol Scand. 1986;44:160-4.
414. Wilkes CH. Structural and functional alterations of the temporomandibular joint. Northwest Dent. 1978;57:287-94.
415. Westesson PL. Structural hard-tissue changes in temporomandibular joints with internal derangement. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1985;59:220-4.
416. Clark GT, Beemsterboer PL, Solberg WK, Rugh JD. Nocturnal electromyographic evaluation of myofascial pain dysfunction in patients undergoing occlusal splint therapy. J Am Dent Assoc. 1979;99:607-11.
417. Crispin BJ, Myers GE, Clayton JA. Effects of occlusal therapy on pantographic reproducibility of mandibular border movements. J Prosthet Dent. 1978;40:29-34.
418. Hamada T, Kotani H, Kawazoe Y, Yamada S. Effect of occlusal splints on the EMG activity of masseter and temporal muscles in bruxism with clinical symptoms. J Oral Rehabil. 1982;9:119-23.

419. Lotzmann U. Okklusionsschienen und andere Aufbissbehelfe. Munchen: Neuer Merkur, 1983.

420. Lundh H, Westesson PL, Kopp S, Tillstrom B. Anterior repositioning splint in the treatment of temporomandibular joints with reciprocal clicking: comparison with a flat occlusal splint and an untreated control group. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1985;60:131-6.

421. Okeson JP. The effects of hard and soft occlusal splints on nocturnal bruxism. J Am Dent Assoc. 1987;114:788-91.

422. Shi CS, Wang HY. Postural and maximum activity in elevators during mandible pre- and post-occlusal splint treatment of temporomandibular joint disturbance syndrome. J Oral Rehabil. 1989;16:155-61.

423. Al-Ani Z, Gray RJ, Davies SJ, Sloan P, Glenny AM. Stabilization splint therapy for the treatment of temporomandibular myofascial pain: a systematic review. J Dent Educ. 2005;69:1242-50.

424. Marbach JJ, Raphael KG. Future directions in the treatment of chronic musculoskeletal facial pain: the role of evidence-based care. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1997;83:170-6.

425. Dao TT, Lavigne GJ. Oral splints: the crutches for temporomandibular disorders and bruxism? Crit Rev Oral Biol Med. 1998;9:345-61.

426. Forssell H, Kalso E, Koskela P, Vehmanen R, Puukka P, Alanen P. Occlusal treatments in temporomandibular disorders: a qualitative systematic review of randomized controlled trials. Pain. 1999;83:549-60.

427. Forssell H, Kalso E. Application of principles of evidence-based medicine to occlusal treatment for temporomandibular disorders: are there lessons to be learned? J Orofac Pain. 2004;18:9-22.

428. Kreiner M, Betancor E, Clark GT. Occlusal stabilization appliances. Evidence of their efficacy. J Am Dent Assoc. 2001;132:770-7.

429. Turp JC, Komine F, Hugger A. Efficacy of stabilization splints for the management of patients with masticatory muscle pain: a qualitative systematic review. Clin Oral Investig. 2004;8:179-95.

430. Casares G, Thomas A, Carmona J, Acero J, Vila CN. Influence of oral stabilization appliances in intra-articular pressure of the temporomandibular joint. Cranio. 2014;32:219-223.

431. Gray RJM, Davies SJ, Quayle AA. A clinical guide to temporomandibular disorders. London: BDJ Books, 1997.

432. Gray RJ, Davies SJ. Occlusal splints and temporomandibular disorders: why, when, how? Dent Update. 2001;28:194-9.

433. Nelson SJ. Principles of stabilization bite splint therapy. Dent Clin North Am. 1995;39:403-21.

434. Wilkinson T, Hansson TL, McNeil C, Marcel T. A Comparison of the Success of 24-Hour Occlusal Splint Therapy Versus Nocturnal Occlusal Splint Therapy in Reducing Craniomandibular Disorders. J Craniomandib Disord. 1992;6:64-70.

435. Morneburg TR, Proschel PA. Predicted incidence of occlusal errors in centric closing around arbitrary axes. Int J Prosthodont. 2002;15:358-64.

436. Nickel JC, McLachlan KR, Smith DM. Eminence development of the postnatal human temporomandibular joint. J Dent Res. 1988;67:896-902.

437. Salaorni C, Palla S. Condylar rotation and anterior translation in healthy human temporomandibular joints. Schweiz Monatsschr Zahnmed. 1994;104:415-22.

438. Buyle-Bodin Y, Lund TM, Robinson PJ. Canine slope and glenoid cavity morphology: relationships with dental wear. J Prosthet Dent. 1986;56:312-7.

439. Ash MM, Ramfjord SP. Occlusion, 4th ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1995.

440. Pirttiniemi P, Kantomaa T, Ronning O. Relation of the glenoid fossa to craniofacial morphology, studied on dry human skulls. Acta Odontol Scand. 1990;48:359-64.

441. Wilding RJ, Lewin A. A computer analysis of normal human masticatory movements recorded with a sirognathograph. Arch Oral Biol. 1991;36:65-75.

442. Ari-Demirkaya A, Biren S, Ozkan H, Kucukkeles N. Comparison of deep bite and open bite cases: normative data for condylar positions, paths and radiographic appearances. J Oral Rehabil. 2004;31:213-24.

443. Tsuruta A, Yamada K, Hanada K, Koyama JI, Hayashi T, Hosogai A, et al. Comparison of condylar positions at intercuspal and reference positions in patients with condylar bone change. J Oral Rehabil. 2004;31:640-6.

444. Tsuruta A, Yamada K, Hanada K, Hosogai A, Kohno S, Koyama J, et al. The relationship between morphological changes of the condyle and condylar position in the glenoid fossa. J Orofac Pain. 2004;18:148-55.

445. Weinberg LA. Physiologic objective of reconstruction techniques. J Prosthet Dent. 1960;10:711-24.

446. Schuyler CH. The function and importance of incisal guidance in oral rehabilitation. J Prosthet Dent. 1963;13:1011-30.

447. Simonet PF, Clayton JA. Influence of TMJ dysfunction on Bennett movement as recorded by a modified pantograph. Part III: Progress report on the clinical study. J Prosthet Dent. 1981;46:652-61.

448. Alshali RZ, Yar R, Barclay C, Satterthwaite JD. Sagittal condylar angle and gender differences. J Prosthodont. 2013;22:561-5.

449. Pullinger AG, Hollender L, Solberg WK, Petersson A. A tomographic study of mandibular condyle position in an asymptomatic population. J Prosthet Dent. 1985;53:706-13.

450. Artun J, Hollender LG, Truelove EL. Relationship between orthodontic treatment, condylar position, and internal derangement in the temporomandibular joint. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1992;101:48-53.

451. Fraga MR, Rodrigues AF, Ribeiro LC, Campos MJ, Vitral RW. Anteroposterior condylar position: a comparative study between subjects with normal occlusion and patients with Class I, Class II Division 1, and Class III malocclusions. Med Sci Monit. 2013;19:903-7.

452. Cho BH, Jung YH. Nontraumatic bifid mandibular condyles in asymptomatic and symptomatic temporomandibular joint subjects. Imaging Sci Dent. 2013;43:25-30.

453. Vig PS, Hewitt AB. Asymmetry of the human facial skeleton. Angle Orthod. 1975;45:125-9.

454. Larheim TA. Temporomandibular joint space in children without joint disease. Acta Radiol Diagn (Stockh). 1981;22:85-8.

455. el-Gheriani AS, Winstanley RB. Graphic tracings of condylar paths and measurements of condylar angles. J Prosthet Dent. 1989;61:77-87.

456. Ursi WJ, Trotman CA, McNamara JA, Jr., Behrents RG. Sexual dimorphism in normal craniofacial growth. Angle Orthod. 1993;63:47-56.

457. Isaacson D. A clinical study of the condylar path. J Prosthet Dent 1959;9:927-35.

458. Rosner D. Hinge axis translation from retruded contact position to intercuspal position in dentulous subjects in treatment. J Prosthet Dent. 1982;48:713-8.

459. Holen N. Usporedba ponovljivosti postupaka registracije centrične relacije pomoću analize položaja kondila. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Stomatološki fakultet; 2010.

460. Roth RH. Functional occlusion for the Orthodontist. Part III. J Clin Orthod. 1981;15:174-9.

461. Hoffman PJ, Silverman SI, Garfinkel L. Comparison of condylar position in centric relation and in centric occlusion in dentulous subjects. J Prosthet Dent. 1973;30:582-8.

462. Krisjane Z, Urtane I, Krumina G, Zepa K. Three-dimensional evaluation of TMJ parameters in Class II and Class III patients. Stomatologija. 2009;11:32-6.

463. Zhou D, Hu M, Liang D, Zhao G, Liu A. Relationship between fossa-condylar position, meniscus position, and morphologic change in patients with Class II and III malocclusion. Chin J Dent Res. 1999;2:45-9.

464. He H, Fu M. Analysis of the mandibular position in malocclusion patients. Chin J Dent Res. 2000;3:34-9.

465. He H, Fu M. [Analysis of mandibular position of patients with angles Class I and Class II, division 1 malocclusion]. Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi. 2001;36:367-70.

466. Thompson JR. Abnormal function of the temporomandibular joints and related musculature. Orthodontic implications. Part I. Angle Orthod. 1986;56:143-63.

467. Ricketts RM. Abnormal function of the temporomandibular joint and related musculature. Am J Orthod. 1955;41:435-41.

468. Stack BC, Funt LA. Temporomandibular joint dysfunction in children. J Pedod. 1977;1:240-7.

469. Owen AH. Orthodontic/orthopedic treatment of craniomandibular pain dysfunction. Part 2: posterior condylar displacement. J Craniomandibular Pract. 1984;2:333-49.

470. Kamrani FA, Namazi AH, Hamedy R, Ghadiri P. Accuracy of an open-tray implant impression technique with 3 splinting materials: an in vitro study. Gen Dent. 2014;62:62-6.

471. Bergin JM, Rubenstein JE, Mancl L, Brudvik JS, Raigrodski AJ. An in vitro comparison of photogrammetric and conventional complete-arch implant impression techniques. J Prosthet Dent. 2013;110:243-51.

472. Vitti RP, Silva MA, Consani RL, Sinhoreti MA. Dimensional accuracy of stone casts made from silicone-based impression materials and three impression techniques. Braz Dent J. 2013;24:498-502.

473. Pande NA, Parkhedkar RD. An evaluation of dimensional accuracy of one-step and two-step impression technique using addition silicone impression material: an in vitro study. J Indian Prosthodont Soc. 2013;13:254-9.

474. Keul C, Stawarczyk B, Erdelt KJ, Beuer F, Edelhoff D, Guth JF. Fit of 4-unit FDPs made of zirconia and CoCr-alloy after chairside and labside digitalization - A laboratory study. Dent Mater. 2014;30:400-7.

475. Patzelt SB, Vonau S, Stampf S, Att W. Assessing the feasibility and accuracy of digitizing edentulous jaws. J Am Dent Assoc. 2013;144:914-20.

476. Flugge TV, Schlager S, Nelson K, Nahles S, Metzger MC. Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2013;144:471-8.

477. Pujari ML, Garg P, D RP. Evaluation of Accuracy of Casts of Multiple Internal Connection Implant Prosthesis Obtained from Different Impression Materials and Techniques: Invitro Study. J Oral Implantol. 2014;40:137-45.

478. Acar O, Erkut S, Ozcelik TB, Ozdemir E, Akcil M. A clinical comparison of cordless and conventional displacement systems regarding clinical performance and impression quality. J Prosthet Dent. 2014;111:388-94.

479. Hoyos A, Soderholm KJ. Influence of tray rigidity and impression technique on accuracy of polyvinyl siloxane impressions. Int J Prosthodont. 2011;24:49-54.

480. Reddy SM, Mohan CA, Vijitha D, Balasubramanian R, Satish A, Kumar M. Pressure produced on the residual maxillary alveolar ridge by different impression materials and tray design: an in vivo study. J Indian Prosthodont Soc. 2013;13:509-12.

481. Sivakumar I, Mohan J, Arunachalam KS, Zankari V. A comparison of the accuracy of three removable die systems and two die materials. Eur J Prosthodont Restor Dent. 2013;21:115-9.

482. Hansson T, Lachmann C. Oral stability. Pforzheim: Wieland Edelmetalle, 1999.

483. McMillan DR, McMillan AS. A comparison of habitual jaw movements and articulator function. Acta Odontol Scand. 1986;44:291-9.

484. Wu JB, Xu XM, Sheng JG. Analysis of the open-closing movement of the human temporomandibular joint. Acta Anat (Basel). 1988;133:213-6.

7. Životopis

Samir Čimić rođen je 1984. godine u Banja Luci. Osnovnu i srednju školu završava u Zagrebu. Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu upisuje 2002. godine, te ga završava 2008. U svibnju 2009. zapošljava se na Zavodu za mobilnu protetiku Stomatološkog fakulteta u Zagrebu kao znanstveni novak na projektu „Okluzija i kraniomandibularne disfunkcije“ voditelja prof.dr.sc. Sonje Kraljević Šimunković. Dobitnik „CED IADR Travel Stipend“ 2011. i 2012. godine. U veljači 2013. godine upisuje specijalizaciju iz stomatološke protetike. Aktivno sudjeluje na domaćim i stranim kongresima. Član HKDM i IADR. Aktivno se služi engleskim jezikom.

Popis objavljenih radova:

Čimić S, Šimunković Kraljević S, Badel T, Dulčić N, Alajbeg I, Ćatić A. Measurements of the sagittal condylar inclination: intraindividual variations. Cranio. 2014;32:104-9.

Recani B, Dulčić N, Čimić S, Ćatić A. Periodontal Pathogens in Screw and Cement Retained Prosthetic Appliances. Annual Research & Review in Biology 2014;15:2450-61.

Recani B, Dulčić N, Čimić S, Ćatić A. Temporomandibular Joint Examination and Perioparodontal Pathogens in Patients with Dental Implants. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences 2014;5:544-5.

Badel T, Čimić S, Munitić M, Zadravec D, Bašić Kes V, Kraljević Šimunković S. A clinical view of temporomandibular joint disorder. Acta Clinica Croatica (prihvaćen za objavu, volumen 53).