Ponovljivost određivanja centrične relacije kod pacijenata s dislokacijom diska s redukcijom

Reproducibility of the Obtained Centric Relation Records in Patients with Disc Displacement with Reduction

Introduction

Centric relation is a basic mandibular reference position for evaluation and treatment in prosthetic dentistry. The Glossary of Prosthodontic Terms (1) offers seven different definitions of centric relation, which points to some controversies regarding the position. The last definition of the Glossary defines centric relation as the maxillomandibular relationship in which the condyles articulate with the thinnest avascular portion of their respective discs with the complex in the anterior-superior position against the shapes of articular eminencies (1).

Temporomandibular disorders still represent one of the most controversial topics in dentistry (2). Although centric relation is considered a reliable and reproducible position (3), studies showed lower reproducibility of mandibular movements in patients with temporomandibular disorders com-

Sažetak

Uvod: Svrha ovoga istraživanja bila je procijeniti ponovljivost položaja centrične relacije kod pacijenata s dislokacijom diska s redukcijom. Materijal i metode: U ispitnoj skupini bilo je 30 ispitanika s utvrđenom dislokacijom diska s redukcijom u desnom i lijevom zglobu ili u oba. Kontrolna skupina sastojala se od 12 sudionika bez znakova i simptoma temporomandibularnih poremećaja. Koristeći se metodom vođenja brade s prednjim deprogramatorom, tčinjena su tri registrata centrične relacije za svakog ispitanika i to tijekom jednog posjeta. Elektroničkim ultrazvučnim mjernim uređajem snimljen je položaj lijevoga i desnoga kondila kod svakog dobivenog registra centrične relacije. Podatci su analizirani računalom. Izmjerena je udaljenost kondila dobivena kod različitih registara centrične relacije (anteroposteriorne, vertikalne, transverzalne i linearne vrijednosti) te su podatci statistički analizirani i F testom. Rezultati: Nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitne i kontrolne skupine. Kondilni položaj tijekom ponavljanja određivanja centrične relacije bio je unutar promjera od 0,3 milimetra. Za više od 90 posto ispitanika to je područje bilo unutar 0,4 milimetra. Zaključak: Ne postoji razlika u ponovljivosti centrične relacije između pacijenata s dislokacijom diska s redukcijom i onih sa zdravim temporomandibularnim zglobom (p > 0,05). Kada se radi registrat centrične relacije na pacijentu s dislokacijom diska s redukcijom, prije toga nije potrebna terapija udlagom, dovoljne su standardne mjere opreza. Dobiveni rezultati mogu se interpretirati unutar ispitne skupine, bez povezivanja s drugim skupinama temporomandibularnih poremećaja.

Zaprimljen: 21. listopada 2017. 
Prihvaćen: 28. veljače 2018.

Adresa za dopisivanje
Samir Čimić
University of Zagreb
School of Dental Medicine
Department of removable prosthetics
Gunduliceva 5, HR-10 000 Zagreb
scimir@sfzg.hr

Ključne riječi
čeljusni zglob, disk; centrična relacija; kondil donje čeljusti; vertikalna dimenzija; zubna okluzija, centrična

Uvod

Položaj centrične relacije osnovni je referentni položaj donje čeljusti pri pregledu i terapiji u stomatološkoj protetici. The glossary of prostodontic terms (1) nudi sedam različitih definicija centrične relacije, što upućuje na kontroverznost tog položaja. Posljednja definicija u tom priručniku defini-
Materijali i metode

Ispitnici

U ispitnoj skupini bilo je 30 ispitanika (24.0 ± 3.9 godina) s dislokacijom diska s redukcijom u desnom, lijevom ili u oba temporomandibularna zgloba. Dislokacija diska s redukcijom potvrđena je prema protokolu Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (11). Osim toga, problemi ispitanici u ispitnoj skupini nisu imali druge znakove i simptome temporomandibularnih poremećaja. Centric Criteria for Temporomandibular Disorders (11) protocol. Apart from disc displacement with reduction, the participants in test group had no other signs and symptoms of temporomandibular disorders (TMD). 18 participants in the test group had unilateral disc displacement (12 in left joint, 6 in right joint), while 12 participants had bilateral disc displacement. The control group included 12 subjects (26.0 ± 3.8 years) with no signs and symptoms of the TMD. Each subject had to give written informed consent, which was approved by the Ethics Committee of the School of Dental Medicine, University of Zagreb, Croatia.

Mjerenja

Za mjerenje položaja kondila korišten je ultrazvučni uređaj za snimanje kretanj diske (ArcusDigma II, Kavo, Biberach, Njemačka). Preciznost metode potvrđena je u ranijim istraživanjima (12). Uređaj za snimanje kretanja diske je prema standardima (13). Obrez i Gallo (15) ustvrdili su da se nakon razvoja mjernih uređaja tehnologije (16) više nije potrebno koristiti tradicionalne senzore. Određivanje centrične relacije u normalnoj položaji usta poznato je od 1960-ih (17). U studijama (18) iskazano je o prisutnosti centrične relacije u normalnoj položaji usta.

Procedure

The apparatus which integrates the ultrasonic sensor and computer technology (ArcusDigma II, Kavo, Biberach, Germany) was used for recording of condylar distances. The accuracy of the method has been confirmed in previous publications (12). Some of the reported studies combined disc displacement with reduction with other temporomandibular disorders (TMD). 18 participants in the test group had unilateral disc displacement (12 in left joint, 6 in right joint), while 12 participants had bilateral disc displacement. The control group included 12 subjects (26.0 ± 3.8 years) with no signs and symptoms of the TMD. Each subject had to give written informed consent, which was approved by the Ethics Committee of the School of Dental Medicine, University of Zagreb, Croatia.

Material and methods

Subjects

The test group included 30 participants (24.0 ± 3.9 years), with disc displacement with reduction in right, left or both temporomandibular joints. Disc displacement with reduction was confirmed according to the Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (11) protocol. Apart from disc displacement with reduction, the participants in test group had no other signs and symptoms of temporomandibular disorders (TMD). 18 participants in the test group had unilateral disc displacement (12 in left joint, 6 in right joint), while 12 participants had bilateral disc displacement. The control group included 12 subjects (26.0 ± 3.8 years) with no signs and symptoms of the TMD. Each subject had to give written informed consent, which was approved by the Ethics Committee of the School of Dental Medicine, University of Zagreb, Croatia.

First, alginate impressions (Aroma Fine Plus, GC, Tokyo, Japan) were made for each subject at first visit. Afterwards a mandibular clutch was made from light-polymerizing acrylics...
Slovenija). U drugom posjetu svakom su ispitaniku učinjena tri registrata centrične relacije metodom vodenja brade (16) koristeći se termoplastičnom kompozicijskom masom (Bite Compound, GC, Tokio, Japan) (slika 1.). Registrati centrične relacije napravljeni su s pomoću triju različitih akrilati

tih nosača (s prednjim deprogramatorima). Sva tri registrata centrične relacije odredio je isti operater. Nakon određivanja centrične relacije (tri puta), korišten je elektronski ultrazvučni mjerni uređaj za mjerenje prostornog položaja lije

vog i desnog kondila u položaju registrirane centrične relacije (slika 2.). Svaki ispitanik sjedio je udobno na stolcu (uspravna postura). Paraokluzijska žlica pričvršćena je na vestibular

nu stranu donjega zubnog niza, a koristio se materijal za izrađu privremenih nadomjesta (Structur, Voco, Cuxhaven, Njemačka). Nije bila u kontaktu s gornjim zubima u maksimalnoj interkuspidaciji ni tijekom lateralnih kretnji donje čeljusti, te je bila čvrsto pričvršćena na donji zubni niz. Nakon pričvršćivanja paraokluzijske žlice, svaki registrat centrične relacije (slika 3.) vraćen je u usta kako bi se provjerilo je li paraokluzijska žlica bila u doticaju s registratom. Ako jest, bukalne impresije registrata centrične relacije skraćene su skalpelom. Montiran je gornji luk elektroničkoga ultrazvučnog mjernog uređaja. Usporedba kondilarnih položaja s registrata centrične relacije rađena je u modulu Electronic Position Analysis, prema uputama proizvođača. Taj modul računa udaljenost mjerenog položaja lijevoga i desnoga kondila prema njihovu korištenom referentnom položaju. Korišteni referentni položaj bio je položaj pri jednom od triju korištenih centričnih registrata (nasumično izabran) zbog jednostavnosti

(Structur, Polident, Volčja Draga, Slovenia) for each subject. At the second visit, a centric relation record was made three times per every participant with thermoplastic registration material (Bite Compound, GC, Tokyo, Japan) using a chin point guidance with a jig method (16) (Figure 1). Centric relation records were recorded for three times using three different jigs. All three centric relation records were done by the same operator. After the recording of centric relation position for three times, an electronic ultrasonic mandibular recording instrument was used for measuring spatial position of the left and the right condyles at recorded centric relation (Figure 2). Each subject sat comfortably in a dental chair (upright posture). The mandibular clutch was fixed on the buccal side of mandibular teeth with acrylics for provisional restoration (Structur, Voco, Cuxhaven, Germany). It was not in touch with the maxillary teeth in the maximum intercuspation or at lateral movements, and it was firmly fixed on mandibular teeth. After fixation of the mandibular clutch, every centric relation record (Figure 3) was repositioned in the mouth to check if the paraocclusal tray was in contact with centric relation record. If there was contact, buccal impressions of centric relation record registration material were shortened with a scalpel. Upper bow of the ultrasonic measuring device was mounted. A comparison of condylar position of centric relation records was made using module “Electronic Position Analysis”, as recommended by the manufacturer. The module “Electronic Position Analysis” measures distance of the measured position of the left and right condyles in relation to selected reference position of the condyles. The selected refer-

Slika 1. Određivanje položaja centrične relacije pomocu akrilatnog nosača s prednjim deprogramatorom i metode vodenja brade.

Figure 1 Registration of the centric relation position using a bite plate with a jig and a chin point guidance method.

Slika 2. Ultrazvučni uređaj za snimanje kretnji donje čeljusti na temelju šest stupnjeva slobode

Figure 2 Ultrasonic mandibular recording instrument with six degrees of freedom.

Slika 3. Registrat centrične relacije

Figure 3 The obtained centric relation record.
Rezultati

U tablici 1. su rezultati t testa između eksperimentalne i kontrolne skupine za dobivene kondilarne udaljenosti između različitih registra centrične relacije. Pritom je minimalna udaljenost za anteroposteriornu, vertikalnu i transverzalnu os iznosila 0 mm, a maksimalna 0,47 mm. Minimalna linearna udaljenost za anteroposteriornu, vertikalnu i transverzalnu os iznosila je 0,07 mm, a maksimalna 0,70 mm. Minimalna linearna udaljenost za desni kondil je 0,51 mm, a maksimalna 0,70 mm.

Tablica 1. Rezultati t testa između eksperimentalne (E) i kontrolne (C) skupine za utvrđene razlike između različitih registra centrične relacije (mm); p < 0,05.

| Varijabla • Variable | \( \bar{X}_E \) (mm) | \( \bar{X}_C \) (mm) | \( SD_E \) | \( SD_C \) | \( p \) |
|----------------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|------|
| XL                   | 0.10            | 0.11            | 0.10        | 0.07        | 0.86 |
| YL                   | 0.16            | 0.21            | 0.10        | 0.11        | 0.12 |
| ZL                   | 0.08            | 0.11            | 0.07        | 0.06        | 0.31 |
| XR                   | 0.10            | 0.11            | 0.09        | 0.07        | 0.81 |
| YR                   | 0.17            | 0.14            | 0.10        | 0.09        | 0.39 |
| ZR                   | 0.08            | 0.11            | 0.07        | 0.06        | 0.36 |
| LL                   | 0.24            | 0.29            | 0.13        | 0.09        | 0.20 |
| LR                   | 0.26            | 0.25            | 0.12        | 0.09        | 0.85 |

* X – anteroposteriorni smjer • anteroposterior direction; Y – vertikalni smjer • vertical direction; Z – transverzalni smjer • transversal direction; L – lijevi kondil • left condyle; R – desni kondil • right condyle; LL – linearna udaljenost za lijevi kondil • linear distance for the left condyle; LR – linearna udaljenost za desni kondil • linear distance for the right condyle
metar za kontrolnu skupinu. T test između lijeve strane za ispitane s dislokacijom diska s redukcijom i lijeve strane onih sa zdravim temporomandibularnim zgloboom te t test između desne strane za ispitane s dislokacijom diska s redukcijom i desne strane ispitanika sa zdravim temporomandibularnim zgloboom, nije utvrdio statistički značajnu razliku dobivenih udaljenosti između različitih registrata centrične relacije. Tabela 2. prikazuje rezultate F testa između svih zglobova s dislokacijom diska s redukcijom i svih zglobova bez dislokacije diska s redukcijom. U tablici 3. vidi se razlika dobivenih vrijednosti između ispitanika.

Rasprava
U ovom istraživanju proučavala se ponovljivost položaja centrične relacije kod ispitanika s dislokacijom diska s redukcijom i onih sa zdravim temporomandibularnim zgloboom. Statističkom analizom rezultata nije ustanovljena razlika u dobivenim udaljenostima između različitih registrata centrične relacije u eksperimentalnoj i kontrolnoj skupini.

Većina autora (7, 17 – 19) proučavala je razlike položaja kondila između različitih registrata centrične relacije na razine anteroposteriorni, vertikalni i transverzalni osi Kartezijeva i 0.51 mm za kontrolnu skupinu. T test između lijeve strane za ispitanike s dislokacijom diska s redukcijom i lijeve strane onih s zdravim temporomandibularnim zgloboom, te t test između desne strane za ispitanike s dislokacijom diska s redukcijom i desne strane ispitanika sa zdravim temporomandibularnim zgloboom, nije utvrdio statistički značajnu razliku dobivenih udaljenosti između različitih registrata centrične relacije. Tabela 2. prikazuje rezultate F testa između svih zglobova s dislokacijom diska s redukcijom i svih zglobova bez dislokacije diska s redukcijom. U tablici 3. vidi se razlika dobivenih vrijednosti između ispitanika.

Table 2

| Varijabla • Variable | \( X_E \) (mm) | \( X_C \) (mm) | SD_E | SD_C | p     |
|-----------------------|----------------|----------------|-------|-------|-------|
| X                     | 0.10           | 0.11           | 0.08  | 0.09  | 0.56  |
| Y                     | 0.16           | 0.17           | 0.10  | 0.10  | 0.67  |
| Z                     | 0.08           | 0.10           | 0.07  | 0.06  | 0.16  |
| L                     | 0.24           | 0.27           | 0.11  | 0.11  | 0.33  |

* X – anteroposteriorni smjer • anteroposterior direction; Y – vertikalni smjer • vertical direction; Z – transverzalni smjer • transversal direction; L – linearna udaljenost • linear distance.

Discussion
In this study, the authors investigated reproducibility of centric relation position in subjects with disc displacement with reduction and, also, subjects with healthy temporomandibular joints. Statistical analysis of the results showed no significant difference in obtained distances between different centric relation records, between the experimental and control groups.

Most authors (7, 17-19) studied condylar position discrepancies between different centric relation records at an-
va koordinatnog sustava. Rezultati ovog istraživanja (tablica 1 – 3) pokazali su varijacije uzastopnih registrata centrične relate- cije kod vrijednosti gledanih na razini osi i istinskih linearnih vrijednosti gdje su linearne udaljenosti bile veće. Prosječne vrijednosti na razini osi mogu prikriti prave linearne vrijednosti pomaka kondila između uzastopnih registrata centrične relate- cije.

Najšišnije eksperimentalne skupine imala su istraživanja Harpera i Schneidermana (5) te Zonnenberga i Muldera (8). Harper i Schneiderman (5) proučavali su centričnu re- lacijsku pomaku i pomake kondila pri unutarnjim poremećajima temporomanda- lurnog zgloba. Os rotacije kondila u položaju centrične relate- cije pokazala je značajno više varijacija među ispitanicima u horizontalnoj ravnini (kontrolna skupina), što je u suprotnosti s rezultatima ovog istraživanja (tablica 1. i 2.). Ipak, nji- hova eksperimentalna skupina uključila je i povijest boli unu- star temporomandalurnog zgloba, škljocanje i ograničenje kretanja donje čeljusti, što obuhvaća širu skupinu poremećaje- ja od skupine s izoliranom dislokacijom diska s redukcijom. Zonnenberg i Mulder (8) također su imali različitu eksperi- mentalnu skupinu. Autori su proučavali ponovljivost centrične relate- cije kod pacijenata s TMD-om. U grupama su bili ispitanici s miofascijalnom boli, miofascijalnom boli s dislo- kacijom diska s redukcijom, dislokacijom diska bez redukcije i osteoartrozom. Rezultati nisu pokazali razliku varijabiliteta položaja centrične relate- cije između različitih grupa TMD-a i kontrolne skupine. Iako ispitne skupine nisu istovjetne, a ni tehničke određivanja položaja centrične relate- cije, rezultati se mogu usporediti sa rezultatima ovog istraživanja (tablica 1. i 2.). Sa sigurnošću se može zaključiti da ne postoji razlika u ponovljivosti centrične relate- cije između pacijenata s dislo- kacijom diska s redukcijom i onih sa zdravim temporomandalurnim zglobovom. U praksi određeni autori (20) sugeriraju terapiju nagriznim udlagama, kad je riječ o pacijentima s unu- tarnjim poremećajima, kako bi se odredio točan i ponovljiv položaj centrične relate- cije tijekom izrade završnog protetičkog razrada. Rezultati ovog istraživanja potvrdili su da u slučaju odre- đivanja centrične relate- cije na pacijentu s dislokacijom diska s redukcijom prije toga postupka nije potrebna terapija nagri- znim udlagom te da su dovoljne standardne mjere opreza.

Schmitt i suradnici (17) proučavali su ponovljivost Roth-bove metode određivanja centrične relate- cije. Mjereni pomaci kondila između različitih registrata centrične relate- cije iznosi- li su od 0,2 do 0,68 milimetara (SD 0,17 – 0,52). Ipak, po- navljeni registrati centrične relate- cije pokazali su pozitivan test razdvojenih modela (koristeći se shim stock folijom od 0,005 mm) kod svih ispitanika, što je indikator kliničke preciznosti. Rezultati sličnih istraživanja (7, 17, 18) koji su u skladu s re- zultatima ovog istraživanja (tablica 1. i 2.), sugeriraju da mi- nimalni pomaci na razini osi nemaju klinički utjecaj na preciznost određivanja centrične relate- cije.

Piesligner i suradnici (7) raspravljaju o sintagmama cen- trič u točki i područje referentnog položaja kao o terminima za položaj centrične relate- cije. Autori (7) tvrde da riječ područje- je ima više smisla kad je riječ o biološkim sustavima gdje se i očekuju minimalni pomaci. Harper i Schneiderman (5) za- ključili su da koncept centrične relate- cije u normalnim tem- poromandibularnim zglobovima mora uključiti raspon dina-
ničke horizontalne adaptacije na potencijalni biomehanički i biološki stres povezan s oralnom funkcijom. Kogawa i suradnici (21) te Grasso i Sharry (22) također dovode u pitanje centričnu relaciju kao rigidan položaj. Rezultati ovog istraživanja otkrivaju da je centrična relacija određena područje, a ne jedna točka. S obzirom na normalnu varijabilnost unutar bioloških sustava, može se očekivati da centrično područje ne može imati istu veličinu u svim temporomandibularnim zglobovima. Rezultati ovog istraživanja (tablica 3.) sugeriraju da će kod dvije trećine ispitanika kondilarni položaj biti unutar 0,3 milimetra u promjeru. Za više od 90 posto posto ispitanika to je područje unutar 0,4 milimetra. ZAKLJUČAK

Određivanje položaja centrične relacije pacijentima s dislokacijom diska s redukcijom ima istu ponovljivost kao i onima sa zdravim temporomandibularnim zglobovima. Terapija udlagom prije određivanja položaja centrične relacije kod pacijenata s dislokacijom diska s redukcijom nije potrebna. Rezultati ovog istraživanja sugeriraju da će u slučaju ponovljenog određivanja centrične relacije položaj kondila biti unutar promjera od 0,4 milimetra.

SUKOBA INTERESA

Sukoška interesa nije bilo.

CONCLUSION

Recording of centric relation position in patients with disc displacement with reduction has same reproducibility as in patients with healthy temporomandibular joints. Prior splint therapy when recording centric relation position in patients with disc displacement with reduction is not needed. The results of the present study suggest that it is very likely that repeated centric relation recording will position condyles within a diameter of 0.4 mm.

Prijesno ponuđeno je da je centrična relacija konzervativnim i operativnim postupcima nestabilna, a u tijeku života počinje nestabilna. Stabilnost centrične relacije među pacijentima sa spoljnim i unutarnim mjestopisom diska nije značajna. U većini slučajeva je centrična relacija nestabilna. To otkrivaju i rezultati ovog istraživanja.

UXO INTEREST

The authors declare that they have no conflicts of interest.

References

1. The glossary of prostodontic terms. J Prosth Dent. 2005 Jul;94(1):10-92.
2. Aldrique RH, Sánchez-Ayala A, Urban VM, Pavarina AC, Jorge JH, Campanha NH. A Survey of the Management of Patients with Temporomandibular Disorders by General Dental Practitioners in Southern Brazil. J Prosthodont. 2016 Jan;25(1):33-8.
3. Galeković NH, Fugošić V, Braun V, Čelčić R. Reproducibility of Centric Relation Techniques by means of Condyle Position Analysis. Acta Stomatol Croat. 2017 Mar;51(1):13-21.
4. Stitesch-Scholz M, Demling A, Rossbach A. Reproducibility of jaw movements in patients with craniofacial disorders. J Oral Rehabil. 2006 Nov;33(11):807-12.
5. Harper RP, Schneiderman E. Condylar movement and centric relation in patients with internal derangement of the temporomandibular joint. J Prosth Dent. 1996 Jan;75(1):67-71.
6. Shiga H, Kobayashi Y, Arakawa I, Yokoyama M, Nakajima K. Influence of two masticating conditions on assessment of movement path stability. J Prosthodont Res. 2012 Apr;56(2):125-9.
7. Pihlsringer E, Celar A, Celar R, Jager W, Slavicek R. Reproducibility of the condylar reference position. J Orofac Pain. 1993 Winter;7(1):68-75.
8. Zonnenberg AJ, Mulder J. Variability of centric relation position in TMD patients. Eur J Prosthodont Restor Dent. 2006 Mar;14(1):32-7.
9. Naeije M, Te Veldhuis AH, Te Veldhuis EC, Visscher CM, Lobbezoo F. Disc displacement within the human temporomandibular joint: a systematic review of a ‘noisy annoyance’. J Oral Rehabil. 2013 Feb;40(2):139-58.
10. Westesson, Pl; Yamamoto, M; Sano, T; Okano T. Temporomandibular joint. In: Som MP, Curtis HD, editors. Head and Neck Imaging. St Louis: Mosby; 2011. p. 995-1053.
11. Dworkin SF, Leresche L. Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: review, criteria, examinations and specifications, critique. J Craniomandib Disord. 1992 Fall;6(4):301-55.
12. 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 May-Jun;15(3):289-94.
13. 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 May;195(3):243-7.
14. Čimić S, Žaja M, Kraljević Simunković S, Kopić M, Čatić A. Influence of Occlusal Interference on the Mandibular Condylar Position. Acta Stomatol Croat. 2016 Jun;50(2):116-121.
15. Obrez, A; Gallo, LM. Anatomy and Function of the TMJ. In: Laskin DM, Greene CS, Hylander WL, editors. TMDs: An Evidence-Based Approach to Diagnosis and Treatment. Hanover park: Quintessence Publishing Co; 2006. p. 39-41.
16. Ramfjord, SP; Ash, MM - editors. Occlusion. 3rd ed. Philadelphia: Saunders; 1983.
17. Schmitt ME, Kulbersh R, Freeland T, Bever K, Pink FE. Reproducibility of the Roth Power Centric indetermining Centric Relation. Semin Orthod. 2003;9(2):102-8.
18. 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 Summer;8(3):315-20.
19. 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 Sep;12(3):125-8.
20. Capp NJ. Occlusion and splint therapy. Br Dent J. 1999 Mar 13;186(5):217-22.
21. 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 Jul-Sep;17(3):286-91.
22. Grasso JE, Sharry J. The duplicability of arrow-point tracings in dentulous subjects. J Prostheth Dent. 1968 Aug;20(2):106-15.