

# Analiza elektromiografskih i gnatosonijskih signala pomoću kompjutorizirane EMG-a-1 aparature

Electromyographic and Gnathosonic Signals Analysis by PC Based EMGA Device

Melita Valentić-Peruzović  
Asja Čelebić  
Ratko Magjarević\*  
Mario Cifrek\*

Zavod za mobilnu protetiku  
Stomatološkog fakulteta  
Sveučilišta u Zagrebu  
\*Zavod za elektroničke  
sustave i obradu informacija  
Elektrotehničkog fakulteta  
Sveučilišta u Zagrebu

---

## Sažetak

Opisan je novi EMGA-1 uređaj, baziran na IBM kompatibilnom PC-u za preciznu analizu bioelektrične aktivnosti sa 6 kanala i analizu zvuka okluzije s 2 kanala.

Ovo ispitivanje provedeno je s ciljem da se demonstriraju vrijednosti aparature u bazičnim eksperimentima i u kliničkoj evaluaciji funkcije. U njemu je sudjelovalo 10 ispitanika sa svim zubima i normalnom okluzijom. EMG signali registrirani su iz oba prednja temporalisa i iz oba masetera, simultano sa zvukom okluzije. Matematičke opcije, superponiranje signala i kursorska mjerenja omogućili su veliku raznolikost analize.

Srednje vrijednosti mišićne aktivnosti u nekim funkcijskim položajima i za vrijeme mastikacije u suglasnosti su s rezultatima drugih autora. Moguće je mjeriti i tako kratkotrajne promjene kao što su mišićni refleksi. Neki parametri kao što su srednji mišićni naponi izotonične i izometrične aktivnosti i vremenski slijed zvučnih i/ili mišićnih signala izmjereni su prvi put, što su omogućile neke inovacije mjernog sustava EMGA-1 aparature (superponiranje grafičkih prozora mišićnih i/ili zvučnih signala i zoom-in tehnika).

Ključne riječi: elektromiografija, EMGA-1 nova mjerna aparatura, mišićna aktivnost, zvuk okluzije, mišićni refleksi

---

---

Acta Stomatol. Croat  
1995; 29: 23—31

IZVORNI  
ZNANSTVENI RAD

Primljeno: 31. ožujka 1995.  
Received: March 31, 1995.

---

## Uvod

Elektromiografijom se u stomatologiji koristi već od ranih '50-tih godina ovog stoljeća (1,2), a kliničku elektromiografiju sa standardiziranom metodologijom i kvantificiranjem podataka primjenom digitalne integracije suma akcijskih potencijala uveo je u znanstveno-istra-

živački rad na Stomatološkom fakultetu u Zagrebu Nikšić (3,4). Kasnije je čitav niz autora nastavio razvijati i unapređivati ovu dijagnostičku metodu, te su pridonijeli razjašnjenju fenomena neuromuskularne prilagodbe na totalne i djelomične proteze i terapijske postupke drugih vrsta, a također su neki radovi usmjereni na is-

traživanja iz područja fiziologije mastikacije i analize funkcije stomatognatog sustava (5-10).

EMG-registracije vršile su se većinom na poligrafskim aparatima, koji su mogli ujedno vršiti registracije ekg-signala ili eeg-signala izborom područja različite osjetljivosti upotrebom frekvencijskih filtera. Tehnologija novijih višekanalnih EMG-aparata s kompjutoriziranim programima za prepoznavanje i analizu određenih patoloških stanja, ne odgovara specifičnim potrebama u stomatološkoj dijagnostici.

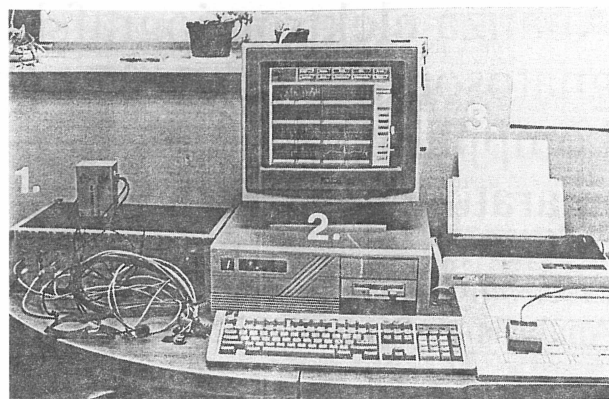
U stomatologiji se EMG metoda upotrebljava, uglavnom, da bi se ocijenila aktivnost kranio-mandibularnih mišića u odnosu na morfoloiju lica, okluzalnu harmoniju, provjeru uspješnosti nekog terapijskog zahvata ili dijagnostiku TMJ-disfunkcije. Stoga je potrebna velika dinamika i prilagodljivost aparatura koje omogućavaju registraciju aktivnosti mastikatornog sustava, a upravo te značajke postignute su novim uređajem za snimanje akcijskih potencijala žvačnih mišića, kao i okluzijskih zvukova. Također je bitno da se tijekom registracije ne interferira s normalnim oblikom aktivnosti mastikatornog sustava.

Upravo zbog svih tih razloga napravljen je poseban sustav EMGa-1 baziran na kompjutorskoj tehnologiji, uz programski paket Medwin-1., namijenjen snimanju, analizi i pohrani elektromiografskih i gnatosonijskih registracija u stomatologiji.

Cilj ovoga ispitivanja bio je analizirati mišićnu aktivnost i zvuk okluzije na novom EMGa-1 uređaju, u 10 ispitanika s prirodnom denticijom i normalnom okluzijom te bez simptoma disfunkcije stomatognatog sustava.

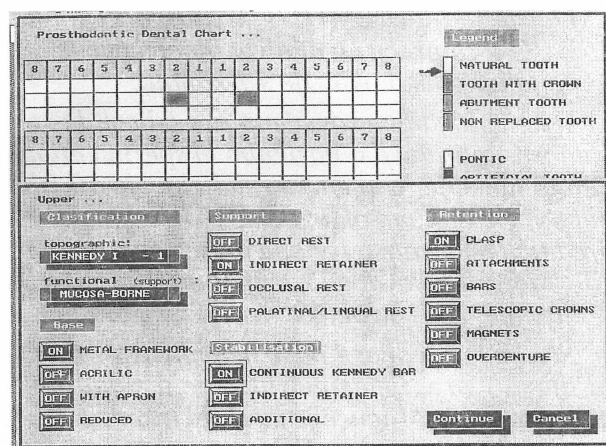
## Aparatura

Registracija i obrada signala napravljene su na novoj EMGa-1 aparaturi, konstruiranoj na Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu u suradnji sa Stomatološkim fakultetom (11-14). Aparatura se sastoji od 8-kanalnog pojačala (6 miografskih i 2 audio), PC/AT računala s primijenjenim programom "Medwin" i printera (slika 1). Konverzija registriranih i pojačanih signala vrši se pomoću analognog-digitalnog pretvornika (A/D converter). Svi podaci o bolesniku i zubni status pohranjuju se na mekom disku prije početka registracije, odnosno označava se disketa za unos podataka ispitanika (slika 2). Za



Slika 1. EMGa-1 aparatura, 1 - pojačalo, 2 - PC s A/D pretvornikom, 3 - pisac, 4 - monitor

Figure 1. EMGa device. 1 - amplifier; 2 - PC with A/D transducer; 3 - printer; 4 - monitor

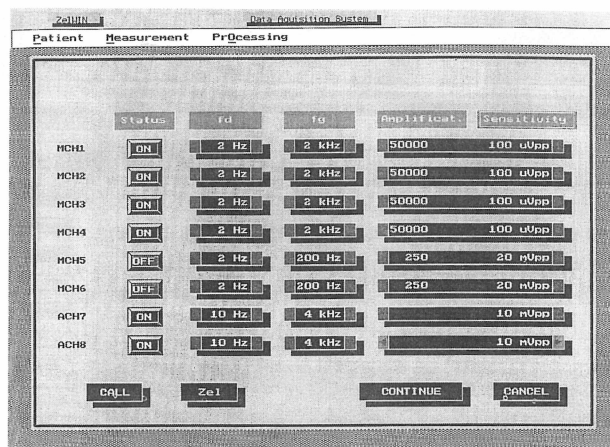


Slika 2. Ekran s izbornikom za unos dentalnog statusa ispitanika

Figure 2. Screen with a selector for the subject's dental state entry

vrijeme registracije može se provjeravati impedancija elektroda, a pojačanje, odabir donje i gornje granične frekvencije, kao i vremenske baze vrši se individualno za svakog ispitanika odabirom na posebnom prozoru ekrana monitora s pomoću strelice miša, što omogućuje programsku podršku "Medwin" (slika 3).

Donje granične frekvencije za miosignale iznose od 2-100 Hz, a za audiosignale od 10-500 Hz, dok gornje granične frekvencije iznose od 200Hz-2KHz za mio i 500Hz-4KHz za audiosignale. Maksimalna osjetljivost pojačala varira pri različitim pojačanjima miografskih (100-500  $\mu$ V, 1-20 mV) i/ili audiosignala (10-500 mV, 1-2 V). Vremenska baza registracije može se birati na posebnom prozoru ekrana monito-



Slika 3. Ekran za izbor aktivnih kanala i određivanje donje i gornje granične frekvencije i pojačanja. Odabir strelicom aktivira željene vrijednosti

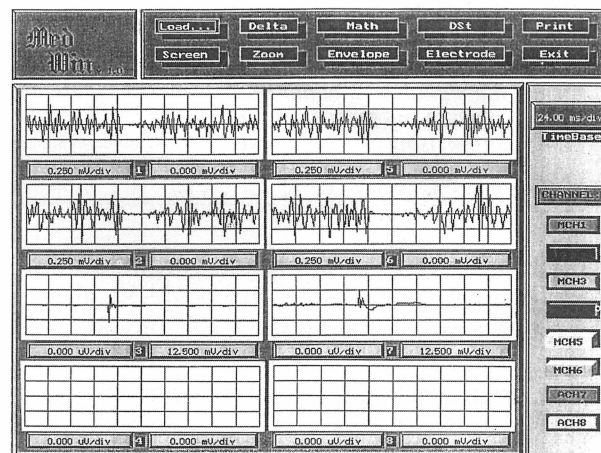
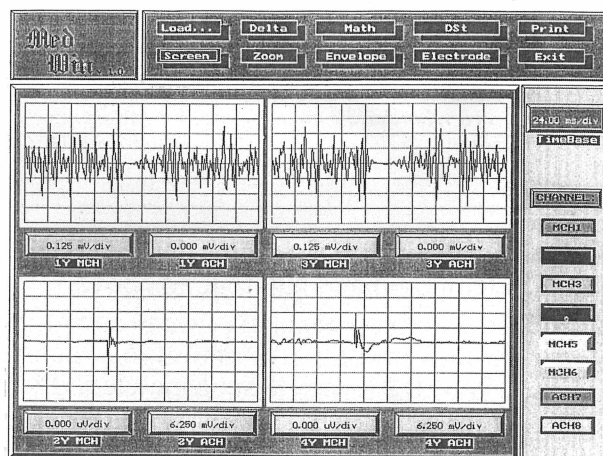
Figure 3. Screen for selection of active channels and determination of lower and upper borderline frequency and amplification. The desired values are activated using the arrow

ra, a ponuđene su sljedeće mogućnosti: 240, 300 i 600 milisekundi, 1, 2 i 2,4 s.

Registraciju biopotencijala moguće je pokrenuti (trigerirati) asinkrono (slijed registriranih potencijala na ekranu jedan za drugim), ili pomoću odabira internog (zadana razina mišićne aktivnosti ili zvuka) ili eksternog trigerera (neki vanjski podražaj). Za vrijeme registracije i obrade moguće je na ekranu prikazati ispis signala na 1, 2, 4 ili 8 prozora, što ovisi o količini uključених kanala pri snimanju (slika 4 a,b).

Registrirani podaci privremeno se pohranjuju na tvrdi (do 100 registracija), a trajno na meki disk.

Opcija OBRADA signala daje različite mogućnosti analize. Moguće je superponirati ekrane s različitim zapisima (npr. zvučni signal superponirati na miografski) i povećati 2 ili 5 puta s pomoću zoom-in tehnike te dvama kursorima u obliku križa mjeriti vremensku ili amplitudnu razliku, što se automatski prikaže izračunato u dodatnom malom prozoru unutar ekrana



Slika 4. Prikaz ekrana s četiri (a) odnosno osam (b) prozora s različitim signalima  
 4a) Lijevi prozori pripadaju desnom temporalisu i ispod njega okluzijskom zvuku iz desnog mikrofona. Desni prozori pripadaju lijevom temporalisu i ispod njega okluzijskom zvuku iz lijevog mikrofona smještenog na infraorbitalnom luku  
 4b) Od osam prikazanih prozora na ekranu šest je aktivnih s prikazom kako slijedi:  
 - lijevi prozori - na vrhu je prikaz desnog temporalisa, u sredini desnog masetera a na dnu je prikaz desnog zvuka okluzije;  
 - desni prozori - na vrhu je prikaz lijevog temporalisa, u sredini lijevog masetera a na dnu prikaz aktivnosti lijevog zvuka okluzije.

Figure 4. Screen with four (a) and eight (b) windows with various signals.

4a) Left-side windows belong to the right temporalis and below it to the occlusion sound from the right microphone. Right-side windows belong to the left temporalis and below it to the occlusion sound from the left microphone situated on the infraorbital arch.

4b) Out of eight displayed on the screen, six are active with the following display:

left-side windows - the right temporalis is displayed on the top, the right masseter in the middle, and the right occlusion sound at the bottom;

right-side windows - the left temporalis is displayed on the top, the left masseter in the middle, and the left occlusion sound activity at the bottom.

Tablica 3. Vrijednosti za latenciju i trajanje perioda tišine izražene u milisekundama, kao i vrijednosti za izotoničnu i izometričnu aktivnost izraženu u miliVoltima;  $x$  = aritmetička sredina,  $sd$  = standardna devijacija; DTA = desni prednji temporalis, LTA = lijevi prednji temporalis, DM = desni maseter, LM = lijevi maseter;  $n = 10$

Table 3. The values for the latency and the duration of silent period (in milliseconds) and values for the isotonic and isometric activity (in millivolts);  $x$ =mean value,  $sd$ =standard deviation, DTA=right anterior temporal muscle, LTA=left anterior temporal muscle, DM=right masseter muscle, LM=left masseter muscle;  $n=10$

	LATENCIJA SP		TRAJANJE SP		IZOTON. AKT.		IZOMETR. AKT.	
	x (milis)	sd	x (milis)	sd	x (miliV)	sd	x (miliV)	sd
DTA	13,85	1,5	18,72	3,7	102,12	47,4	101,24	51,5
LTA	13,66	1,9	19,7	3,0	89,48	32,5	90,74	40,3
DM	13,08	1,5	18,76	3,2	92,97	43,8	89,79	43,2
LM	12,42	1,4	20,14	3,6	76,73	39,6	80,28	42,7

Tablica 4. Vrijednosti za trajanje alfa zvuka okluzije na lijevoj i desnoj strani (u milisekundama), i razlika između pojavljivanja zvuka na lijevoj i desnoj strani;  $x$  = aritmetička sredina,  $sd$  = standardna devijacija;  $n = 10$

Table 4. The values for the duration of alpha component of the sound from the left and the right side (in milliseconds), and the difference between the sound signal on the left and the right side:  $x$ =mean value,  $sd$ =standard deviation

ALFA		ZVUK	
LJEVA STRANA: TRAJANJE		DESNA STRANA: TRAJANJE	
x (milisec)	sd	x (milisec)	sd
10,32	3,61	10,89	3,28
lijevi zvuk - desni zvuk (delta t) = 0,0			

U tablici 4 prikazane su vrijednosti trajanja alfa zvuka okluzije, kao i razlika u pojavljivanju grafičkog ispisa zvuka registriranog u open-close-clench ciklusu na lijevoj i desnoj strani.

Frekvencije mišićne aktivnosti za vrijeme maksimalne voljne kontrakcije u položaju maksimalne interkuspidacije, a također i frekvencije

za vrijeme izotonične i izometrične aktivnosti u open-close-clench ciklusu prikazane su u tablici 5.

EMGA-1 aparatura omogućuje analizu funkcije mišića i zvuka okluzije u mnogim funkcijskim položajima i aktivnostima stomatognatnog sustava (tablice 1-5). Promjenom

Tablica 5. Vrijednosti za frekvenciju mišićne aktivnosti (broj križanja izoelektrične linije u hercima (Hz));  $x$  = aritmetička sredina,  $sd$  = standardna devijacija; DTA = desni prednji temporalis, LTA = lijevi prednji temporalis, DM = desni maseter, LM = lijevi maseter;  $n = 10$

Table 5. Values for the frequency of the muscle activity (number of crossing of the isoelectric line) in Hertz (Hz);  $x$ =mean value,  $sd$ =standard deviation, DTA=right anterior temporal muscle, LTA=left anterior temporal muscle, DM=right masseter muscle, LM=left masseter muscle;  $n=10$

	FREKVENCIJA MI		FREKV. IZOTON.		FREKV. IZOMETR.	
	x (Hz)	sd	x (Hz)	sd	x (Hz)	sd
DTA	209,62	38,56	228,68	48,46	258,89	50,82
LTA	213,41	37,49	216,03	46,30	247,45	56,56
DM	190,18	38,62	204,42	45,08	236,28	53,55
LM	192,08	38,39	200,19	48,30	234,59	52,39

vremenske baze i upotrebom različitih trigera za početak registracije moguće je na ekranu dobiti grafički prikaz čak i najosjetljivijih parametara kao što su to inhibicijski ili ekscitacijski refleksi. Sve parametre moguće je trajno pohraniti na disk, zajedno s podacima o bolesniku, kako bi se mogla napraviti analiza dobivenih registrata, a direktno matematičko računanje mnogih parametara omogućuje software "Medwin".

Vrijednosti srednjeg mišićnog napona za vrijeme maksimalne voljne kontrakcije u maksimalnoj interkuspidaciji, kao i kvantifikacija srednjeg mišićnog napona (izraženog u postocima maksimalne interkuspidacije) u DO, LO, P i R, prikazanih u tablici 1, slažu se s rezultatima drugih autora (15-20,30,31), a također i kvantifikacija srednjih mišićnih napona (u postocima MI) za vrijeme funkcijskih aktivnosti (gutanje sline, vode, žvakanje žvakaće gume na desnoj i lijevoj strani i u fronti), (tablica 2) (11-14, 20-23, 28).

Period tišine nastupa kao inhibicijski refleksi u open-close-clench ciklusu nakon funkcijskog kontakta zubi. Latencija i trajanje perioda tišine (tablica 3) uspješno su registrirani i izmjereni pomoću EMGa-1 aparature jer je vremensku bazu bilo moguće odrediti dovoljno kratko (240-300 msec) da bi se ovaj kratkotrajni refleks mogao zabilježiti. Također su kursorska mjerenja, superponiranje sa zvukom okluzije i zoom-in tehnika omogućili precizno mjerenje početka latencije i trajanja perioda tišine. Dobivene vrijednosti uglavnom su slične vrijednostima drugih autora koji su ovaj inhibicijski refleks izazivali u open-close-clench ciklusu (19, 24-27, 32, 35). U literaturi nema podataka o mjerenju srednjeg izotoničnog i izometričnog mišićnog napona, tako da su dobivene vrijednosti (tablica 3) prvi podaci o ovoj vrsti mišićne aktivnosti. Njihovo mjerenje također omogućuje precizna EMGa-1 aparatura jer se s pomoću kursora u dovoljno kratkoj vremenskoj bazi (240 ili 300 milis) određuje početak izotonične aktivnosti, a superponiranjem zvuka okluzije i početak izometrične aktivnosti. Trajanje alfa faze zvuka okluzije analizirano je kursorom, zoom-in tehnikom i envelope signalom (tablica 4). Vrijednosti dobivene u ovom istraživanju slične su vrijednostima Watta i Freesmeyera (29, 19). Superponiranjem grafičkog registrata zvuka na lijevoj i desnoj strani zaključeno je da se početak zvuka apsolutno poklapa ( $\Delta t = 0$ ) kod sva-

kog ispitanika te da nema razlike između lijeve i desne strane.

Iako većina autora analizirajući mišićnu frekvenciju izračunava srednju snagu frekvencije (tzv. mean power frequency) direktnom matematičkom kalkulacijom uz pomoć specifičnih kompjutorskih programa (33, 34), frekvenciju je moguće analizirati i kao broj križanja nulte linije. Ovakav način analize omogućuje i EMGa-1 aparatura (11-14, 30). Vrijednosti mišićne frekvencije dobivene za vrijeme maksimalne voljne kontrakcije u maksimalnoj interkuspidaciji slične su rezultatima Freesmeyera (19), dok za frekvenciju za vrijeme izotonične i izometrične kontrakcije u open-close-clench ciklusu do sada nema podataka u literaturi. Pomoću EMGa-1 aparature moguće je kombiniranjem i superponiranjem mišićnih i zvučnih registrata i biranjem odgovarajuće vremenske baze u kojoj se ciklus vrši, kao i načina pokretanja registracije i grafičkog zapisa (triger), točno odrediti vremenski početak svake faze.

### Zaključci:

1. Novi EMGa-1 uređaj omogućuje veliku fleksibilnost i preciznost registracija i mjerenja i na taj način veliku raznolikost analize parametara elektromiografskih i zvučnih signala sa 6 miografskih i 2 zvučna kanala. EMGa-1 uređaj omogućuje i trajno pohranjivanje registriranih podataka, kao i aplikaciju različitih matematičkih rješenja prilikom analize registriranih signala.

2. Vrijednosti mišićne aktivnosti koje su zabilježene u različitim funkcijskim položajima i aktivnostima u 10 ispitanika s normalnom okluzijom slažu se s rezultatima drugih autora, te je time potvrđena pouzdanost aparature.

3. Izbor veličine vremenske baze i upotreba triggeriranja početka registracije signala omogućuju snimanje kratkotrajnih promjena kao što su to mišićni refleksi.

4. Kombiniranjem (superponiranjem) zvučnih, mišićnih ili zvučnih i mišićnih registrata moguće je pratiti promjene u vremenskoj domeni, kao i precizno određivati početak i kraj pojedine pojave (npr. promjene izotonične u izometričnu aktivnost), što do sada nije bilo moguće. Pomoću novog EMGa-1 uređaja moguće je vrlo precizno analizirati funkciju i/ili disfunkciju stomatognatog sustava.

## ELECTROMYOGRAPHIC AND GNATHOSONIC SIGNALS ANALYSIS BY PC BASED EMG<sub>a</sub> DEVICE

Adresa za korespondenciju:  
Address for correspondence:

### Summary

A new PC based system (EMG<sub>a</sub>-1) was developed for precise registration and analysis of bioelectrical muscle activity (from 6 channels) and sounds of occlusal contacts (from 2 channels). This study was performed to demonstrate its value for direct functional control during both basic experiments and clinical procedures. Ten individuals with normal occlusion and all teeth participated in the study. EMG signals were recorded from the anterior temporal and masseter muscles, together with the sounds of occlusal contacts in some experimental procedures. Mathematical options, cursor measurements and superimposing of various signals allowed a variety of analyses to be made. Mean voltages of muscle activity in some functional positions and mastication were in accordance with the results of other authors. It was also possible to measure such short-lasting events as muscle reflexes. Some parameters, such as the mean voltage during isotonic and isometric activity in an open-close-clench cycle and timing of the occlusal sounds from the left and the right side, were measured for the first time, due to some innovations of the EMG<sub>a</sub>-1 apparatus (superimposing of graphic windows and zoom technique).

Key words: *electromyography, EMG<sub>a</sub>-1 measuring device, muscle activity, occlusal sounds, muscle reflexes*

Prof. dr. sc. Melita Valentić-Peruzović  
Zavod za mobilnu protetiku  
Stomatološki fakultet  
Sveučilišta u Zagrebu  
41000 Zagreb, Gundulićeva 5

### Literatura

- CARLSÖÖ S. Nervous coordination and mechanical function of the mandibular elevators. *Acta Odontol Scand* 1952; 10: Suppl. 11.
- GREENFIELD B E, WYKE B D. Electromyographic studies of some muscles of mastication. (1) Temporal and masseter activity in various jaw movements in normal subjects. *Br Dent J* 1956; 100: 129-143.
- NIKŠIĆ D. Neuromuskularna adaptacija na mobilnu protezu. Disertacija. Zagreb, 1965.
- NIKŠIĆ D, ŠANTIĆ A, MIŠE I. Evaluiranje elektromiograma kod mastikatorne muskulature. *Acta Stomatol Croat* 1970; 5: 40-46.
- VALENTIĆ M. Korelacija testa mastikatorne efikasnosti i sume akcionih potencijala masetera. Magistarski rad, Zagreb, 1976.
- KRALJEVIĆ K. EMG evaluacija funkcionalne sposobnosti mastikatornog sustava kod ispitanika sa donjom parcijalnom protezom. Disertacija, 1976.
- NIKŠIĆ D, MIŠE I, VALENTIĆ M, CAREK V. The changes of electrical activity in temporal and masseter muscles induced by intraoral stimulation of sensory receptors in the denture supporting tissue. *Proc Eur Prosthodont Assoc* 1978; 2: 89-99.
- VALENTIĆ M. Elektromiografske registracije akcionih potencijala temporalisa i masetera provociranih mehaničkim podražajem intraoralnih struktura u području ležaja totalnih proteza. Disertacija, Zagreb, 1980.
- ČELEBIĆ A. Odnos aktivnosti prednjeg i stražnjeg dijela m. temporalisa kod različitih okluzalnih položaja mandibule. Magistarski rad, Zagreb, 1984.
- ČELEBIĆ A. Parametri elektromiografskog perioda tišine u ispitanika s normalnom okluzijom i umjetnom okluzijskom interferencom. Disertacija, Zagreb, 1993.
- VALENTIĆ-PERUZOVIĆ M, MAGJAREVIĆ R. System for data acquisition and analysis of muscular activity and sounds in dentistry. *JUREMA Proceedings* 1990; 35: 43-46.
- VALENTIĆ-PERUZOVIĆ M, MAGJAREVIĆ R, STIPETIĆ D, CIFREK M, ŽULJEVIĆ Ž. The recordings of the occlusal sounds and bioelectrical activity of the masticatory muscles by new designed configuration of EMG<sub>a</sub>-1. *Proceedings of 7th International Conference on Mechanics in Medicine and Biology, Slovenia-Austria*, 1991, 57-58.

13. CIFREK M, MAGJAREVIĆ R, VALENTIĆ-PERUZOVIĆ M, STIPETIĆ D, ŽULJEVIĆ Ž. PC based system for simultaneous recordings of myoelectrical activity and occlusal sounds. Proceedings of 4th International Symposium on Biomedical Engineering, Spain, 1991, 120-121.
14. VALENTIĆ-PERUZOVIĆ M, MAGJAREVIĆ R, CIFREK M, ČELEBIĆ A, STIPETIĆ D. Tooth contracts and electromyographic characteristics of craniomandibular muscles. *Periodicum biologorum* 1993; 95: 43-46.
15. ČELEBIĆ A, VALENTIĆ-PERUZOVIĆ M. An EMG analysis of temporal muscle function in complete denture wearers at two observation stages. *Acta Stomatol Croat* 1992; 26: 85-92
16. VALENTIĆ M, MENIGA A, ČELEBIĆ A. Utjecaj mastikacijskih pritisaka na izotoničnu aktivnost elevatora mandibule u ispitanika s gornjom totalnom protezom. *Acta Stomatol Croat* 1992; 26: 187-194.
17. ČELEBIĆ A, VALENTIĆ-PERUZOVIĆ M. The contribution to the study of m. temporalis as two different functional units. *Coll Anthropol* 1994; 18: 93-101.
18. ČELEBIĆ A, VALENTIĆ M. Promjene aktivnosti m. temporalisa kod nosilaca totalnih proteza. *Acta Stomatol Croat* 1986; 20: 107-113.
19. FREESMEYER W B. Funktionelle Befunde im orofazialen System und deren Wechselwirkung. Carl Hanser Verlag, München-Wien, 1987, pp 1-154.
20. ALGHREN J, OWALL B. Muscular activity and chewing force — a poligraphic study of human mandibular movement. *Arch Oral Biol* 1970; 15: 271-280.
21. MOLLER E. The chewing apparatus. An EMG study of the action of the muscles of mastication and its correlation to facial morphology. *Acta Physiol Scand Suppl* 280.
22. RAMFJORD S, ASH M M. Occlusion, 3rd ed. WB Saunders Company, Philadelphia-Tokyo, 1983.
23. KAWAMURA Y, MAJIMA T. TMJ sensory mechanisms controlling activity of jaw muscles. *J Dent Res* 1964; 43: 150-157.
24. GLASS H W van der, WEJTJENS J L F, De LAAT A, STEENBERGHE van D, PARDAENS J L. The influence of clenching level on the post-stimulus EMG complex, including silent periods of the masseter muscles in man. *Arch Oral Biol* 1984; 29: 51-58.
25. CHONG-SHAN S, HUI-YUN W. Value of EMG analysis of mandibular elevators in open-close-clench cycle to diagnosing TMJ disturbance syndrome. *J Oral Rehabil* 1989; 16: 101-107.
26. CHRISTENSEN L V, CARR A B, DONEGAN S J, ZIEEBERT G J. Observations on the motor control of brief teeth clenching in man. *J Oral Rehabil* 1991; 18: 15-22.
27. DAHLSTROM L. EMG studies of craniomandibular disorders: a review of literature. *J Oral Rehabil* 1989; 16: 1-20.
28. BAKKE M. Mandibular elevator muscles: physiology, action and effects of dental occlusion. *Scand J Dent Res* 1993; 101: 314-331.
29. WATT D M. Gnathosonic diagnosis and occlusal dynamics. Praeger, Eastbourne, 1981.
30. VALENTIĆ-PERUZOVIĆ M. Uloga elektromiografije i gnatosonije u dijagnostičkim postupcima. Knjiga sažetaka I. kongresa hrvatskog ortodontskog društva s međunarodnim sudjelovanjem, Varaždin, 1993, 46.
31. KOHNO S. Unterkiefer Position und Kaumuskulatur Funktion. *Zahnartzl Praxis* 1983; 11: 457-462.
32. McDONALD J W C, HANNAM A G. Relationship between occlusal contacts and jaw muscle closing activity during teeth clenching. Part II. *J Prosth Dent* 1984; 52: 862-867.
33. KROON G W, NAEIJE M, HANSSON T L. EMG power spectrum changes during repeated fatiguing contractions of the human masseter muscle. *Arch Oral Biol* 1986; 31: 603-608.
34. NAEIJE M. Correlation between surface EMGs and susceptibility to fatigue of the human masseter muscle. *Arch Oral Biol* 1984; 29: 865-870.
35. MURRAY G M, KLINEBERG I J. A standardized system for evoking reflexes in human jaw elevator muscles. *J Oral Rehabil* 1984; 11: 361-366.