

ORTODONTİDE ELEKTROMİYOGRAFI

Electromyography in Orthodontics

Özge USLU AKÇAM*

ÖZET

Elektromiyografi (EMG), kas fonksiyon ve aktivitesini elektrik potansiyelleri ile kaydeden en güvenilir yöntemdir. EMG, kasların kasılmasını sağlayan elektiriksel aktivitenin izlendiği ve yorumlandığı bir kas incelemesidir. EMG yöntemi ile elde edilen kayıta 'elektromiyogram'; biyolojik doku ile kayıt sistemi arasında bağlantıyı sağlayan araca ise 'elektrod' adı verilir. Yüzeysel ve iğne elektrodlar ile emg kaydı alınabilir. Yüzeysel emg (sEMG) noninvasif bir yöntemdir, enfeksiyona yol açmaz ancak derin ve küçük kaslardan kayıt almak zordur.

EMG yöntemi diş hekimliğinde ve ortodontide yaygın olarak kullanılmaktadır. Araştırmalarda, klinik uygulamalarda, kas aktivitesinin ve kas fonksiyonlarının incelenmesinde, kas asimetri ve felcinin teşhisinde kullanılır.

Bu derlemenin amacı emg yöntemi ile çiğneme kaslarının elektiriksel aktivitesinin tespitini, bu aktiviteyi etkileyen faktörleri, yüzeysel EMG'nin malokluzyonlu bireylerde kullanımını, temporomandibuler eklem problemlerinin teşhis ve tedavisinde kullanımını tanımlamaktır.

Anahtar kelimeler: Elektromiyografi, yüzeysel elektromiyografi, çiğneme kas aktivitesi

ABSTRACT

Electromyography (EMG), is the most reliable method which records muscle function

and activity by the electric potentials. EMG is an examination in which the muscle activity is monitored and interpreted. The registrations obtained using EMG are called 'electromyograms'; the vehicle that provides the link between biological tissue and the registration system is called 'electrode'. Electromyographic recordings can be obtained using surface and/or needle electrodes. Surface EMG (sEMG) is a non-invasive method, does not result with an infection, but it is difficult to get recordings from deep and smaller muscles.

EMG method is widely used in dentistry and in orthodontics. It is used in researches, clinical practice, in the study of muscle activity and function, also in the diagnosis of muscle asymmetry and paralysis.

The aim of this study is to review the determination of electrical activity of the masticatory muscles with EMG method, the factors that influence this activity, the use of surface EMG in subjects having malocclusion and to describe the role of EMG in the diagnosis and treatment of temporomandibular joint problems.

Key words: Electromyography, surface electromyography, masticatory muscle activity

Elektromiyografinin tanımı ve tarihçesi

Elektromiyografi (EMG), kas fonksiyon ve etkinliğini elektrik potansiyelleri ile kaydeden en güvenilir yöntemdir (1). EMG,

* Tepebaşı Ağız ve Diş Sağlığı Hastanesi Ankara

kasların elektrik potansiyellerinin grafiksel kayıdır (2). Kasların kasılmasını sağlayan elektriksel aktivitenin izlendiği ve yorumlandığı bir kas incelemesidir. İlk olarak 1850 yılında Helmutz sinir iletim hızını ölçmüştür. Diş hekimliği araştırmalarında EMG yönteminin kullanımı ise 1940'larda başlamıştır (3,4).

EMG yöntemi ile elde edilen kayıda elektromiyogram adı verilir. Biyolojik doku ile kayıt sistemi arasındaki bağlantıyı sağlayan araç elektroddur. 2 temel tipte elektrod mevcuttur. Bunlar yüzeysel ve iğne elektrodlardır. Yüzeysel elektrodlar noninvazivdir, enfeksiyona yol açmazlar ancak derin kaslardan kayıt yapamazlar ve küçük kaslardan kayıt almak zordur. İğne elektrodlarla alınan elektromiyogramın kalitesi iyidir. Ancak invazivdir, enfeksiyon riski vardır ve ağrı yapabilir (5). Son yıllarda yüksek yoğunluklu yüzeysel EMG'e (HD-sEMG) ilgi artmaktadır. Bu yeni teknikte sinyaller özel olarak tasarlanan yüzeysel elektrodlarla toplanır. Hassasiyeti ve seçiciliği aynen iğne elektrodlarla yapılan kas içi EMG gibidir. Ayrıca tek motor unit analizi mümkündür (6,7).

Diş hekimliğinde ilk EMG uygulaması Robert E. Moyers tarafından yapılmıştır. Moyers, Angle Sınıf II bölüm 1 hastalarda çiğneme kas aktivitesini incelemiş ve okluziyonun kas dengesinden etkilendiğini ifade etmiştir (3). Ahlgren, EMG yöntemini çiğneme fonksiyonunu incelemeye kullanmış (8), Möller ise kaslar ile yüz morfolojisi ilişkisini incelemiştir (9). Ortodonti literatüründe masseter, temporal ve pterigoid kasların aktiviteleri ile ilgili araştırmalar mevcuttur (10-16). EMG yöntemi geçen yıllarda araştırmalarda, klinik uygulamalarda, kas aktivitesinin, kas fonksiyonlarının incelenmesinde; kas asimetri ve felcinin teşhisinde kullanılmıştır (14).

Bu derlemenin amacı ortodontide yüzeysel elektromiyografiyi (sEMG), kullanım alanlarını ve sınırlarını tanımlamaktır.

Çiğneme kaslarının elektiriksel aktivitesinin tespiti

Yüzeysel EMG'nin en büyük avantajı noninvaziv bir yöntem olmasıdır (17). Bu teknikle ancak cilde çok yakın lokalize kasların aktiviteleri tespit edilebilir. Bu nedenle en çok masseter ve anterior temporal kas aktiviteleri incelenmektedir. Temporal kasın medial ve posterior fiberlerinin tespiti için saçın kesilmesi gerektiğinden hastalar bu uygulamayı pek istemezler. Pterigoid kasın aktivitesinin tespiti ise anatomik olarak zordur. Empedanstaki tutarsızlık sonucunda düşük tekrarlanabilirlik görülür. Tekrarlanabilirliğin düşük olmasının bir nedeni de elektrodlar arası mesafenin farklı olması ve kas üzerindeki farklı yerleşimdir. Bu nedenle elektrodlar arası mesafe mutlaka sabitlenmeli ve elektrod yerleşiminde şablonlar kullanılmalıdır (18,19).

Çiğneme kaslarının elektriksel aktivitesi statik testler (istirahat, maksimum istemli diş sıkma) veya aktif testler (ağız açma, ağız kapama, protrüzyon, retrüzyon veya mandibulanın laterale deviasyonu, çiğneme, yutkunma, konuşma) sırasında kaydedilir. En çok kullanılanları istirahat ve maksimum sıkma gibi statik aktiviteler ile çiğneme, yutkunma gibi dinamik aktivitelerdir.

İstirahat aktivitesi genellikle klinik istirahat pozisyonunda alınır. İstirahat aralığının 2-4mm olduğu bu durumda sEMG kayıtlarında kaslar minimal aktivite gösterir (20). Michelotti ve ark. (21), klinik istirahat pozisyonunu ortalama 1.4mm açıklıkta tespit etmişler; en düşük elektiriksel aktiviteyi ise ortalama 7.7mm açıklıkta tespit etmişlerdir. İzometrik kontraksiyon aktivitesi dişlerin 3-5sn maksimum sıkılması ile elde edilir (13,22).

Çiğneme fonksiyonu stomatognatik sistemin en önemli aktivitesidir. Kaydetmesi zordur ve çiğnemenin süresi, çiğneme döngülerinin sayısı, yemeğin içeriği gibi konular önemlidir (23,24). Sağlıklı bireylerde 15sn sürede çiğneme döngüsü sayısı ve çiğneme süresi sert gıdalarda yumuşak gıdalardan daha fazladır.

Çiğneme kaslarının elektiriksel aktivitesini etkileyen faktörler

Cinsiyetin çiğneme kas aktivitesine etkisi ile ilgili çalışmalar mevcuttur. Ferrario ve ark. (25), istirahatte masseter ve temporal kas aktivitelerinde fark bulamamışlardır. Maksimum sıkımda çiğneme kas aktivitesi erkeklerde (181.9mv, 216.2mv) kadınlardan (161.7mv, 156.8mv) daha yüksek bulunmuştur. Rilo ve ark.nın (26) temporomandibuler eklem problemi olmayan 40 bireyde yaptığı çalışmada diş sıkma ve maksimum ağız açma sırasında kadınlarda ve erkeklerde benzer sonuçlar bulunmuştur. Pinho ve ark.nın (27) bulgularına göre ise masseter ve temporal kasın istirahat aktivitesi bayanlarda (2.64mv) erkeklerden (1.37mv) daha yüksektir.

Yaş, çiğneme kas aktivitesini etkileyen önemli bir konudur. Ueda ve ark. (28), çocuklarda temporal kas aktivitesinin daha uzun; erişkinlerde ise masseter kas aktivitesinin daha uzun olduğunu bulmuştur. Bu bulguyu çocuklarda dentisyonun, Temporomandibular eklemin ve kasların henüz gelişimini tamamlamamasına bağlamışlardır.

Bir diğer faktör de kayıtların alındığı zamandır. Motor ünitelerin gündüz ve gece aktiviteleri farklıdır. Hiyama ve ark. (29) ve Tabe ve ark. (30) gece çiğneme kas aktivitesinde azalma tespit etmişlerdir. Saifuddin ve ark. (31) bu bulguyu desteklemiştir. En düşük masseter ve temporal kas aktiviteleri gece tespit edilmiştir.

Yüzeysel EMG'nin malokluzyonlu bireylerde kullanımı

Kraniyofasiyal morfolojinin, çiğneme kaslarının elektriksel aktivitesine önemli etkisi vardır (17). Moreno ve ark. (32), sagittal malokluzyonların çiğneme kas aktivitesine etkisini incelemiştir. Çiğneme ve yutkunmada temporal kas aktivitesi Sınıf II bireylerde yüksek bulunmuştur. Sınıf III bireylerde ise temporal ve masseter kas aktivitesi maksimum sıkımda yüksek bulunmuştur.

Stomatognatik sistemin vertikal malokluzyonların çiğneme kas elektriksel

aktivitesine etkisi Yousefzadeh ve ark. (33) tarafından incelenmiştir. Temporal, masseter, orbikularis oris ve digastrik kas EMG aktivitesi 10.1-13.2 yaş arası ön açık kapanışlı vakalarda incelenmiştir. Çiğneme sırasında düşük aktivite ve dengeleyen tarafta yüksek aktivite tespit edilmiştir.

Ciccione de Faria ve ark. (34), maksimum sıkımda sağlıklı bireylerde en yüksek temporal ve masseter aktivitesi bulmuştur (%85.27). Dentoalveoler açık kapanışı olanlarda daha düşük (%61.52) ve iskeletsel açık kapanışı olanlarda en düşük (%42.13) aktivite gözlenmiştir.

Cha ve ark. (35), anterior temporal ve masseter kas aktivitelerinin iskeletsel yapı ile etkileşimini ANB ve SN-GoMe açıları ile incelemiştir. İstirahatte masseter kas aktivitesinde farklılık yoktur. İstirahat temporal kas aktivitesi Sınıf III malokluzyona sahip grupta ve SN-GoMe 36'dan büyük vakalarda yüksek bulunmuştur.

Transversal yön malokluzyonların çiğneme kas aktivitesine etkisini inceleyen çok sayıda araştırma mevcuttur. Piancino ve ark. (36), transversal yön malokluzyonların çiğnemeyi etkilediğini bulmuştur. Masseter kas aktivitesi çapraz kapanışlı tarafta azalmış ve etkilenmeyen tarafta etkilenmemiş veya artmıştır.

Moreno ve ark. (32), posterior çapraz kapanışlı bireylerde ipsilateral masseter kas aktivitesinde azalma tespit etmişlerdir. Tecco ve ark. (37) ise çapraz kapanışlı bireyler ile kontrol grubu olan bireylerde masseter kas yüzeysel emg aktivitelerini benzer bulmuştur. İstirahatte çapraz kapanışlı tarafta anterior temporal kas aktivitesini yüksek bulmuştur.

Arat ve ark. nın (38) unilateral veya bilateral çapraz kapanışa sahip 18 bireyde yapmış oldukları çalışmanın bulgularına göre hızlı üst çene genişletmesinden sonra tek taraflı çiğneme fonksiyonunda masseter ve anterior temporal kas aktivitelerinde azalma olmuştur. Yutkunma fonksiyonunda ise hızlı üst çene genişletmesi sonrasında her iki kas aktivitesinde artış olmuştur.

Yüzeysel EMG'nin Temporomandibuler disfonksiyon hastalarının teşhis ve tedavisinde kullanımı

Temporomandibuler disfonksiyon (TMD), çiğneme kaslarının ve temporomandibuler eklem problemlerini içeren yaygın bir rahatsızlıktır. Etiyolojik faktör olarak çeşitli nedenler öne sürülmüştür. Bazı klinisyenler oluzyon problemlerini öne sürerken diğerleri psiko-emosyonel faktörleri neden gösterir.

EMG, TMD hastalarında minimal rahatsızlıkla ve invaziv olmayan bir yöntemle stomatognatik sistemin fonksiyonları hakkında bilgi verir.

Pinho ve ark. (27), çiğneme kaslarının ortalama istirahat aktivitesini sağlıklı bireylerde (1.92+1.20mv), TMD Hastalarından (2.52+1.25mv) daha düşük bulmuştur. Maksimum sıkımda ise çiğneme kas aktivitesi sağlıklı bireylerde daha yüksek bulunmuştur. Bu araştırmanın bulguları Tartaglia ve ark. (22) tarafından desteklenmiştir.

Ferrario ve ark. (39), TMD'li bireylerde stabilizasyon splintinin erken etkilerini EMG ile incelemiştir. 2mm kalınlıktaki splint istirahat temporal ve masseter kas aktivitesini azaltmış ve kasları sağ ve sol arası, masseter ve temporal arası daha dengeli hale getirmiştir. Botelho ve ark. (40) da benzer etkileri bildirmiştir.

Li ve ark. (41), sağ alt 1.molar dişlere 0.5mmlik okluzal yükselticinin etkisini incelemiştir. Yükselticinin yerleşiminden 3 gün sonra tüm hastalarda sağ temporal bölgede baş ağrısından ve istirahat sağ anterior temporal kas istirahat aktivitesinde artmadan şikayet etmişlerdir. 3. ve 6.günlerde maksimum sıkımda çiğneme kas aktivitesinde azalma ve asimetri indeksinde artma olmuştur.

Liu ve ark. (42), kas simetrisini incelemiştir. 24 TMD semptomlu ve 20 normal bireyde EMG kayıtları alınmıştır. TMD hastalarında maksimum sıkımda masseter asimetrisi artmıştır (%30.5). Posterior temporal kas asimetri indeksi de sağlıklı bireylerden (%17.4) daha yüksektir (%30.1). Anterior temporal ve anterior digastrik kas aktivitesi

de TMD semptomlu bireylerde, sağlıklı asemptomatik bireylerden yüksek bulunmuştur.

Yüzeysel EMG'nin ortodontik tedavilerde kullanımı

Fonksiyon ve morfolojinin birbiriyle etkileşimi bilinen bir gerçektir. Fonksiyonel tedavilerde çiğneme kaslarının yüzeysel EMG ile incelenmesi tedavi öncesi planlamada, tedavi sırasında ve tedavi sonrasında uygulanan tedavinin etkinliğini değerlendirmede kullanılabilir.

Fonksiyonel apareylerin en bilineni Andresen tarafından geliştirilen aktivatördür. Erdem ve ark. (43), Sınıf II bölüm 1 malokluzyona sahip, aktivatörle tedavi gören çocuklarda çiğneme kas aktivitesini incelemişler ve tedavisiz kontrol grubu bireylerle tedavi başında ve 12 ay sonra karşılaştırmışlardır. Sıkma, çiğneme ve yutkunma fonksiyonlarında temporal ve masseter kas aktivitesi her iki grupta yükselmiştir. Tedavi grubunda orbikularis oris aktivitesi ısıklık çalmada artmıştır.

Saccucci ve ark. nın (44) fonksiyonel bir apareyin etkinliğini inceledikleri çalışmanın bulgularına göre tedavi grubunda alt orbikularis oris aktivitesi istirahatte ve mandibulanın protrüzyonunda düşük bulunmuştur. 3 aylık tedavi sonrası tedavi grubunda alt orbikularis oris aktivitesinde artış olmuştur. Tedavi sonrasında hastalarda kas aktivitesi kontrol grubuyla benzer hale gelmiştir.

Fonksiyonel apareylerin uygulanma zamanı ile ilgili çalışmalar da mevcuttur. Tabe ve ark.nın (30) bulgularına göre gece süresince fonksiyonel apareylerin etkinliğinde azalma vardır. Ağızda aparey varkenki masseter, temporal ve digastrik kas aktivitesi gece süresince gündüzden daha azdır. Araştırmacılar fonksiyonel apareylerin daha çok gündüz saatlerinde kullanımını önermektedir. Hiyama ve ark. da (29) benzer sonuçlar bulmuştur. Bionator kullanımını araştırmış; kasların maksimal EMG aktivitesinde apareysiz ilk 3 saat ve apareyli 3 saat arasında önemli fark bulunmamıştır.

Uslu ve ark. nın (45) iskeletsel açık ve derin kapanışa sahip bireylerde fonksiyonel tedavi sonrası çiğneme kas aktivitesini inceledikleri çalışmanın bulgularına; göre açık kapanış grubunda mandibulanın anterior rotasyonu ve çiğneme kas aktivitesinde artış gözlenirken; derin kapanış grubunda mandibulanın posterior rotasyonu ve çiğneme kas aktivitesinde azalma görülmüştür. Nöromuskuler adaptasyon açısından fonksiyonel tedavinin en az 6 ay sürmesi önerilmiştir.

Sabit fonksiyonel apareyler ile ilgili EMG çalışmaları da mevcuttur (14, 46, 47). Leung ve Hagg'ın (14) bulgularına göre Herbst apareyinin kullanımında optimal süre 6 aydır. Du ve Hagg (46)'in bulgularına göre elektriksel aktivite özellikle masseter kasta artmaktadır.

Sood ve ark. (47), Forsus sabit fonksiyonel apareyi incelemişlerdir. Bu apareyde nöromuskuler adaptasyonun 6.ayın bitiminde olduğunu bulmuşlardır.

EMG, ayrıca ortognatik cerrahi uygulamalarında da kullanılabilir. Trawitzki ve ark. (48) Sınıf III malokluzyonun cerrahi düzeltiminden sonra çiğneme ve maksimum sıkımda masseter ve temporal kas aktivitelerinde artış bulmuşlardır. Ancak Sınıf III malokluzyonun cerrahi düzeltiminden sonraki aktivite, malokluzyonsuz bireylere göre halen daha azdır.

Van den Braber ve ark. (49), retrognatik vakalarda çiğneme ve maksimum sıkımda cerrahi sonrası değişim olmadığını bildirmiştir. Sağlıklı malokluzyonsuz bireylere göre değerler düşüktür.

SONUÇ

Bu sistematik derleme yüzeysel EMG nin stomatognatik sistemin anatomi, fizyoloji ve patolojisini değerlendirmede invaziv olmayan, objektif bir görüntüleme/değerlendirme yöntemi olduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

1. Witkowska A. An outline of the history of electromyography. The significance of surface

electromyography in neurophysiological diagnosis. Nowiny Lekarskie 2008; 77(3): 227-30.

2. Preston JD. Glossary of prosthodontic terms. J Prosthodont Dent 1987; 58: 713-62.

3. Moyers RE. Temporomandibular muscle contraction patterns in Angle Class II, division 1 malocclusions; an electromyographic analysis. Am J Orthod 1949; 35(11): 837-57.

4. Carlsöö S. Nervous coordination and mechanical function of the mandibular elevators; and electromyographic study of the activity, and an anatomic analysis of the mechanics of the muscles. Acta Odontol Scand Suppl 1952; 10(11): 1-132.

5. Iyer M, Valiathan A. Electromyography and its application in orthodontics. Current Science 2001; 80: 503-507.

6. Lapatki BG, Van Dijk JP, Jonas IE, Zwarts MJ, Stegeman DF. A thin, flexible multielectrode grid for high-density surface EMG. J Appl Physiol 2004; 96(1): 327-36.

7. Drost G, Stegeman DF, van Engelen BG, Zwarts MJ. Clinical applications of high-density surface EMG: a systematic review. J Electromyogr Kinesiol 2006; 16(6): 586-602.

8. Ahlgren J. Mechanism of mastication. A quantitative cinemotographic and electromyographic study of masticatory movements in children with special reference to occlusion of the teeth. Acta Odontol Scand 1966; 24: 44-49.

9. Möller E. The chewing apparatus. An electromyographic study of the action of the muscles of mastication and its correlation to facial morphology (thesis). Acta Physiol Scand 1966; 280: 128-140.

10. Miyamoto K, Ishizuka Y, Ueda HM, Saifuddin M, Shikata N, Tanne K. Masseter muscle activity during the whole day in children and young adults. J Oral Rehabil 1999; 26: 858-864.

11. Kim YJ, Kuboki T, Tsukiyama Y, Koyona K, Clark GT. Haemodynamic changes in human masseter and temporalis muscles induced by different levels of isometric contraction. Arch Oral Biol 1999; 44: 641-650.

12. Tuxen A, Bakke M, Pinholt EM. Comparative data from young men and women on masseter muscle fibres, function and facial morphology. Arch Oral Biol 1999; 44(6): 509-18.

13. Ferrario VF, Sforza C, Colombo A, Ciusa V. An electromyographic investigation of

masticatory muscles symmetry in normo-occlusion subjects *J Oral Rehabil* 2000; 27(1): 33-40.

14. Leung DK, Hägg U. An electromyographic investigation of the first six months of progressive mandibular advancement of the Herbst appliance in adolescents. *Angle Orthod* 2001; 71(3): 177-84.

15. Ueda HM, Tabe H, Kato M, Nagaoka K, Nakashima Y, Shikata N, Tanne K. Effects of activator on masticatory muscle activity during daytime and sleep. *J Oral Rehabil* 2003; 30: 1030-35.

16. Scopel V, Alves da Costa GS, Urias D. An electromyographic study of masseter and anterior temporalis muscles in extra-articular myogenous TMJ pain patients compared to an asymptomatic and normal population. *Cranio* 2005; 23(3): 194-203.

17. Woźniak K, Piątkowska D, Lipski M, Mehr K. Surface electromyography in orthodontics - a literature review. *Med Sci Monit* 2013 May 31; 19: 416-23.

18. Castroflorio T, Farina D, Bottin A, Piacino MG, Bracco P, Merletti R. Surface EMG of jaw elevator muscles: effect of electrode location and inter-electrode distance. *J Oral Rehabil* 2005; 32(6): 411-7.

19. Castroflorio T, Icardi K, Becchino B, Merlo E, Debernardi C, Bracco P, Farina D. Reproducibility of surface EMG variables in isometric sub-maximal contractions of jaw occlusal factors in healthy and TMD subjects. *J Oral Rehabil* 2007; 34(9): 631-44.

20. Suvinen TI, Kempainen P. Review of clinical EMG studies related to muscle and occlusal factors in healthy and TMD subjects. *J Oral Rehabil* 2007; 34(9): 631-44.

21. Michelotti A, Farella M, Vollaro S, Martina R. Mandibular rest position and electrical activity of the masticatory muscles. *J Prosthet Dent* 1997; 78(1): 48-53.

22. Tartaglia GM, Moriera Rodrigues da Silva MA, Bottini S et al. Masticatory muscle activity during maximum voluntary clench in different research diagnostic criteria for temporomandibular disorders groups. *Man Ther* 2000; 13(5): 434-40.

23. Berretin-Felix G, Genaro KF, Trindade IE, Trindade Júnior AS. Masticatory function in temporomandibular dysfunction patients:

electromyographic evaluation. *J Appl Oral Sci* 2005; 13(4): 360-5.

24. Shimada A, Yamabe Y, Torisu T, Baad-Hansen L, Murata H, Svensson P. Measurement of dynamic bite force during mastication. *J Oral Rehabil* 2012; 39(5): 349-56.

25. Ferrario VF, Sforza C, Miani A, D'Addona A. Electromyographic activity of human masticatory muscles in normal young people. Statistical evaluation of reference values for clinical applications. *J Oral Rehabil* 1993; 20: 271-280.

26. Rilo B, Santana U, Mora MJ, Cadarso CM. Myoelectrical activity of clinical rest position and jaw muscle activity in young adults. *J Oral Rehabil* 1997; 24(10): 735-40.

27. Pinho JC, Caldas FM, Mora MJ, Santana-Penín U. Electromyographic activity in patients with temporomandibular disorders. *J Oral Rehabil* 2000; 27(11): 985-90.

28. Ueda HM, Miyamoto K, Saifuddin M, Ishizuka Y, Tanne K. Masticatory muscle activity in children and adults with different facial types. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; 118: 63-8.

29. Hiyama S, Kuribayashi G, Ono T, Ishiwata Y, Kuroda T. Nocturnal masseter and suprahyoid muscle activity induced by wearing a bionator. *Angle Orthod* 2002; 72(1): 48-54.

30. Tabe H, Ueda HM, Kato M, Nagaoka K, Nakashima Y, Matsumoto E, Shikata N, Tanne K. Influence of functional appliances on masticatory muscle activity. *Angle Orthod* 2005; 75: 616-24.

31. Saifuddin M, Miyamoto K, Ueda HM, Shikata N, Tanne K. A quantitative electromyographic analysis of masticatory muscle activity in usual daily life. *Oral Dis* 2001; 7(2): 94-100.

32. Moreno I, Sánchez T, Ardizzone I, Aneiros F, Celemin A. Electromyographic comparisons between clenching, swallowing and chewing in jaw muscles with varying occlusal parameters. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2008; 13: 207-13.

33. Yousefzadeh F, Shcherbatyy V, King GJ, Huang GJ, Liu ZJ. Cephalometric and electromyographic study of patients of East African ethnicity with and without anterior open bite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 137(2): 236-46.

34. Ciccone de Faria Tdos S, Hallak Regalo SC, Thomazinho A, Vitti M, de Felício CM. Masticatory muscle activity in children with a skeletal or dentoalveolar open bite. *Eur J Orthod* 2010; 32(4): 453-8.

35. Cha BK, Kim CH, Baek SH. Skeletal sagittal and vertical facial types and electromyographic activity of the masticatory muscle. *Angle Orthod* 2007; 77(3): 463-70.

36. Piacino MG, Farina D, Talpone F, Merlo A, Bracco P. Muscular activation during reverse and non-reverse chewing cycles in unilateral posterior crossbite. *Eur J Oral Sci* 2009; 117:122-8.

37. Tecco S, Tetè S, Festa F. Electromyographic evaluation of masticatory, neck, and trunk muscle activity in patients with posterior crossbites. *Eur J Orthod* 2010; 32(6): 747-52.

38. Arat FE, Arat ZM, Acar M, Beyazova M, Tompson B. Muscular and condylar response to rapid maxillary expansion. Part 1: electromyographic study of anterior temporal and superficial masseter muscles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008; 133(6): 815-22.

39. Ferrario VF, Sforza C, Tartaglia GM, Dellavia C. Immediate effect of a stabilization splint on masticatory muscle activity in temporomandibular disorder patients. *J Oral Rehabil* 2002; 29: 810-5.

40. Botelho AL, Silva BC, Gentil FH, Sforza C, da Silva MA. Immediate effect of the resilient splint evaluated using surface electromyography in patients with TMD. *Cranio* 2010; 28: 266-73.

41. Li J, Jiang T, Feng H, Wang K, Zhang Z, Ishikawa T. The electromyographic activity of masseter and anterior temporalis during orofacial symptoms induced by experimental occlusal highspot. *J Oral Rehabil* 2008; 35(2): 79-87.

42. Liu ZJ, Yamagata K, Kasahara Y, Ito G. Electromyographic examination of jaw muscles in relation to symptoms and occlusion of patients with

temporomandibular joint disorders. *J Oral Rehabil* 1999; 26(1): 33-47.

43. Erdem A, Kilic N, Eröz B. Changes in soft tissue profile and electromyographic activity after activator treatment. *Aus Orthod J* 2009; 25(2): 116-22.

44. Saccucci M, Tecco S, Ierardo G, Luzzi V, Festa F, Polimeni A. Effects of interceptive orthodontics on orbicular muscle activity: a surface electromyographic study in children. *J Electromyogr Kinesiol* 2011; 21(4): 665-71.

45. Uslu O, Arat ZM, Beyazova M, Taskiran OO. Muscular response to functional treatment of skeletal open-bite and deep-bite cases: an electromyographic study. *World J Orthod* 2010; 11(4): 85-93

46. Du X, Hägg U. Muscular adaptation to gradual advancement of the mandible. *Angle Orthod* 2003; 73(5): 525-31.

47. Sood S, Kharbanda OP, Duggal R, Sood M, Gulati S. Muscle response during treatment of Class II Division 1 malocclusion with Forsus Fatigue Resistant Device. *J Clin Pediatr Dent* 2011; 35(3): 331-8.

48. Trawitzki LV, Dantas RO, Mello-Filho FV, Marques W Jr. Effect of treatment of dentofacial deformities on the electromyographic activity of masticatory muscles. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2006; 35(2): 170-3

49. Van den Braber W, van der Glas H, van der Bilt A, Bosman F. Masticatory function in retrognathic patients, before and after mandibular advancement surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2004; 62(5): 549-54.

Yazışma Adresi:

Dr. Dt. Özge USLU AKÇAM
Tepebaşı Ağız ve Diş Sağlığı Hastanesi,
Keçiören/ANKARA
Tel: 0 312 360 00 07
E-posta: ozgeusluakcam@gmail.com