


Sınıf II Maloklüzyonlu Hastaların Fonksiyonel Tedavileri Sırasında Elektromiyografik Yutkunma Paterninde Görülen Değişiklikler

The Changes of Electromyographic Swallowing Pattern In Functional Treatment of Patients With Class II Malocclusion

Ahmet Ertan SOĞANCI*¹ 
esoganci@erbakan.edu.tr

Yaşar Bedii GÖYENÇ² 
ygoyenc@hotmail.com

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, Sınıf II maloklüzyonu olan hastaların aktivatör apareyi ile fonksiyonel tedavisi sırasındaki elektromiyografik (EMG) yutma paterninde görülen değişiklikleri tespit etmektir.

Gereç ve Yöntemleç: Sınıf II maloklüzyonlu, pubertal atak döneminde bulunan ve aktivatör apareyi ile fonksiyonel tedavi olan 26 hasta (16 kız ve 10 erkek, ortalama yaş 12,1) çalışma için seçilmiştir. EMG cihazı ve bipolar yüzey elektrotları ile hastaların kendi tükürüklerini yutma sırasındaki sağ, sol anterior temporal, masseter ve anterior digastrik kasların aktivite değerlerinin tespiti yapıldı. Elektromiyografik ölçümler, özel yazılım kullanılarak elde edildi ve mikrovolt (μV) değerleri olarak kaydedildi. EMG kayıtları, tedavinin başında (T1), aktivatör kullanımından 1 hafta sonra (T2), 1 ay sonra (T3), 3 ay sonra (T4) ve 6 ay sonra (T5) alındı.

Bulgular: Yutma sırasındaki elektromiyografik bulgulara göre, sağ ve sol anterior temporal kasların T2 ölçümlerindeki aktivite değerlerinde istatistiksel olarak önemli azalma ($p < 0,05$), sağ anterior temporal kasın T5 ölçümlerindeki aktivite değerlerinde istatistiksel olarak önemli artış ($p < 0,05$) tespit edildi. T1-T5 dönemleri sırasında sağ ve sol masseter kasların aktivite değerlerinde önemli bir değişiklik gözlenmedi. Sol anterior digastrik kasların T2 ölçümlerindeki aktivite değerlerinde önemli artış ($p < 0,05$), sağ ve sol anterior digastrik kasların T3, T4, T5 ölçümlerindeki aktivite değerleri ise kademeli bir şekilde önemli azalmalar gösterdi ($p < 0,01$) ($p < 0,001$).

Sonuç: Fonksiyonel tedavinin başında, özellikle anterior digastrik kaslarda görülen yüksek elektromiyografik aktivite değerleri fonksiyonel tedavi ile artmış overjetin azalması nedeni ile kademeli ve önemli bir şekilde azalmış ve anormal elektromiyografik yutkunma modelinin normalleştiği gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Maloklüzyon; Angle Sınıf 2; Elektromiyografi; Yutma

Geliş: 16.07.2020

Kabul: 24.08.2020

Yayın: 28.08.2020

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to determine the changes in the electromyographic (EMG) swallowing pattern during the functional treatment of patients with Class II malocclusion with activator appliance.

Material and Methods: 26 patients, (16 girls and 10 boys, mean age 12.1) with Class II malocclusion, at the pubertal peak period who were treated with activator appliance in the functional treatment, were selected for the study. The activity values of the right-left anterior temporal, masseter, and anterior digastric muscles during the swallowing of own saliva of patients were performed with the EMG device and bipolar surface electrodes. Electromyographic measurements were obtained using special software and recorded as microvolt (μV) values. EMG recordings were taken at the beginning of treatment (T1), and 1 week (T2), 1 month (T3), 3 months (T4), and 6 months (T5) after using of activator appliance.

Results: According to the electromyographic findings during swallowing statistically significant decrease in the activity values of the right and left anterior temporal muscles in T2 measurements ($p < 0.05$), and a statistically significant increase in the activity values of the right anterior temporal muscles in the T5 measurements ($p < 0.05$). No significant changes were observed in the activity values of the right and left masseter muscles during the T1-T5 periods. Significant increase in activity values of left anterior digastric muscles in T2 measurements ($p < 0.05$), and activity values of right and left anterior digastric muscles showed progressive and significant decreases ($p < 0.01$), ($p < 0.001$) in T3, T4, T5 measurements.

Conclusion: At the beginning of functional treatment, especially high electromyographic activity values of the anterior digastric muscles, were progressively and significantly decreased due to the decrease in the overjet by functional treatment and the abnormal electromyographic swallowing model was normalized.

Keywords: Malocclusion; Angle Class II; Electromyography; Swallowing

Received: 16.07.2020

Accepted: 24.08.2020

Published: 28.08.2020

Atıf/ Citation: Soğancı A, Göyenc Y. (2020). Sınıf II Maloklüzyonlu Hastaların Fonksiyonel Tedavileri Sırasında Elektromiyografik Yutkunma Paterninde Görülen Değişiklikler, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Dergisi*, 2(1), 25-30.

* Sorumlu Yazar/Corresponding Author

1. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti AD, Konya, Türkiye
2. Serbest Ortodontist, Bandırma/Balıkesir, Türkiye



"This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. (CC BY-NC 4.0)

GİRİŞ

Ortodontinin en önemli amacı, kraniofasial estetiği en ideal şekilde sağlayıp, geliştirmektir. Yüz profilindeki değişiklikler, iskeletsel, dental tedavi ve hareketler ile büyüme-gelişim gibi birçok unsura bağlı olabilmektedir.¹

Ortodonti pratiğinde, İskeletsel Sınıf II maloklüzyon, sık olarak gözüken problemlerden biridir ve genel prevalansının nüfusta 3'te bir seviyesinde olduğu bildirilmiştir.^{2,3} Sınıf II, Bölüm 1 maloklüzyonların, ise Sınıf II maloklüzyonları arasında en çok karşılaşılan maloklüzyon tipleri olduğu belirtilmiştir.⁴ Bu maloklüzyonun görülme sıklığı ile ilgili yapılan farklı çalışmalar ve değerlendirmeler sonucunda, Sınıf II, Bölüm 1 maloklüzyonun, ortodontik anomalilerin %12 ile %49'unu içerdiği rapor edilmiştir.^{5,6}

Genellikle Mandibuladan kaynaklı İskeletsel Sınıf II maloklüzyonlarda, alt çenenin önde konumlanmasını sağlayan fonksiyonel apareylerin kullanıldığı fonksiyonel tedavi uygulaması yapılmaktadır.^{7,8} Sınıf II maloklüzyonlu vakaların fonksiyonel tedavileri ile ilgili genel kanı, bu tedavilerin, bireylerin pubertal büyüme atılımı içerisinde olduğu dönemde yapılmasının iskeletsel düzeltme için gerektiği ve tedavinin bu dönemden sonraya bırakılmasının uygun olmadığı yönündedir.⁹⁻¹¹

İskeletsel Sınıf II maloklüzyonların tedavilerinde; fonksiyonel apareyler, dişler ile destek kemik ve onu çevreleyen nöromusküler yapının yeniden düzenlenmesi, istenilen kassal adaptasyonun sağlanması ve iskeletsel etkinin oluşmasında etki göstermektedir.¹² Günümüzde çiğneme kaslarının fonksiyonlarının, kraniofasial morfoloji ile yakından ilişkili olduğu geniş bir şekilde kabul görmektedir.^{13,14}

Kasların aktivitelerinin gözlenmesi ve kıyaslanması için Elektromiyografi (EMG) yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntem, kasların kasılmasını sağlayan elektriksel aktivitenin izlendiği ve yorumlandığı bir kas incelemesidir. EMG, birçok hastalıkta direkt yöntemlere gerek kalmaksızın bazen tek başına bazen de diğer dolaylı yöntemlerle birlikte klinisyene tanı koymada yardımcı

olarak tedavinin yolunu açmaktadır.¹⁵ Özellikle fonksiyonel apareylerin nöromusküler yapıya yönelik etkileri önemlidir. Yapılan çalışmada, fonksiyonel aparey tedavisinde çiğneme ve dil kaslarının aktiviteleri uyarılmış ve aktivitelelerinde farklılıklar gözlenmiştir.¹⁶ Yapılan birçok araştırmada, Sınıf II maloklüzyonların tedavisinde kullanılan fonksiyonel apareylerin, çiğneme kaslarına ve perioral kaslara olan etkisi elektromiyografik olarak incelenmiştir.¹⁷⁻²¹

Çalışmanın amacı, Sınıf II bölüm 1 maloklüzyonu olan hastaların aktivatör apareyi ile fonksiyonel tedavisi sırasındaki elektromiyografik (EMG) yutma paterninde görülen değişiklikleri tespit etmek ve yutma sırasındaki anormal kas aktivite değerlerinin normal duruma gelip gelmediğini gözlemektir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışma grubu için, Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Kliniğine başvuran Sınıf II, Bölüm 1 maloklüzyonlu, 16 kız ve 10 erkekten oluşan toplam 26 birey belirlenmiştir. Çalışma grubunu oluşturan bireylerin yaşları, 10,2 ile 15,3 arasında değişmekte olup, yaş ortalamaları 12,1'dir. Çalışma grubunu oluşturacak hastalarda seçim kriterleri olarak; İskeletsel Sınıf II, dental Sınıf II, bölüm 1 maloklüzyona sahip olmaları (ANB>4°, Overjet≥6mm.), fonksiyonel tedavi uygulanabilmesi için pubertal atak döneminde olmaları (El-bilek filmde MP3cap aşamasında olmaları), transversal yönde ortodontik anomaliye sahip olmamaları, konjenital veya sonradan kazanılmış bir deformite veya herhangi bir kas hastalığı bulunmaması, baş ve boyun kaslarında, gözle görülür herhangi bir asimetri bulunmaması, daha önce ortodontik tedavi görmemeleri, baş ve boyun bölgesinde daha önce geçirilmiş herhangi bir travma veya cerrahi işlem olmaması belirlenmiştir.

Hastaların fonksiyonel tedavisi için aktivatör apareyi uygulanmış ve hastalardan apareyi günde ortalama 18 saat olacak şekilde kullanmaları istenmiştir. Çalışmada aktivatör apareyin 6 aylık kullanım dönemi değerlendirilmiştir.

EMG ölçümleri, yüzey elektrot yöntemiyle, 8 kanallı elektromiyografi cihazı (BioEMGII™, BioResearch Assoc. Inc. Milwaukee) ve bipolar aktif elektrotlar (BioFlex™, BioResearch Assoc. Inc. Milwaukee) ile yapılmıştır. Hastaların apareysiz şekilde kendi tükürüklerini yutma sırasında Anterior Temporal, Masseter ve Anterior Digastrik kaslar olacak şekilde bu kas yapıları, sağlı sollu, bilateral olarak incelenmiştir. EMG cihazına uygun özel yazılım (BioPAK™, BioResearch Assoc. Inc. Milwaukee) kullanılarak ölçümler monitörize edilmiş ve mikrovolt(μV) değerleri olarak kaydedilmiştir. EMG kayıtları, tedavinin başında(T1), aktivatör kullanımından 1 hafta sonra(T2), 1 ay sonra(T3), 3 ay sonra(T4) ve 6 ay sonra(T5) alınmıştır.

Aktivatör apareyi ile tedavi edilen hastaların, 6 aylık gözlem periyodu sonunda incelendiğinde, dengeli bir profilin elde edildiği, Sınıf I molar ilişkisinin sağlandığı ve artmış overjet'in düzeldiği görülmüştür. Gözlem periyodu sonunda yapılan klinik muayenede, hastaların alt çenelerini sentrik ilişki konumuna getirmek için geriye doğru zorladığımızda bir değişiklik olmadığı, hastaların ağrı hissi duyduğu belirlenmiştir. Bu durum, iskeletsel değişimin bir belirtisi olarak değerlendirilmiştir.

İstatistiksel Yöntem

Elektromiyografik ölçümler, Windows ortamında Minitab istatistik programından yararlanılarak değerlendirilmiştir. Shapiro-Wilk testinde normallik testi yapılmış ve sonuca($p < 0,05$) göre verilerin normal dağılmadığı tespit edildiğinden sağ ve sol kas aktivitelerinin grup içi karşılaştırılmalarında non-parametrik Wilcoxon işaretli sıra testi kullanılmıştır. Kullanılan anlamlılık düzeyleri, $p < 0,05$, $p < 0,01$ ve $p < 0,001$ anlamlı olmayan düzey ise $p > 0,05$ olarak belirlenmiştir.

BULGULAR

Anterior temporal kaslarda tespit edilen aktivite değerlerinde, T2 ölçümlerinde, sağ ve sol taraftaki azalma, ($p < 0,05$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş, T3 ölçümlerinde, sağ ve sol taraftaki azalma, ($p > 0,05$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış, T4 ölçümlerinde, sağ ve sol taraftaki azalma, ($p > 0,05$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış, T5 ölçümlerinde ise sağ taraftaki artış, ($p < 0,05$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş, sol taraftaki artış ($p > 0,05$) ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Masseter kaslarda tespit edilen aktivite değerlerinde, T2 ölçümlerinde, sağ ve sol taraftaki azalma, ($p > 0,05$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış, T3 ölçümlerinde, sağ ve sol taraftaki azalma, ($p > 0,05$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış, T4 ölçümlerinde, sağ ve sol taraftaki azalma, ($p > 0,05$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış, T5 ölçümlerinde, sağ ve sol taraftaki artış, ($p > 0,05$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Anterior digastrik kaslarda tespit edilen aktivite değerlerinde, T2 ölçümlerinde sağ taraftaki azalma, ($p > 0,05$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış, sol taraftaki azalma ($p < 0,05$) ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş, T3 ölçümlerinde, sağ ve sol taraftaki azalma, ($p < 0,01$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. T4 ve T5 ölçümlerinde de sağ ve sol taraftaki azalma, ($p < 0,001$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Tablo 1).

Tablo 1: 6 aylık aktivatör tedavisi boyunca yutma sırasında incelen kaslardaki ortalama aktivite değerleri

Değerlendirilen Kaslar	1	2	3	4	5	P
	T1	T2	T3	T4	T5	
TaR (μ v)	19,09 \pm 10,67	17,35 \pm 9,85	18,37 \pm 9,70	17,94 \pm 10,17	19,88 \pm 8,01	1-2* 1-5*
TaL (μ v)	19,22 \pm 10,91	17,70 \pm 9,83	18,10 \pm 9,60	18,27 \pm 9,79	19,77 \pm 7,99	1-2*
MR (μ v)	16,12 \pm 6,74	15,77 \pm 6,87	15,38 \pm 6,97	16,03 \pm 6,37	16,45 \pm 6,43	-
ML (μ v)	16,50 \pm 7,16	15,63 \pm 7,00	15,23 \pm 7,03	16,00 \pm 6,48	16,88 \pm 6,73	-
DaR (μ v)	26,68 \pm 8,65	24,76 \pm 9,22	24,45 \pm 9,34	22,81 \pm 8,04	22,03 \pm 8,55	1-3** 1-4*** 1-5***
DaL (μ v)	26,49 \pm 8,19	24,28 \pm 8,69	23,38 \pm 8,83	22,04 \pm 7,38	21,50 \pm 8,14	1-2* 1-3** 1-4*** 1-5***

*: p<0,05, **: p<0,01, ***: p<0,001

TaR: Sağ anterior temporal kas TaL: Sol anterior temporal kas MR: Sağ masseter kas ML: Sol masseter kas DaR: Sağ anterior digastrik kas DaL: Sol anterior digastrik kas

TARTIŞMA

Elektromiyografi(EMG), kas fonksiyon ve etkinliğini elektriksel potansiyel olarak değerlendirmek için en objektif ve güvenilir teknik olarak belirtilmiştir.²² Aktivatör apareyi kullanımında çene hareketlerinin uyarıldığı ve fonksiyonel tedavinin başlangıcı ve sonrasında mandibulayı öne alan kaslarda uyarılma, geriye çeken kaslarda inhibisyon olduğu bildirilmiştir.¹⁶ Sınıf II, bölüm 1 maloklüzyonlu bireyler ile normal oklüzyonlu bireyler arasında farklı elektromiyografik kas aktivitesi gözlemlenmiştir.²³ Sınıf II maloklüzyonlu vakaların hareketli ve sabit fonksiyonel apareyler ile tedavilerinin kas aktivitesine olan etkileri incelenmiş ve tedavi süresince ve sonrasında elektromiyografik değişiklikler olduğu görülmüştür.^{20,24,25} Çalışmada da aktivatör apareyi ile 6 aylık takip süresince hastaların tükürüklerini yutma sırasında elektromiyografik olarak kas aktivitesinde değişiklikler olduğu gözlenmiştir. Yüz kaslarının elektromiyografik aktivitesi normal ve anormal yutma sırasında karakteristik farklılıklar gösterir. Normal yutma sırasında, dişler karşılıklı temasa gelir, mandibula yukarı hareket eder ve dudaklar hafifçe birbirini örter. Yüz kasları belirgin kasıl-

malar göstermez. Mandibula yükseldikçe temporal kas kasılır. Yutma sırasındaki perioral ve lingual kas yapısının değerlendirildiği çalışmada, antero-posterior iskeletsel displazi ile birlikte seyreden ön açık kapanış vakaları dışında, bukkal ve labial kas yapısının yutkunma ile kasılmadığı görülmüştür.²⁶ Bir çalışmada elde edilen sonuçlar, Angle sınıf II maloklüzyonu olan hastaların yutma sırasında temporalis kasların aktivitelerinin diğer maloklüzyon gruplarından daha yüksek olduğunu gösterdiğini göstermiştir.²⁷ Twin-blok apareyi ile yapılan tedavilerde 6 ay boyunca masseter ve anterior temporal kasların aktiviteleri yüzey elektrot yöntemi ile değerlendirilmiştir. Yutma konusunda alınan kayıtlarda her 2 kasta da önemli değişiklikler gözlenmemiştir.²¹ EMG yutma ölçümlerinde, perioral ve anterior digastrik gibi suprahoid kaslarda yüksek aktivite gözlenirken, çiğneme kaslarında düşük aktivite gözlenmesi, anormal yutma belirtisi olarak belirtilmiştir. Sınıf II, bölüm 1 maloklüzyonlu bireylerde artmış overjet nedeniyle yutma esnasında dil, artmış overjet bölgesine yerleşerek fonksiyon yapmakta, anormal yutma özelliği göstermektedir. Açık kapanışlı bireylerde de atipik yutma

özelliği görülmektedir.²⁸ Esnek bir sabit fonksiyonel apareyin kullanıldığı ve 24 aylık takip süresi ile gözlenen çalışmada, yutkunma sırasında anterior temporal ve masseter kasların aktivite değerlerinde sabit fonksiyonel apareyin takıldığı ilk ayın sonunda önemli derecede azalma gözlenmiş, sonraki 6 aylık takipte tedavi öncesi değerlere dönüş ve devam eden takip sürelerinde de değişiklik olmadığı tespit edilmiştir.²⁹ Çalışma da benzer şekilde aynı kasların aktivite değerlerinde azalma gözlenmiş, fakat sadece anterior temporal kasın 1. hafta ölçümlerindeki azalma anlamlı bulunmuş, 6 ay sonunda ise aynı kasların aktivite değerlerinde tekrar artış gözlenmiştir. Sınıf II bölüm 1 maloklüzyonlu, erken dönem prefabrik özellikli hareketli aparey tedavisinin uygulandığı bireyler ile aynı maloklüzyonlu tedavi görmeyen bireylerin birlikte değerlendirildiği çalışmada, masseter kasın yutkunma sırasındaki aktivite değerlerinde çalışma grubu ile kontrol grubu arasında anlamlı fark bulunmuş, prefabrik aparey tedavisinin, ideal dudak kapanışının olmadığı, sınıf II bölüm 1 maloklüzyonlu bireylerde kontrol grubuna göre çiğneme ve perioral kas sisteminde olumlu etki gösterdiği belirtilmiştir.³⁰ Çalışmada aktivatör apareyi ile yapılan 6 aylık tedavi boyunca, tedavi edilen bireylerde overjet miktarında anlamlı derecede azalma tespit edilmiştir. Bunun sonucunda anterior temporal ve masseter kasların aktivite değerlendirmelerinde, başlangıç ölçümleri ile son ölçümler arasında istatistiksel anlamda önemsiz bir seviyede olsa da artış ve anterior digastrik kas aktivitelerinde ise anlamlı ve aşamalı bir azalma görülmüştür. Bu durum, tedavi başında elektromiyografik olarak gözlenen anormal yutma yapısının, 6 ay sonra elektromiyografik olarak normal bir yutma yapısına dönüştüğünü göstermektedir.

SONUÇ

Fonksiyonel tedavinin başında, özellikle anterior digastrik kaslarda görülen yüksek elektromiyografik aktivite değerleri, fonksiyonel tedavi sonucu artmış overjetin azalması nedeni ile kademeli ve önemli bir şekilde azalmış ve anormal elektromiyografik yutkunma modelinin normaleştiği gözlenmiştir. Sınıf II bölüm 1 maloklüzyonlu hastalar için uygulanan fonksiyonel tedavilerin, bu bireylerin kas aktivite yapısının düzelmesinde etkili olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Rains MD, Nanda R. Soft-tissue changes associated with maxillary incisor retraction. *American Journal of Orthodontics*. 1982; 81, 481-488.
2. Kelly JE, Harvey C. An assessment of the teeth of youths 12-17 years. DHEW Publication No (HRA), Washington DC: National Center for Health Statistics. 1977; 77-1644.
3. Proffit WR, Fields HW, Moray LJ. Prevalance of malocclusion and orthodontic treatment need in the United States: estimates from the N-HANES III survey. *Int J Adult Orthod Orthog Surg*. 1998;13,97-106.
4. Snyder DE. An American board of orthodontics case report. *Am J Orthod*. 1988; 94,6, 453-457.
5. Ingervall B. Prevalance of dental and occlusal anomalies in Swedish conscripts. *Acta Odont Scand*. 1974; 32, 83-92.
6. Kim YH. A comparative cephalometric study of CI II Div 1 nonextraction and extraction cases. *Br J Orthod*. 1979; 49, 77-84.
7. Pfeiffer JP, Grobety D. A philosophy of combined orthopedic orthodontic treatment. *Am J Orthod*. 1982; 81, 185-201.
8. Teuscher U. An appraisal of growth and reaction to extra-oral anchorage. *Am J Orthod*. 1986; 89(2), 113-121.
9. Reid P. Differences in concept. *Am. J. Orthodont*. 1965; 51(7), 490-509.
10. Coben SE. Growth and CI II treatment. *Am J Orthodont*. 1966; 52(1), 5-26.
11. Meikle MC. The dentomaxillary complex and overjet correction in Class II Div 1 malocclusion objectives of skeletal and alveolar remodeling. *Am J Orthod*. 1980; 77(2), 184-197.
12. Graber TM. Functional appliance, In *Orthodontics Current Principles and Techniques*, Ed by Darlene Warfel, 2, The C V Mosby company. 1985; 369-404.
13. Møller E. The chewing apparatus: an electromyographic study of the action of the muscles

- of mastication and its correlation to facial morphology. *Acta Physiol Scand.* 1966; 69, 280, 1-226.
14. Fogle LL, Glaros AG. Contributions of facial morphology, age and gender to EMG activity under biting and resting conditions. *J Dent Res.* 1995; 74,1496-500.
15. Basmajian JV, DeLuca CJ. *Muscles Alive: Their functions revealed by electromyography.* 5th ed. 1986; Williams and Wilkins, Baltimore.
16. Andréßen V, Häupl K. *Funktions—kieferorthopädie; Die Grundlagen des Norwegischen System.* 1936; Leipzig: JA Barth.
17. Moyers RE. Temporomandibular muscle contraction patterns in Angle Class II, division 1 malocclusions; an electromyographic analysis. *Am J Orthod.* 1949; 35, 11, 837-57.
18. Ahlgren J. Early and late electromyographic response to treatment with activators. *Am J Orthod.* 1978; 74, 88-93.
19. Pancherz H. Activity of the temporal and masseter muscles in class II, division 1 malocclusions. An electromyographic investigation. *Am J Orthod.* 1980; 77,6, 679-688.
20. Miralles R, Berger B, Bull R, Manns A, Carvajal R. Influence of the activator on electromyographic activity of mandibular elevator muscles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988; 94,2, 97-103
21. Aggarwal P, Kharbanda OP, Mathur R, Duggal R, Parkash H. Muscle response to the twin-block appliance: an electromyographic study of the masseter and anterior temporal muscles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999; 116,4, 405-14.
22. Witkowska A. An outline of the history of electromyography. The significance of surface electromyography in neurophysiological diagnosis. *Nowiny Lekarskie,* 2008; 77(3): 227-30.
23. Graber TM. The “three M’s”:Muscles, malformation and malocclusion *American Journal of Orthodontics.* 1963; 49,6, 418-450.
24. Ahlgren J. An electromyographic analysis of the response to activator (Andréßen-Häupl) therapy. *Odontol Revy.* 1960; 11-125.
25. Pancherz H, Anehus-Pancherz M. The effect of continuous bite jumping with the Herbst appliance on the masticatory system: a functional analysis of treated class II malocclusions. *Eur J Orthod.* 1982; 4,1, 37-44.
26. Winders RV. Forces Exerted On The Dentition By The Perioral And Lingual Musculature During Swallowing. *Angle Orthod.* 1958; 28,4, 226-235.
27. Moreno I, Sanchez T, Ardizone I et al: Electromyographic comparison between clenching, swallowing and chewing in jaw muscles with varying occlusal parameters. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2008; 13(3): 207-13.
28. Störmer K, Pancherz H. Electromyography of the perioral and masticatory muscles in orthodontic patients with atypical swallowing. *J Orofac Orthop.* 1999; 60(1):13-23.
29. Sood S, Kharbanda OP, Duggal R, Sood M, Gulati S. Neuromuscular adaptations with flexible fixed functional appliance--a 2-year follow-up study. *J Orofac Orthop.* 2011 72(6):434-45.
30. Uysal T, Yagci A, Kara S, Okkesim S. Influence of Pre-Orthodontic Trainer treatment on the perioral and masticatory muscles in patients with Class II division 1 malocclusion. *European Journal of Orthodontics.* 2012; 34(1), 96-101.