

Ortodontik malokluzyonlar ve tedavilerinin havayolu boyutlarına, dil ve hyoid kemik konumuna etkisi

The effects of orthodontic malocclusions and treatments on airway dimensions, tongue and hyoid bone position

Betül ÇA, DDS, Fırat Öztürk, DDS, PhD

nönü Üniversitesi, Di Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Malatya, Türkiye.

Received: 27 September 2011

Accepted: 25 October 2011

ÖZET

Dil ve hyoid kemiğin pozisyonu, başlıca kas ataçmanları itibarıyla; havayolu boyutları da kendisini çevreleyen yapılar itibarıyla maksilla ve mandibulanın ili kisinden etkilenir. Maksilla ve mandibula ili kisinin de i mesine sebep olan malokluzyonlar ve bu malokluzyonların tedavisi dil ve hyoid kemik pozisyonunu, havayolu boyutlarını de i tirmektedir. Bu derlemede bu yapıların çe itli malokluzyonlardan ve yapılan tedavilerden nasıl, hangi derecelerde etkilendi ini özetleyeceğiz.

Anahtar Kelimeler: Malokluzyonlar, ortodontik tedavi, dil konumu, havayolu boyutu, hyoid konumu.

ABSTRACT

Tongue and hyoid bone position, due to the muscle attachments surrounding them and the airway dimensions, depending on the structures that surround them are affected by the relationship of the maxilla and mandible. The malocclusions that influence the relationship between maxilla and mandible and the treatments of these malocclusions can change the airway dimensions, tongue and hyoid bone positions. In this article, we will summarize how and to what extent that these structures are affected by various malocclusions and from the treatments of these malocclusions.

Keywords: Malocclusion, orthodontic treatment, tongue position, airway dimension, hyoid position.

A) HAVAYOLU

Havayolu insan vücudunda ağız ve burun ile bağımlı ve akciğerlerle sonlanan solunum sisteminin bir parçasıdır. Ağızdan ya da burundan solunan hava farinkse iletilip oradan larinkse iletikten sonra trakeaya ulaarak akciğerlere sevk edilir. Havayolunun komponentlerinden biri olan farinks; nazofarinks, orofarinks ve laringofarinks olmak üzere 3 kısımdan oluşur. Nazofarinks burundan alınan havanın ilk durağıdır. Önde burun boşluğuna, yukarıda kafa kaidesine ağızda

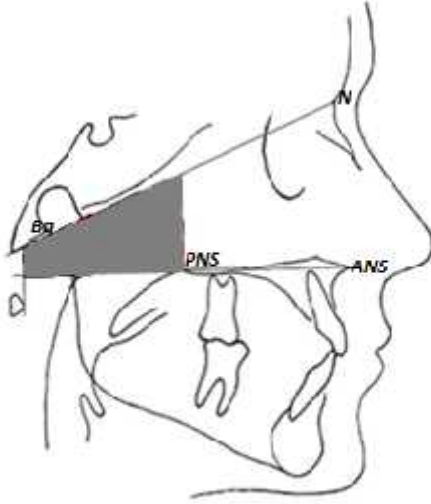
yumuak damak marjinine ve uvulaya uzanır. Tavanında faringeal tonsil vardır. Orofarinks ise ağızdan alınan havanın ilk durağıdır. Yukarıda yumuak damak, ağızda epiglottis, önde dil kaidesinin posterior yüzeyi ve arkasında palatinal tonsil vardır. Genelde 2.-3. servikal vertebra seviyesindedir. Laringofarinks epiglottisin üst kenarından krikoid kartilajın alt kenarına uzanır ve burada özofagusla devam etmeye başlar. 3.-6. servikal vertebra seviyesindedir.¹ Bazı faktörler farinkste darlığı sebebiyet verebilir. Bu faktörler; büyüme geniz eti, iyi huylu tümörler, hipertrofik tonsiller, hamilelik vb.dir. Farinksteki darlığı başlıca olarak havayolu daralır ve burun solunumu ağız solunumuna dönüşebilir. Ağız solunumuyla da yanak, dil, dudak arasındaki nötral denge bozulur ve adenoid

Betül ÇA
nönü Üniversitesi
Di Hekimliği Fakültesi,
Ortodonti AD 44280
Malatya Türkiye,
Tel: 05056957817
e-mail: betulica@hotmail.com

yüz olarak tanımlanan klinik tabloyla karılaılabilir. Adenoid yüzde sıklıkla nazal havayolu boyutlarında azalma, derin damak kubbesi, maksiller çift taraflı çapraz kapanı ve nazal tabanda yükselme gözlenir.²

Havayolu boyutları de erlendirilmesinde kullanılan landmarklar:

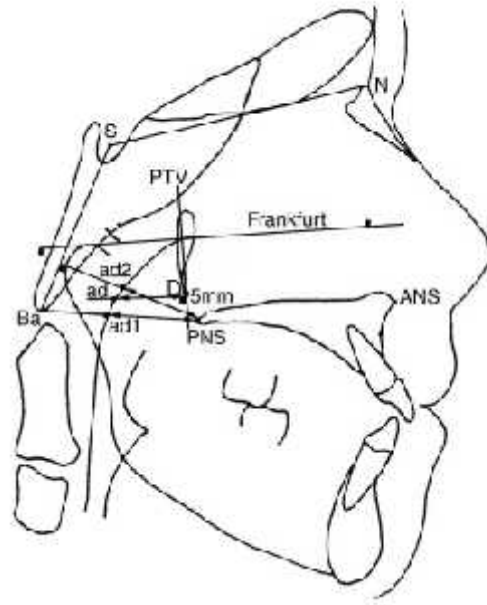
Handlman ve Osborne'a göre total nazofarengeal alanın hesaplanması Resim 1'de gösterilmiştir.³ Linder Aranson da nazofarengeal solunum yolunu Resim 2'de gösterildi i gibi tanımlamıştır.⁴



Resim 1. Ba (basion) - N (Nasion) do rusu, ANS(anterior nasal spina)-PNS (posterior nasal spina)den posteriora uzatılan do ru, PNS den Ba-N a dik çizilen do ru , Ba-N dan atlasın en ön noktasına çizilen do ru arasındaki trapezoid alandır.

B) HYO D

Hyoid solunum yollarının denge ve yeterlili inin sürdürülmesinde ve dilin desteklenmesinde ba dengesinin sa lanmasında rol oynar. Konumu yutkunma bozuklu una, a ız solunumu alı kanlı na, yüzün yapısal bozukluklarına ve ortodontik malokluzyonlara ba lı olarak de i ebilir.



Resim 2. AD1: PNS den en yakın adenoid dokuya uzaklıktır. Adenoid hipertrofisini belirler.

Klinik norm: erkeklerde 20,6 mm kızlarda 14,7 mm (6 ya ında)

Klinik sapma: erkeklerde 5,5; kızlarda 5,6

AD2: PNS den S (Sella)-Ba ya inilen dikmenin PNS den adenoid dokuya kadar olan bölümünün ölçüsüdür. Adenoid hipertrofisini belirler.

Klinik norm: erkeklerde 15,8 kızlarda 14,9 (6 ya ında)

Klinik sapma: erkeklerde ve kızlarda 3,5

D-PTV: PTV (Pterygopalatin fossanın distalinden Frankfurt horizontal düzleme inilen dikme) üzerinde PNS den 5 mm yukarıda i aretlenen bir noktadan(D noktası) en yakın adenoid dokuya olan uzaklıktır. Adenoid hipertrofisini belirler.

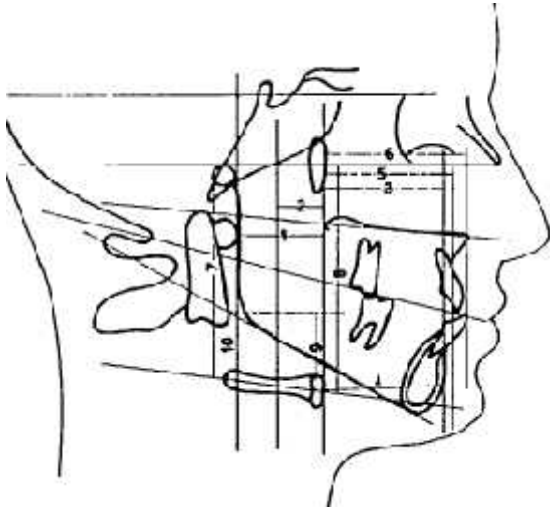
Klinik norm: 7 mm (6 ya ında) (cinsiyet farklılı ı göstermez.)

Klinik sapma: 3,8 mm

Kafa iskeletinde di er kemiklerle do rudan ba lantısı olmayan tek kemiktir. Kaslar tarafından dile, altçeneye, kafa kaidesine, sternuma, tiroidin kıkırdığına ve farinkse tutunur. Ortodontik tedaviyle hyoid pozisyonundaki herhangi bir de i me faringeal hava yollarına yakınlı ından dolayı büyük fonksiyonel öneme sahiptir.⁵

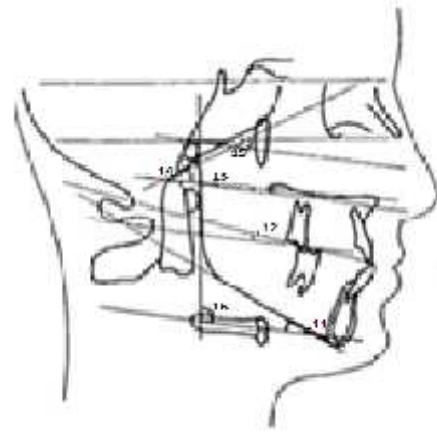
Hyoid kemik konumunun belirlenmesinde kullanılan landmarklar:

Horizontal ve vertikal mesafe ölçümleri (Resim 3) ile açısal ölçümler (Resim 4) kullanılır. Bu landmarklara göre de erlendirme yapılırken tedavi öncesi ve sonrası alınan lateral sefalogramlar kar ıla tırılır. Horizontal ölçümlerdeki artı hyoid kemi in daha anteriorda konumlandığını gösterirken azalma daha posteriorda konumlandığını gösterir. Vertikal ölçümlerdeki artı ise hyoid kemi in daha a a ıda konumlandığını gösterirken azalma daha yukarıda konumlandığını gösterir.⁶



Resim 3.

- 1 At (atlas)- APH(hyoidin en ön noktası)
- 2 S (sella)- APH
- 3 Pog (pogion)- APH
- 5 A (A noktası - APH
- 6 N- APH
- 7-PPH (hyoidin posterior noktası)- FH (Frankfurt horizontal düzlem)
- 8APH- FH
- 9GoP (Goniondan FH a paralel çizilen do ru)- APH
- 10GoP- PPH



Resim 4.

Açısal ölçümler

- 11LAH (hyoidin uzun aksı)- MP (mandibular düzlem açısı)
- 12LAH- FOP (Fonksiyonel okluzal düzlem)
- 13LAH- PP (palatal düzlem)
- 14LAH- BaN (basion-nasion)
- 15LAH- FH
- 16LAH- mandibulanın ramusunun posterior sınırı

C) D L

Konu mada, çi nemedede, a ız içi ve dı ı kuvvetlerin dengede tutulmasında önemli yere sahip olan dil malokluzyonlar ve tedavilerinden etkilenir. Aynı zamanda dil posterior kenarının havayolunun sınırlarından olması ve hyoide tutunması yönüyle hyoid konumundan ve havayolu boyutlarından da etkilenir.

Dil konumunun belirlenmesinde kullanılan landmarklar:

Resim 5 de gösterilen landmarkları de erlendirirken tedavi öncesi ve sonrası alınan lateral sefalogramlar kar ıla tırılır. Pt- Cph ve Va- Cph arası mesafedeki artı dilin daha a a ıda konumlandığını, Pt- Cp ve Va- Cp arası mesafedeki artı dilin daha önde konumlandığını ekinde de erlendirilir.⁷

MALOKLUZYONLAR VE TEDAVLERİN HAVAYOLU BOYUTLARINA ETKİSİ

Sınıf II:

Mergen ve Jacobs ya ortalaması 13 olan 20 normal okluzyonlu ve 20 Sınıf II

malokluzyonlu bireylerde nazofarinkse ait ölçümler yapmı lar; nazofaringeal alan ve derinli in normal okluzyonlu bireylerde Sınıf II malokluzyonlu bireylere göre daha büyük oldu unu, adenoid dokunun Sınıf II bireylerde daha büyük oldu unu, nazofarengel alan ile ANB açısı arasında önemli bir ili kinin bulunmadı nı tespit etmi lerdir.⁸ Kirjavainen M ve Kirjavainen T Sınıf II Bölüm 1 vakalarda mandibular retrognati olmasa da üst havayollarının dar oldu unu bulmu lardır.⁹ Sosa ve ark. ise 7-12 ya arası 80 Sınıf I okluzyonlu, 64 Sınıf II malokluzyonlu bireyden radyografi alarak nazofaringeal havayolu ve adenoid dokuya ait boyut ölçümleri yapmı , iki grup arasında nazofarengel havayolu boyutunda istatikselsel olarak anlamlı bir fark olmadı nı, nazofarengel alan ve ANB açısı arasında herhangi bir ili ki saptayamadıklarını söylemi lerdir.¹⁰

Sınıf III:

Tomonori ve ark. ya ortalaması 8,6 olan 25 Sınıf I ve 20 Sınıf III bireyde havayolunu CBCT (conebeam bilgisayarlı tomografi) ile de erlendirmi ler ve Sınıf III malokluzyonlu bireylerde Sınıf I malokluzyonlu bireylere göre orofarengel havayolunun anlamlı olarak geni oldu unu fakat nazofarengel havayolu boyutları ve üst havayolu hacmi bakımından önemli bir fark olmadı nı bulmu lardır.¹¹

Ya :

Linder-Aronson ve Leighton posterior nazofaringeal duvar üzerindeki yumu ak doku kalınlı nın 5 ya nda en büyük oldu unu bunu takiben 10 ya na kadar azaldı nı 10-11 ya arası hafif bir artı oldu unu ve bundan sonra azalmaya devam etti ini söylemi lerdir. Buna ba lı sagittal nazofarengel havayolunun 5 ya nda en dar oldu unu 10 ya a kadar arttı nı 10-11 ya arası hafifçe azaldı nı 11 ya ndan sonra tekrar arttı nı söylemi lerdir.⁴

Mandibular setback cerrahisi :

Park ve ark. ya ortalaması 25,5 olan 12 hastadan mandibular setback cerrahisinden 1 ay önce ve 6 ay sonra aldıkları lateral sefalogramlarda orta faringeal derinlikte azalma gözlerken CT ile yaptıkları volumetrik ölçümlerde farinkste anlamlı bir de i iklik bulamamı lardır. Orta faringeal derinlikteki azalmayı da mandibulanın geride pozisyonlamasıyla dil ve yumu ak dama n da geride pozisyonlanmasına ba lamı lardır.¹² Hamada ve ark. orofaringeal havayolunun mandibular setback cerrahisiyle de i medi ini bulmu lardır.¹³ Athanasiou ve ark. ise havayolundaki de i imlere uzun dönem baktıkları çalı malarında mandibular setback cerrahisi sonrası a amalı fizyolojik readaptasyon süreciyle orijinal boyutlara geri döndü ünü göstermi tir.¹⁴

RHG:

Kiliç ve ark. Sınıf III malokluzyonlu bireylere RHG ve RME uyguladıktan sonra orofaringeal boyutlarda artı gözlemi lerdir.¹⁵ Sayınsu ve ark. RHG uyguladıkları hastalarda nazofaringeal havayollarında artı bulmu lardır.¹⁶

RME:

Chiari ve ark. tek yada çift taraflı maksiller darlı ı olan bireylere yapılan ekspansiyon sonrası faringeal havayolu boyutlarındaki de i ime bakmı lar ve faringeal havayolu boyutlarında artı bulmu lardır.² Cross ve Mcdonald maksiller darlı ı olanlarda uygulanan RME sonrası nazal yapılarındaki de i imlere nazal template kullanarak bakmı lardır ve nasal kavitenin yüksekli inde tedaviden dolayı sırasıyla sa ve sol kısımlarında ortalama 1,11 ve 1,26 mm artı bulunmu tur.¹⁷ Zahao ve ark. maksiller darlık gösteren hastalarda RME ile orofarinks hacminde olu an de i iklikleri CT ile de erlendirmi ler ve anlamlı bir de i iklik olmadı nı söylemi lerdir.¹⁸ Sökücü ve

arkada ları RME sonrası nazal hacmi ve MCA (minimal kesitsel alan) de erini akustik rinometri kullanarak de erlendirmi ler ve nazal hacimde %29-34 artı , MCA de erinde %29-28 artı bulmu lardır.¹⁹

Mandibular symfazial distraksiyon osteogenzis:

Malkoç ve ark. RME ve simfizyal distraksiyonunun faringeal havayolları, dil ve hyoid pozisyonuna üzerindeki uzun dönem etkisine bakımı lar MSDO (mandibular symfazial distraksiyon osteogenezis) uyguladıklarında faringeal havayolunda önemli bir de i im gözlememi lerdir. RME yaptıklarında faringeal havayolu ölçümlerinde istatistiksel olarak önemli bir de i im bulamamı lardır. MSDO'nun ve RME'nin kombinasyonunda orofarinkste gözlemlenen artı miktarının önemli oldu unu belirtmi lerdir.²⁰

Highpull HG ve aktivatör:

Hänggi ve ark. Sınıf II malokluzyonlu hastalara highpull HG ve aktivatör kombinasyonu uyguladıklarında faringeal parametrelerin (faringeal alan, dil ve post. faringeal duvar arasındaki en kısa mesafe) arttı mı görmü lerdir.²¹

Sınıf II fonksiyonel tedavisi:

Yassei ve ark. Sınıf II Bölüm 1 hastalarında fonksiyonel tedavi sonrası orofarinksin sagittal boyutlarında artı oldu unu belirtmi lerdir.⁷

MALOKLUZYONLAR VE TEDAVLERİN HYOID KEMİK KONUMUNA ETKİSİ

Mandibular setback cerrahisi:

Park ve ark. ya ortalaması 25,5 olan 12 hastaya mandibular setback cerrahisi yapımı lar cerrahiden 1 ay önce ve 6 ay sonra alınan CT kar ıla tırmalarında hyoidin Sella noktasından inen sella çizgisine uzaklı ın azaldı mı yani cerrahi sonrası hyoid posteriora 4 mm yer

de i tirdi ini fakat hyoidin FH (Frankfurt Horizontal Düzleme) olan vertikal mesafesinde anlamlı bir de i iklik olmadı mı saptamı lardır. Hyoidin posteriora konumlanmasını yumu ak damak ve dilin posteriora hareketine ba lamı lardır.¹² Kawakami ve ark. ya ortalaması 22,7 olan 20 kız ve ya ortalaması 21,5 olan 10 erkek hastaya mandibular setback cerrahisi uygulamı lar preoperatif cerrahiden 1 ay sonra, 1 yıl sonra aldıkları sefelogramları kar ıla tırmı lar ve cerrahiden 1 ay sonra Sella-hyoid ve 3. Servikal vertebra-hyoid arası mesafenin anlamlı olarak arttı mı fakat 1 yıl sonra alınan filmlerde bu mesafelerin cerrahi öncesine dönme e iliminde oldu unu söylemi lerdir.²²

Mandibular ilerletme:

Gale ve Kilpelainen cerrahi olarak mandibular ilerletme sonrası hyoidin daha önde ve yukarıda konumlandı mı bulmu lardır.²³

Sagittal split ramus osteotomisi:

Valk ve ark. 18 retrognatik 7 prognatik mandibulası olan 25 hastaya sagittal split ramus osteotomisi uygulamı lardır. ilerletme gruplarında me ve hyoid arasındaki uzaklı ın ve suprahyoid kas gruplarında gerilimin arttı mı, mandibular geriletme gruplarında menton hyoid kemik arası uzaklı ın azaldı mı, suprahyoid ve infrahyoid kaslardaki sinerjistik kuvvetlerin azaldı mı söylemi lerdir.²⁴

Sınıf III:

Adamidis ve Meropi 27 Sınıf I 17 Sınıf III malokluzyonu olan 44 hastada hyoid kemik pozisyonunu incelemi ler ve sınıf III bireylerde hyoidin daha önde konumlandı mı söylemi lerdir.⁶ Graber; hyoid kemi in ön kafa kaidesine ve mandibulaya göre konumunun dilin posturu ve fonksiyonunda belirleyici oldu unu; mandibular, laryngeal ve kranial yapılar arasında yer alan ve kas-ligament ataçmanlarıyla desteklenen hyoidin

fizyolojik bir önemi oldu unu belirtmi tir. Mandibulanın a a 1 ve geri alındı ı Sınıf III tedavilerinde hyoidin de konumunun de i ti ini normal büyüme ile beklenenden daha fazla a a 1 ve daha az da geride yerle ti ini belirtmi tir.⁵

Mandibular symfazial distraksiyon osteogenzis:

Malkoç ve ark. MSDO fazında hyoid pozisyonunda önemli bir de i im gözlemlenmemi lerdir. RME fazında hyoid kemi in pozisyonundaki azalmayı önemli olarak de erlendirmi lerdir.²⁰

FR-1 :

Zhou ve ark. FR-1 le tedavi sonrası hyoidin horizontal olarak daha önde pozisyonlandı mını vertikal olarak da daha a a 1 da pozisyonlandı mını rapor etmi tir.²⁵

MALOKLUZYONLAR VE TEDAV LER N N D L KONUMUNA ETK S

Crossbite

Onodera ve ark. anterior çapraz kapanı mın düzeltimiyle dilin yukarı kalktı mını bulmu lardır.²⁶ Volk ve ark. tek taraflı posterior çapraz kapanı ı olan hastalarda dil posturunu 3 boyutlu olarak de erlendirmi lerdir. Tek taraflı posterior çapraz kapanı ı olan bireylerde normal bireylere göre dilin palatinaldeyken daha konkav, a ız tabanındayken daha konveks oldu unu ve tek taraflı posterior çapraz kapanı vakalarının ço unda dilin a ız tabanında konumlandı mını söylemi lerdir.²⁷

Sınıf II:

Rakosi lateral sefalometride dil pozisyonunu de erlendirmi ve Sınıf II malokluzyonlu bireylerde dil dorsumunun yüksek oldu unu ve nazal solunumla birlikte Sınıf II malokluzyonlu bireylerde dil ucunun geride konumlandı mını söylemi tir.²⁸

Sınıf III:

Rakosi Sınıf III malokluzyonlu bireylerde dil ucunun geride oldu unu söylemi tir.²⁸ Iwasaki ve ark. Sınıf III malokluzyonlu bireylerde Sınıf I malokluzyonlu bireylere göre dilin daha altta pozisyonlandı mını bulmu lardır.²⁹

Tonsillektomi:

Linder-Aranson ve ark. adenoidektomi sonrası nazal hava akımındaki artı ı önemli olarak de erlendirmi lerdir.³⁰ Adamidis ve Spyropoulos nazofarengeal obstrüksiyonlu çocuklarda tonsillektomi ve adenoidektomi sonrası yaptı ı sefalometri çalı malarında dilin palatinal ve posterior yönde konumlandı mını bildirmi tir. Dilin bu yeni konumu anterior di lerin sürmesine izin verebilmekte ve mandibular büyümeye ba lı açık kapanı ta ortadan kalkabilmektedir. Yazar bu de iikli in orofarengeal havayolundaki artı la da ili kili olabilece ini söylemi tir.³¹

RME ve symfizis distraksiyonu:

Malkoç ve ark. RME ve symfizyal distraksiyonla olu an de i ikliklere bakmı lardır. RME uyguladıklarında ve RME ile MSDO'yu kombine uyguladıklarında dil uzunlu unda anlamlı bir azalma gözlemi lerdir.²⁰

Sınıf II fonksiyonel tedavi:

Yassei ve ark. Sınıf II Bölüm 1 hastalarında fonksiyonel tedavi sonrası ANB açısındaki artı la dilin öne gelmesi arasında önemli bir korelasyon oldu unu belirtmi lerdir.⁷

KAYNAKLAR

1. Sancak B, Cumhur M. Fonksiyonel anatomi. 2.baskı. Ankara: Metu press; 2002.s.173-5.
2. Chiari S, Romsdorfer P, Swoboda H, Freudenthaler J. Effects of rapid maxillary expansion on the airways

- and ears a pilot study. *Eur J Orthod* 2009; 31:135–41.
3. Handelman CS, Osborne G. Growth of the nasopharynx and adenoid development from one to eighteen years. *Angle Orthod* 1976;46:243-259.
 4. Linder-Aronson S, Leighton BC. A longitudinal study of the development of the posterior nasopharyngeal wall between 3 and 16 years of age. *Eur J Orthod* 1983;5:47–58.
 5. Graber LW. Hyoid changes following orthopedic treatment of mandibular prognathism. *Angle Orthod* 1978;48:33-38.
 6. Adamidis IP, Meropi NS. Hyoid bone position and Class III malocclusions orientation in Class I. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;101:308-312 .
 7. Yassei S, Bahrololoomi Z, Soroush M. Changes of tongue position and oropharynx following treatment with functional appliance. *J Clin pediater Dent* 2007;31:287-290.
 8. Mergen DC, Jacobs RM. The size of nasopharynx associated with normal occlusion and class II malocclusion. *Angle orthod* 1970;40:342-347.
 9. Kirjavainen M, Kirjavainen T. Upper Airway Dimensions in Class II Malocclusion *Angle Orthod* 2007;77:1046-1053.
 10. Sosa FA, Graber TM, Müller TP. Postpharyngeal lymphoid tissue in Angle Class I and Class II malocclusion. *Am. J. Orthod* 1982;81:299-309.
 11. Tomonori Iwasaki, Haruaki Hayasaki, Yoshihiko Takemoto, Ryuzo Kanomi, Youichi Yamasaki. Oropharyngeal airway in children with Class III malocclusion evaluated by cone-beam computed tomography *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:318.e1-9.
 12. Park JW, Kim NK, Kim JW, Kim MJ, Chang Y. Volumetric, planar, and linear analyses of pharyngeal airway change on computed tomography and cephalometry after mandibular setback surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;138:292-299.
 13. Hamada T, Takashi O, Otsuka R, Honda E, Harada K, Kurabayashi T, Ohyamag K. Mandibular distraction osteogenesis in a skeletal Class II patient with obstructive sleep apnea. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131:415-425.
 14. Athanasiou AE, Toutountzakis N, Mavreas D, Ritzau M, Wenzel A. Alterations of hyoid bone position and pharyngeal depth and their relationship after surgical correction of mandibular prognathism. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;100:259-265.
 15. Kiliç AS, Arslan SG, Özer T. Effects on the sagittal pharyngeal dimensions of protraction and rapid palatal expansion in class III malocclusion subjects. *Eur J Orthod* 2007;30:61-66.
 16. Sayınsu K, Işık F ,Arun T. Sagittal airway dimensions following maxillary protraction: a pilot study. *Eur J Orthod.* 2006;28:184-189.
 17. Cross DL, McDonald PJ. Effect of maxillary expansion on skeletal, dental, nasal structures; a postero-ant.cepholometric study *Eur J Orthod* 2000;22:519-528.
 18. Zhao Y, Nguyen M, Gohl E, James K, Sameshima G , Encisof R. Oropharyngeal airway changes after rapid palatal expansion evaluated with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:71-78.
 19. Sokucu O, Doruk C, Uysal . Comparison of the effects of RME and fan-type RME on nasal airway

- by using acoustic rhinometry. *Angle Orthod* 2010;80:870-875.
20. Malkoç S, Usümez S, Iseri H. Long-term effects of symphyseal distraction and rapid maxillary expansion on pharyngeal airway dimensions, tongue and hyoid position. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132:769-75.
 21. Hanggi MP, Teuscher UM, Roos M, Peltomaki TA. Long term changes in pharyngeal airway dimensions following activator-headgear and fixed appliance treatment. *Eur J Orthod* 2008;30:598-605.
 22. Kawakami M, Yamamoto K, Fujimoto M, Ohgi K, Inoue M, Kiritani T. Changes in tongue and hyoid positions and posterior airway space following mandibular setback surgery. *J Craniomaxillofac Surg.* 2005;33:107-110.
 23. Gale A, Kilpelainen P. Hyoid bone position after surgical mandibular advancement. *Eur J Orthod* 2001;23:695-701.
 24. Valk JW, Zonnenberg AJ, van Maanen CJ, van Wonderen OG. The biomechanical effects of a sagittal split ramus osteotomy on the relationship of the mandible, the hyoid bone and the cervical spine. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;102:99-108.
 25. Zhou L, Zhao Z, Luo D. The analysis of the changes of tongue shape and position, hyoid position in class II, division I malocclusion treated with functional appliances (FR-I). *Hua Xi Kou Qaaing* 2000;18:123-125.
 26. Onodera K, Niikuni N, Yanagisawa M, Nakajima I. Effects of functional orthodontic appliances in the correction of a primary anterior crossbite-changes in craniofacial morphology and tongue position. *Eur J Orthod* 2006;28:373-377.
 27. Jure Volk, Kadivec M, Music MM, Ovsenic M. Three-dimensional ultrasound diagnostics of tongue posture in children with unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;138:608-612.
 28. Rakosi T. An atlas and manual of cephalometric radiography Wolfe medical publications Ltd. 1982:92-96.
 29. Iwasaki T, Hayasaki H, Takemoto Y, Kanomi R, Yamasaki Y. Oropharyngeal airway in children with Class III malocclusion evaluated by cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:318e1-9.
 30. Linder-Aronson S, Woodside DG, Hellsing E, Emerson W. Normalization of incisor position after adenoidectomy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;103:412-427.
 31. Adamidis IP, Spyropoulos MN. The effects of lymphadenoid hypertrophy on the position of the tongue, the mandible and the hyoid bone. *Eur J Orthod* 1983;5:287-294.