

Derleme

Mandibulanın Anatomisi, Embriyolojisi ve Mandibular Foramen'in Klinik Önemi

The Mandible Anatomy, Embryology and Clinical Significance of Mandibular Foramen

Gamze Güreşen¹ , Sevil Kahraman² 

ÖZET

Sagittal split ramus osteotomisi, mandibular travma, benign ve malign lezyonların çıkartılmaları, preprotetik cerrahi, nervus alveolaris inferior'un lokal anesteziinde sinir hasarı ve olası diğer komplikasyonları önlemek için mandibulanın anatomisi, mandibular foramen'in lokalizasyonu ve anatomik varyasyonlarının bilinmesi oldukça önemlidir. Bu derlemenin amacı mandibulanın anatomisi, embriyolojisi ve mandibular foramenin lokalizasyonun klinik önemini ortaya koyabilmektir.

Anahtar Kelimeler: Anatomi; Embriyoloji; Mandibula; Mandibular foramen

ABSTRACT

It is very important to know the anatomy of the mandible, localization of the mandibular foramen and anatomical variations in order to prevent nerve damage and other possible complications in sagittal split ramus osteotomy, mandibular trauma procedures, enucleations of benign and malignant lesions, preprosthetic surgery, local anesthesia of the nervous alveolaris inferior. The aim of this review is to reveal the anatomy, embryology of the mandible and the clinical importance of the localization of the mandibular foramen.

Keywords: Anatomy; Embryology; Mandible; Mandibular foramen

Makale gönderiliş tarihi: 30.03.2022; Yayına kabul tarihi: 28.09.2022

İletişim: Dt. Gamze Güreşen

Emek Mah. Bişkek Cd. 1. Sokak D.No:4 Çankaya /ANKARA Posta Kodu: 06490

E-posta: dtgamzeguresen@gmail.com

¹ Doktora Öğrencisi, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş Çene Cerrahisi Ana Bilim Dalı, Çankaya, Ankara, Türkiye

² Profesör Doktor, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş Çene Cerrahisi Ana Bilim Dalı, Çankaya, Ankara, Türkiye

GİRİŞ

Çiğneme, konuşma gibi fonksiyonlarının yanında estetik açıdan da oldukça önemli olan mandibula ve sahip olduğu oluşumlar; anatomi, antropoloji, plastik ve rekonstrüktif cerrahi, çene cerrahisi ve diş hekimliği gibi birçok klinik dalın her zaman ilgisini çekmiştir. Son zamanlarda, tedavi yöntemlerinin fonksiyonel ve estetik ihtiyaçları karşılayabilmesi için mandibulanın klinik açıdan da önemi artmıştır. Mandibula rekonstrüksiyonunda estetik ve fonksiyonel açıdan kabul edilebilir sonuçların ortaya konulabilmesi için mandibula kemiğinin anatomisinin tam olarak bilinmesi çok önemlidir. Mandibulanın normal morfolojisinin, açılarının, kanallarının sayısı, boyut, yerleşim ve doğrultuları ile yaşla birlikte değişen fiziksel özelliklerinin iyi bilinmesi; cerrahi girişimler ve postoperatif dönemde oluşabilecek komplikasyonların önlenmesi açısından önemlidir. Bu şekilde mandibula rekonstrüksiyonunda seçilen yöntem ve tekniğin en iyi şekilde kullanılabilirliği ve uzun dönemde sonuçlarının kalıcı olması sağlanabilmektedir. Teknikler farklı avantaj ve dezavantajları içermektedir. Hasta için en iyi tedavi metoduna karar verirken komplikasyonlar, mortalite-morbidite oranları ve uzun dönem estetik ve fonksiyonel açıdan kalıcılığının değerlendirilmesi gerekir.¹

Mandibulanın Anatomisi

Mandibula, kafa iskeletinin en büyük ve en kuvvetli kemiği olup aynı zamanda kafa iskeletinin tek hareketli kemiği olarak kabul edilir. Embriyolojik gelişimde orta hatta simfizis bölgesinde birleşen iki kemik ünitenin oluşturduğu U şeklinde bir kemiktir. Dişlerin yer aldığı yatay olarak uzanan korpus mandibula ile arkada iki adet dik bulunan ramus mandibula'dan oluşur. Korpus ve ramus mandibula'nın arasındaki açıya angulus mandibula (gonial açı) denilir.² Ortodontik analizlerde oldukça önem taşıyan bir parametre olup, Xie ve ark.³ yapmış oldukları çalışmalarında bu açının maksimum çiğneme kuvveti üzerinde etkili olduğunu, bu nedenle gonial açıları ve mandibular düzlem açıları dik olan bireylerin daha etkin ve kuvvetli çiğnediklerini belirtmişlerdir. Dişsiz hastalarda ise bu açının değişmesinin nedeninin çiğneme kaslarının atrofisi olduğunu bildirmişlerdir.

Korpus ve Ramus Mandibula

Korpus mandibula, basis mandibula ve pars

alveolaris olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Kemiğin alt yarısı basis mandibula ve dişlerin yer aldığı üst yarısı ise pars alveolaris olarak isimlendirilir. Basis mandibula, sağlam bir yapıda olup pars alveolaris'e göre daha geniş bir kavise sahiptir. Basis mandibula'ya kıyasla dişlerin yer aldığı pars alveolaris, daha az kavislidir. Korpus'un ortası spongiöz bir kemik yapısındayken, iç ve dış yüzeyleri ince bir kompakt kemik yapısındadır. Pars alveolaris bölümü yaşlanmaya bağlı olarak dişlerin kaybıyla birlikte atrofiye uğramaktadır.²

Mandibulanın korpusu ramustan daha kalın olup, maksimum kemik kalınlığı oblik çizgi ve mandibula-hiyoid çizgi seviyesindedir ve bunlar maksimum stres alanlarıdır. Eksternal ve internal lamina özellikle mandibula tabanında kalındır. Mandibulanın ramusu, dörtgen bir kemik laminası şeklindedir. İki yüzeyi ve iki kondili vardır. Yan yüzeyler alt kısımda pürüzlüdür. Angulus mandibula'nın yakınında, masseter kasının bağlanma yeri olan tuberositas masseterika bulunur.⁴

Mandibular foramen, mandibular lingula adı verilen bir kemik yapı ile ön taraftan sınırlı olup lingula, sifonmandibular ligamentin bağlanma yeridir. Lingula, ağız boşluğu mukozasından palpe edilebilir ve mandibular anestezi uygulanırken iğnenin nereye yönlendirileceğini gösterir. Mandibular anestezi esnasında eğer iğne kemik teması alınmadan arkaya doğru çok fazla ilerletilirse parotis bezine girilebilir ve fasiyal sinirin dallarının anestezisi sağlandığından fasiyal paralizi adı verilen yüzün tek taraflı geçici paralizi meydana gelebilir. Bu yüzden maksillofasiyal cerrahide etkili ve doğru bir mandibular anestezi uygulaması için, mandibular foramen ve lingulanın anatomik lokalizasyonları ve bunların olası varyasyonları hakkında bilgi sahibi olunması oldukça önem taşımaktadır.^{5,6}

Tuli ve ark.⁷ yaptıkları çalışmalarında triangular, truncated, nodüler ve asimile olmak üzere 4 çeşit lingula tipinin varlığını tespit etmişlerdir. Lingula'nın morfolojisine yönelik yaptıkları çalışmalarının, bu alanda yapılan ilk araştırma olduğunu da eklemişlerdir.

Ramus mandibula'nın internal yüzünde mandibular kanal mandibular foramen ile başlar. Bu kanal, tek olduğunda trabeküler kemik boyunca, santral kesici dişin alveol seviyesine kadar öne doğru yay şeklinde ilerler. Her iki tarafta premolar dişler bölgesinde

mental foramenler yer alır. Mental sinir, arter ve ven, mandibular kanaldan bu foramenler aracılığıyla ayrılır. Mental foramenin anatomik lokalizasyonunun doğru belirlenmesi ilgili bölgedeki dişlerin çekimi, kist ve tümör operasyonları açısından oldukça önemlidir.⁸

Mandibular foramenin yakınında veya foramenden itibaren milohiyoid sulkus başlar. Bu sulkustan posteriora doğru mandibular ramusun medial yüzeyi düzensizdir ve medial pterigoid kasın yapıştığı tuberositas pterigoiduesu oluşturur. Kasın medial kısmı interpterigoid fasya ile sarılıdır.⁹

Ramus mandibula üst bölümünde koronoid ve kondiloid proses adı verilen çıkıntılara sahiptir. Koronoid ve kondiloid çıkıntılar arasındaki alan incisura mandibula olarak isimlendirilir. Koronoid çıkıntı daha önde konumlanmakta ve temporal kas ile bağlanmaktadır. Kondiloid çıkıntı ise, kaput mandibula ve kollum mandibula'dan oluşur. Kaput mandibula, fossa mandibularise yerleşir ve artikulatiotemporo-mandibularisi oluşturur.¹⁰ Yale ve ark.¹⁰ yaptıkları çalışmalarında, kondiloid çıkıntının oval, düz, anguler ve dışbükey şeklinde farklı anatomik formlara sahip olabileceklerini belirtmişlerdir.

Mandibulanın Embriyolojisi

Prenatal Gelişim

Mandibula, klavikula'dan sonra ikinci olarak kemikleşmeye başlayan kemiktir. Mandibulanın çoğu, Meckel kıkırdağının lateral yüzeyinde kemikleşmiş bağ dokusu şeklindedir. Mandibulanın her yarısında bir kemikleşme merkezi gelişir. Rahim içi gelişimin 6-7. haftasında ortaya çıkar ve mandibular korpus ve ramusun ana bölümünün gelişiminin temelidir. Daha sonra, Meckel kıkırdağından bağımsız olarak yavaş yavaş kemikleşmeye başlayan bağ dokusunda kıkırdak kümeleri oluşmaya başlar. Bu tür kıkırdak kümeleri, koronoid ve kondiloid çıkıntılarının tepesinde, mandibula açısında, mandibulanın her iki yarısının ön uçlarında ve dental arkta oluşur. Bir sonraki adımda, bunların hepsi birleşik bir kemik oluşturur. Doğumdan kısa bir süre önce, mandibulanın her iki yarısı arasındaki bağ dokusunda bir veya iki küçük ossicula mentalia adı verilen mental kemik dokusu oluşturur. Bunlar doğumdan hemen sonra mandibula ile birleşir ve mental protuberance'i oluşturur. Yenidoğan döneminde mandibula, doğumdan sonraki ilk yılda kemikleşen ve

mandibular simfizis ile birbirine bağlanan 2 yarıdan oluşur. Meckel kıkırdağının posterior ucu kulağa yakın bölgeye bağlanır. Kıkırdağın sol ve sağ tarafının anterior uçları neredeyse birbirine temas eder. Kemikleşen posterior uç 2 işitsel kemikçik oluşturur; bunlar malleus ve inkus'tur. Daha sonra anterior uç mandibula ile kaynaşır. Milohiyoid sulkus, Meckel kıkırdağının bulunduğu oluğun kalıntısıdır ve ligamentum sifenomandibulare, kıkırdağı çevreleyen fibröz kılıftan gelişir.^{4,11,12}

Postnatal Gelişim

Başka yüz kemiklerine kıyasla mandibula, en çok büyüme ve gelişimi göstermektedir. Meydana gelen büyüme ve gelişimi; yükseklik, uzunluk ve genişlik olarak üç boyutludur. Postnatal büyüme gelişiminde, kondiler bölgede endokondral kemikleşme mekanizması gerçekleşirken, diğer bölgelerde membranöz kemikleşme rol oynamaktadır. Alveolar kemik, mandibular ramusun posterior kısımları ve kondiler bölge mandibulanın büyüme gelişim merkezleridir. Kondiler bölgedeki endokondral kemikleşme sayesinde kondil başı yukarı ve geri yönde büyüme gelişimini gerçekleştirir. Böylelikle büyüme gelişim sürecinde bir süre önce kondil başının konumlandığı alan kondil boynu halini alır. Kondiler bölgedeki kıkırdaksal faaliyetlerin sonucunda alt çenenin aşağı ve ileri yönde büyümesi gerçekleşmektedir.¹³

Korpus mandibula'nın eksternal kemik yüzeylerinde apozisyonel faaliyetler sonucunda mandibulanın hem genişliği hem de uzunluğu artış göstermektedir. Postnatal dönemde ilk başta çene ucu düz bir görünüme sahipken, mandibulada meydana gelen bir dizi apozisyon rezorpsiyon döngüsüyle kavisli bir hal alır. Yenidoğanlarda maksillomandibular büyüme gelişimin oldukça hızlı olması, vertikal yönde yüzün gelişimini sağlamaktadır.¹⁴

Simfizis mandibula, yenidoğanlarda düz forma sahip fibröz bir eklemdir. Doğumdan itibaren ilk bir yıl içerisinde, sağ ve sol segmentler orta hatta kaynaşmaya başlar. Bu kaynaşmayı takip eden kemikteki remodelling döngüsüyle daha kavisli bir hal alır ve doğumdan sonraki ikinci yılın sonunda segmentler tam anlamıyla kaynaşır. Ramusun gelişiminde ise, iç yüzeyde rezorpsiyon ve dış yüzeyde apozisyon meydana gelmektedir. Bu şekillenme mekanizması yirmi yaş dişlerinin arkta yer kazanabilmesine yardımcı olur.¹⁵

Mandibula, postnatal büyüme gelişim süreci içerisinde ilk başta genişlik, sonrasında uzunluk ve vertikal yöndeki gelişimlerini sona erdirir. İki yaşına kadar büyüme gelişim hızı oldukça yüksek iken sonrasında altı yaşına kadar gelişim hızı azalarak seyretmektedir. Birinci azı dişlerin yerlerini almasıyla birlikte mandibulanın vertikal boyutundaki büyümesi artar. 12-13 yaşlarında ikinci azı dişlerin erüpsiyonları sırasında yeniden vertikal boyut artışı gözlenir ve bu büyüme puberteye kadar devam eder.¹⁶

Mandibulanın büyüme ve gelişime bağlı olarak değişimi

Doğumdan sonra mandibulanın şekli sürekli değişir. Yenidoğanlarda süt kesici, kanin ve molar dişler mandibular korpusdaki küçük çukurcuklar içinde yer alırlar ve dişlerin kökleri tam olarak gelişmediğinden alveol kemiği de gerçek boyutuna ulaşmamıştır. Bu dönemde mandibular kanal nispeten geniş olup mandibular korpusun alt kenarına yakın yerleşmiştir. Mental foramenler, süt 1. molar dişin folikülünün altında konumlanmıştır. Mandibular korpus ve ramus arasındaki açı geniş olup (150°–160°) kondiloid çıkıntı küçüktür. Yenidoğanın mandibulasındaki koronoid çıkıntı büyüktür ve kondiloid çıkıntı seviyesinin üzerinde yer alır.¹¹

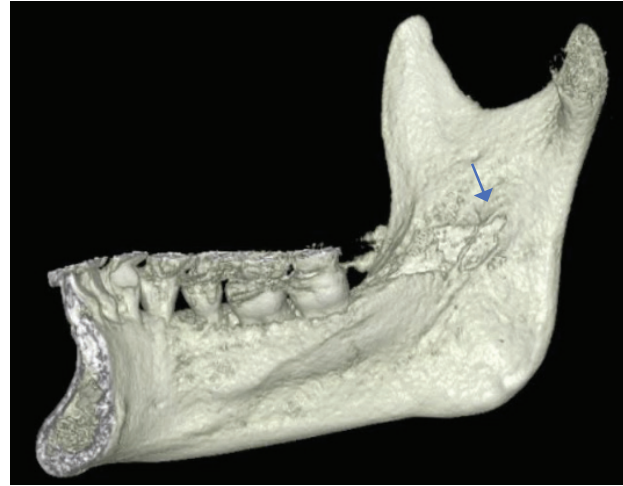
Doğumda sağ ve sol olarak iki ayrı kısımdan oluşan mandibula, doğumdan sonraki bir yıl içerisinde simfiz bölgesinde aşağıdan yukarıya doğru kemikleşmeye başlar. Bu kemikleşme ikinci yılın sonlarına doğru tamamlanır. Daimi dişlerin gelişen folikülleri nedeniyle, mandibular korpus mental foramenden posterioara doğru gelişimine devam eder. Alveolar kısmın gelişmesiyle birlikte mandibular korpus yüksekliği uzayan diş köklerine yer açmak için artar.¹²

Daimi dişler sürmeye başladığında mandibular kanal, milohiyoid sulkusun hemen üzerinde yer alır ve mental foramen öne doğru konumlanarak ikinci premolar diş seviyesinde son yerine ulaşır. Bu aşamada mandibular açının genişliği daha az olup 4 yaşında yaklaşık 140° dir. Yetişkinlerde ise mandibular oranlar farklıdır. Mandibulanın alveolar kısmı ve mandibula tabanı benzer yüksekliktedir. Mandibular foramen kranial olarak hareket eder ve kendisini korpusun merkezinde konumlandırır. Mandibular kanal neredeyse milohiyoid hattına paralel uzanır. Mandibular korpus ve ramus arasındaki açı daha dik olup 120° ile 130° değerlerindedir.^{17,18}

Yaşlılıkta dişlerin kaybindan dolayı mandibulanın alveolar kısmı atrofiye uğrar. Bu değişiklikler sonucunda, mandibular kanal mental foramenlerle birlikte nispeten yukarı doğru hareket eder ve dental arkın yakınında ilerler. Mandibular ramus posterioara doğru açılır, böylece mandibular açı artar ve yaklaşık 140° değerine ulaşır.¹⁹

Mandibular foramen

Mandibular foramen, ramusun medial yüzünde bulunan ve mandibular kanalın başlangıcını oluşturan noktadır. Mandibular foramenin yeri, şekli ve boyutları, inferior alveolar sinir ve inferior alveolar artere bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Hayward ve ark.²⁰ yaptıkları çalışmada mandibular foramenin, ramusun posterior kenarına daha yakın konumlandığını bildirmişler ve cinsiyet, ırk ve yaş açısından anlamlı farklılık olmadığını belirtmişlerdir. Ashkenazi ve ark.²¹ ise mandibular foramenin anteroposterior pozisyonu ve gonial açının büyüklüğünün yaşla olan ilişkisini değerlendirdikleri çalışmalarında, yaşın ilerlemesiyle gonial açının azaldığını ve mandibular foramenin ramusun anterior kenarından uzaklaştığını tespit etmişlerdir (Resim 1).



Resim 1. Mandibular foramenin bilgisayarlı tomografi görüntülerinden elde edilen 3d modeldeki görüntüsü

Mandibular foramen birçok farklı anatomik şekilde olabilir. Hetson ve ark.²² mandibular foramenin şeklinin yanı sıra yükseklik ve genişliğinin de değişiklik gösterebileceğini belirtmişlerdir.

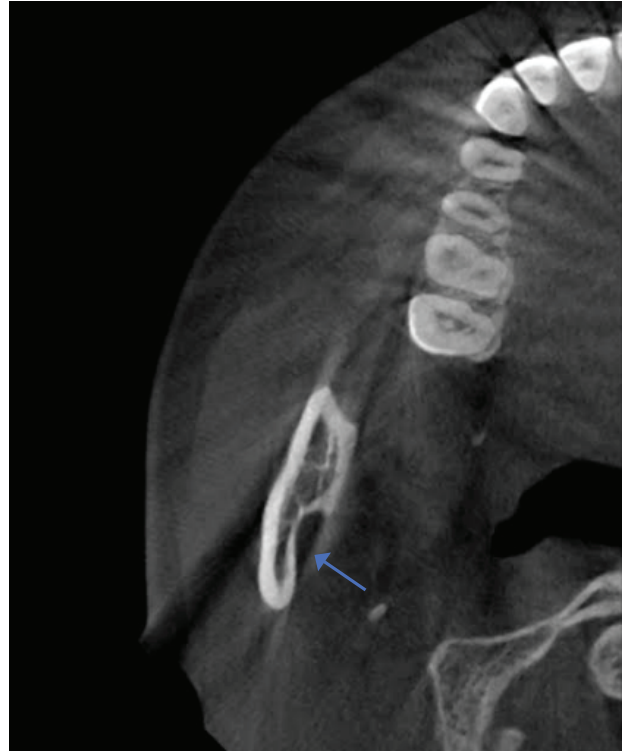
Mandibular foramenin lokalizasyonu çocuk ve yetişkinlerde farklılıklar gösterir ve yetişkinlerde

çocuklara göre daha yukarı seviyede ve horizontal olarak geride konumlanmaktadır. Nicholson ve ark.²³ ise yaptıkları çalışmada mandibular foramenin oklüzal düzlemin aşağısında konulduğunu ve bu anatomik lokalizasyondaki farklılıkların inferior alveolar sinir anestezisindeki başarısızlığın sebebi olabileceğini belirtmiştir. Buna karşılık Mwaniki ve ark.²⁴ çalışmalarında mandibular foramenin bireylerin %60'ında oklüzal düzlemin yukarısında seyrettiğini bildirmişlerdir.

Bazı bireylerde ekstra mandibular foramenler de mevcut olabilir. Bu durumda aksesuar mandibular foramen olarak isimlendirilirler. Murphy ve ark.²⁵ tarafından yapılan çalışmada mandibula ramusundaki aksesuar mandibular foramenin lokalizasyonu ve inferior alveolar sinir blokajındaki öneminden bahsedilmiştir. Aksesuar mandibular foramen, genellikle bifid inferior alveolar sinire sahip olan bireylerde görülür. Aksesuar mandibular foramenler ana mandibular foramenlerden genellikle daha aşağıda konumlanmaktadır. Sanchis ve ark.²⁶ tarafından yapılan çalışmada 2012 hastanın panoramik radyografileri değerlendirilmiş, %0.35 oranda bifid mandibular kanal görüldüğü ve bifid mandibular kanalların kadın cinsiyetinde daha sıklıkla mevcut olduğu bildirilmiştir. Karamifar ve ark.²⁷ ise çalışmalarında mandibular kanalın tek bir mandibular foramen ile başlasa bile transversal veya



Resim 2. Mandibular foramenin bilgisayarlı tomografide sagittal kesitte görüntüsü



Resim 3. Mandibular foramenin bilgisayarlı tomografide axial kesitte görüntüsü

koronal düzlemde bifurkasyon gösterebileceğini, bu nedenle mandibulanın preoperatif bilgisayarlı tomografi ile değerlendirilmesinin önemini vurgulamışlardır (Resim 2, Resim 3).

Inferior alveolar sinir tarafından innerve edilen tüm bölgenin başarılı bir şekilde anestezinin sağlanabilmesi ve sagittal split ramus osteotomisi esnasında olası sinir hasarının önüne geçilmesi için mandibular foramenin lokalizasyonu oldukça önemlidir.^{28,29}

Mandibular Foramenin Klinik Önemi

Yetişkin ve çocuklarda n. alveolaris inferior'un lokal anestezisi, diş hekimliği rutinindeki tedaviler öncesinde sıklıkla uygulanan bir anestezi tekniği olup anestezi solüsyon mandibular foramen etrafına enjekte edilmektedir. Enjeksiyon sonrasında bazı komplikasyonlar meydana gelebilir. Bunlar; n. alveolaris inferior'da sinir hasarı, n. facialis ve n. auriculotemporalis'in blokajı, v. maxillaris, v. jugularis externa'da kanamalar, m. temporalis ve m. pterigoideus medialis'is etkilenmesiyle trismus gelişmesidir.³⁰

Mandibular foramen'in lokalizasyonun belirlenmesindeki yanlışlıklar, bireylerde gözlenen anatomik varyasyonlar ve zayıf anestezi tekniği n. alveolaris

inferior anestezisinin başarısız olma sebepleri olmaktadır. Etkin bir n. alveolaris inferior anestezisi için mandibular foramen'in anatomik lokalizasyonu ve morfometrisi oldukça önemlidir.³¹⁻³³

Mandibular foramen a., v., n. alveolaris inferior'un mandibular kanala giriş noktası olduğu için mandibuladaki en önemli anatomik oluşumlardan birisidir. Bu nedenle diş hekimliği ve maksillofasiyal cerrahi uygulamaları öncesinde mandibular foramenin lokalizasyonun bilinmesi oldukça önemlidir.³⁴

SONUÇ

Ortognatik cerrahi, sagittal split ramus osteotomisi, mandibular travma prosedürleri, benign ve malign lezyonların enükleasyonları, preprotetik cerrahi, n. alveolaris inferior'un lokal anestezisinde sinir hasarı ve olası diğer komplikasyonları önlemek için mandibulanın anatomisi, mandibular foramen'in lokalizasyonu ve anatomik varyasyonları konusunda fikir sahibi olunmalıdır. Konik ışıklı bilgisayarlı tomografi sagittal, frontal ve transversal kesitlerde inceleme imkanı sunduğundan bu bölgenin anatomisini, varyasyonlarını ve diğer yapılarla olan ilişkisini preoperatif olarak değerlendirmek, olası komplikasyonlardan kaçınmak için oldukça önemlidir.

REFERANSLAR

1. Lima FJC, Oliveira Neto OB, Barbosa FT, Sousa-Rodrigues CF. Location, shape and anatomic relations of the mandibular foramen and the mandibular lingula: a contribution to surgical procedures in the ramus of the mandible. *Oral Maxillofac Surg* 2016;20:177-82.
2. Arıncı K, Elhan A. *Anatomi*. 4. baskı. Ankara: Güneş Kitabevi; 2006. s. 48-50.
3. Xie QF, Ainamo A. Correlation of gonial angle size with cortical thickness, height of the mandibular residual body, and duration of edentulism. *J Prosthet Dent* 2004;91:477-82.
4. Radlanski RJ, Renz H, Klarkowski MC. Prenatal development of the human mandible. *Anat Embryol* 2003;207:221-32.
5. Ennes JP, Medeiros RMD. Localization of mandibular foramen and clinical implications. *Int J Morphol* 2009;27:1305-11.
6. Choi DY, Hur MS. Anatomical review of the mandibular lingula for inferior alveolar nerve block. *Folia Morphol* 2021;80:786-91.
7. Tuli A, Choudhry R, Choudhry S, Raheja S, Agarwal S. Variation in shape of the lingula in the adult human mandible. *J Anat* 2000;197:313-7.
8. Sankar DK, Bhanu SP, Susan P. Morphometrical and morphological study of mental foramen in dry dentulous

mandibles of South Andhra population of India. *Indian J Dent Res* 2011;22:542-6.

9. Fabian FM. Observation of the position of the lingula in relation to the mandibular foramen and the mylohyoid groove. *Ital J Anat Embryol* 2006;111:151-8.
10. Yale SH, Allison BD, Hauptfuehrer J. An epidemiological assessment of mandibular condyle morphology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1966;21:169-77.
11. Lipski M, Tomaszewska IM, Lipska W, Lis GJ, Tomaszewski KA. The mandible and its foramen: anatomy, anthropology, embryology and resulting clinical implications. *Folia Morphol* 2013;72:285-92.
12. Lee SK, Kim YS, Oh HS, Yang KH, Kim EC, Chi JG. Prenatal development of the human mandible. *Anat Rec* 2001;263:314-25.
13. Walther DP, Houston WJB, Jones ML, Oliver RG. *W&H Orthodontic Notes*. 6th ed. Oxford: Reed Educational and Professional Publishing; 2000. p. 23-24.
14. Hutchinson EF, L'Abbé EN, Oettle AC. An assessment of early mandibular growth. *Forensic Sci Int* 2012;217:233-8.
15. Schwartz JH, Tattersall I. The human chin revisited: what is it and who has it?. *J Hum Evol* 2000;38:367-409.
16. Smartt JM, Low DW, Bartlett SP. *The Pediatric Mandible: I. A Primer on Growth and Development*. *Plast Reconstr Surg* 2005;116:14-23.
17. Juodzbalys G, Wang HL, Sabalys G. Anatomy of mandibular vital structures. Part I: mandibular canal and inferior alveolar neurovascular bundle in relation with dental implantology. *J Oral Maxillofac Res* 2010;1:e2.
18. Juodzbalys G, Wang HL, Sabalys G. Anatomy of mandibular vital structures. Part II: mandibular incisive canal, mental foramen and associated neurovascular bundles in relation with dental implantology. *J Oral Maxillofac Res* 2010;1:e3.
19. Merrot O, Vacher C, Merrot S, Godlewski G, Frigard B, Goudot P. Changes in the edentate mandible in the elderly. *Surg Radiol Anat* 2005;27:265-70.
20. Hayward J, Richardson E, Malhotra S. The mandibular foramen: its anteroposterior position. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1977;44:837-843.
21. Ashkenazi M, Taubman L, Gavish A. Age-Associated Changes of the Mandibular Foramen Position in Anteroposterior Dimension and of the Mandibular Angle in Dry Human Mandibles. *Anat Rec* 2011;294:1319-1325.
22. Hetson G, Share J, Frommer J, Kronman JH. Statistical evaluation of the position of the mandibular foramen. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1988;65:32-4.
23. Nicholson ML. A study of the position of the mandibular foramen in the adult human mandible. *Anat Rec* 1985;212:110-2.
24. Mwaniki D, Hassanali J. The position of mandibular and mental foramina in Kenyan African mandibles. *East Afr Med J* 1992;69:210-3.

25. Murphy T, Grundy E. The inferior alveolar neurovascular bundle at the mandibular foramen. *Dent Pract Dent Rec* 1969;20:41-8.
26. Sanchis J, Peñarrocha M, Soler F. Bifid mandibular canal. *J Oral Maxillofac Surg* 2003;61:422-4.
27. Karamifar K, Shahidi S, Tondari A. Bilateral bifid mandibular canal: report of two cases. *Indian J Dent Res* 2009;20:235-7.
28. Thangavelu K, Kannan R, Senthil Kumar N, Rethish E, Sabitha S, SayeeGanesh N. Significance of localization of mandibular foramen in an inferior alveolar nerve block. *J Nat Sci Biol Med* 2012;3:156-60.
29. Miloglu O, Yılmaz AB, Çağlayan F. Bilateral bifid mandibular canal: a case report. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2009;14:244-6.
30. Chitre A. *Manual of Local Anaesthesia in Dentistry*. 3rd ed. JP Medical; 2016 .p. 160-165.
31. Lipski M, Pelka P, Majewski S, Lipska W, Gładysz T, Walocha K, *et al*. Controversies on the position of the mandibular foramen: review of the literature. *Folia Med Cracov* 2013;53:61-8.
32. Keros J, Kobler P, Baučić I, Čabov T. Foramen mandibulae as an indicator of successful conduction anesthesia. *Coll Antropol* 2001;25:327-31.
33. Zhou C, Jeon TH, Jun SH, Kwon JJ. Evaluation of mandibular lingula and foramen location using 3-dimensional mandible models reconstructed by cone-beam computed tomography. *Maxillofac Plast Reconstr Surg* 2017;39:1-7.
34. Fındık Y, Yıldırım D, Baykul T. Three-dimensional anatomic analysis of the lingula and mandibular foramen: a cone beam computed tomography study. *J Craniofac Surg* 2014;25:607-10.