
AKADEMİK PERSPEKTİFTEN ANATOMİ

Editör: Dr.Öğr.Üyesi Mehmet SELÇUK



yaz
yayınları

Akademik Perspektiften Anatomi

Editör

Dr.Öğr.Üyesi Mehmet SELÇUK

yaz
yayınları

2025

Akademik Perspektiften Anatomi

Editör: Dr.Öğr.Üyesi Mehmet SELÇUK

© YAZ Yayınları

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

E_ISBN 978-625-5838-20-9

Haziran 2025 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

info@yazyayinlari.com

İÇİNDEKİLER

Serebral Venöz Sistemin Anatomisi ve Klinik Önemi1	
<i>Murat İNCİ, Hamza KASAR, Tuğçe UĞUR KASAR</i>	
Ossicula Auditus Anatomisi ve Klinik Önemi27	
<i>Hamza KASAR, Tuğçe UĞUR KASAR, Murat İNCİ</i>	
Auris Media54	
<i>Tuğçe UĞUR KASAR, Murat İNCİ, Hamza KASAR</i>	
Limbic System: The Amygdala Beyond Boundaries78	
<i>Seda ÇETİN</i>	
Atnalı Böbrek ve Ektopik Böbrek Anatomisi.....94	
<i>Arzu MUMCU</i>	
Alt Ekstremité Tuzak Nöropatileri.....103	
<i>Emre UĞUZ</i>	

"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir."

SEREBRAL VENÖZ SİSTEMİN ANATOMİSİ VE KLİNİK ÖNEMİ

Murat İNCİ¹

Hamza KASAR²

Tuğçe UĞUR KASAR³

1. GİRİŞ

Dura mater sinusları; yüzeysel ile derin venlerdeki, meninkslerdeki ve kalvaryumdaki venöz kanın, ana drenaj sistemidir (Cure, Van Tassel, & Smith, 1994).

Sinus durae matris'ler, dura mater'in lamina interna ve lamina eksterna'sı arasında bulunur. Venae (vv.) cerebri'den gelen venöz kan ve lacunae laterales'lerden gelen beyin omurilik sıvısı, sinus durae matris'ler aracılığı ile drene olur. Sinus durae matris'lerdeki kan, vena (v.) jugularis interna'ya drene olarak dolaşıma katılmaktadır (Arıncı & Elhan, 2020; Mancall L., Brock G, Stranding, & Crossman, 2011).

Sinus durae matris'ler üst ve alt olarak iki gruba ayrılırlar. Üst grup, cerebrum ve calvaria'nın büyük kısmını boşaltır ve sinus sagittalis superior, sinus sagittalis inferior, sinus rectus, sinus occipitalis, sinus transversus ve sinus sigmoideus'tan oluşur. Alt grup ise, sinus sphenoparietalis, sinus cavernosus,

¹ Öğr. Gör. Dr., Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Ermenek Uysal ve Hasan Kalan Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, muratinci11@hotmail.com, ORCID: 0000-0003-4933-3351.

² Dr., Bağımsız Araştırmacı, hamzakasar@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9635-920X.

³ Uzm. Fzt., Bağımsız Araştırmacı, tuuceur@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2171-3048.

sinus petrosus inferior ve plexus basilaris'ten oluşur (Schuenke, Schulte, & Schumacher, 2011).

Sinus durae matris'lerin konfigürasyonları yalnızca kişiler arasında olmaktan ziyade, aynı kişinin her iki serebral hemisferi arasında bile farklı olabilir. Bu durum sinus durae matris'lerin sınıflandırılmasını zorlaştırır (Drake, Vogl, & Mitchell, 2011).

Venlerde kapakçık yer almaz ve duvarlarında da kas lifleri olmadığından epey incedirler. Venöz ağın herhangi bir nedenle hasarı, hemipleji, koma ve hatta ölüme yol açabilir (Arıncı & Elhan, 2020; Ozan, 2014).

2. SEREBRAL VENÖZ SİSTEMİN GELİŞİMİ

Embriyolojik gelişimde 3. haftanın başında, notokordun gelişiminden sonra organ ve dokuların geliştiği 3 germ tabakası farklılaşır. Bu tabakalar dıştan içe doğru ektoderm, mezoderm ve endoderm olarak adlandırılır (K. Moore & Persaud, 2009).

Sinus durae matris'lerin varyasyonları, sinüslerin gelişiminin temeli olan embriyonik venöz kanalların pek çok anastomotik durumları dikkate alınınca daha net algılanacaktır (Cireli et al., 1992). İntrakraniyal venöz yapıların embriyolojik süreci arterler ile benzer şekildedir (Peter, K, & Gazi, 1982).

Embriyolojik gelişimin 4. haftasında, encephalon'un gelişiminin ilk seviyesinde, sol ve sağ taraf mezenkimdeki kan, v. cardinales anterior'a bağlı üç kapiller pleksus ile drene olur. Bu anterior, medial ve posterior pleksuslar v. cardinales craniales'e, v. capitis prima ile bağlanır (Cireli et al., 1992).

Embriyolojik gelişimin 6. haftasında, meninkslerin belirgin hale gelmesi ile v. capitis prima, yüzeyel ve derin olarak ikiye ayrılır. Yüzeyel olan dura mater sinusları, derin olan beynin iç venlerini meydana getirir. Plexus anterior, hemispherium cerebri'nin ve gözün, plexus medialis, cerebellum'un, plexus

posterior ise bulbus ve medulla spinalis'in cervical bölümünün venöz drenajını sağlar (Cireli et al., 1992).

Embriyolojik gelişimin 8. haftasında, plexus medialis ve plexus posterior arasında anastomoz meydana gelir. Bu anastomoz sinus sigmoideus'u oluşturacaktır. V. capitis prima'nın ganglion trigeminale önünde yer alan kısmı sinus cavernosus'un oluşumunu sağlarken, v. cardinales anterior, v. jugularis'i oluşturacaktır. Plexus anterior ve plexus posterior birleşerek sagittal ve tentorial plexus'ları oluşturur. Plexus sagittalis'ten sinus sagittalis superior ve sinus sagittalis inferior'un ilk versiyonları oluşur. Tentorial plexus'tan ise, sinus transversus ve confluens sinuum oluşmaktadır (Cireli et al., 1992). Cerebellum ve truncus encephali geliştikçe, sinus transversus'un anatomik yerleşimi oturmaya başlar, 7. ayda büyümeyi durdurur ve yenidoğan şeklini alır (Lang, 2001). Sinus rectus, tentorial plexus'un birleşmesi ve yeniden düzenlenmesi ile oluşur (Lang, 2001; Osborn, 1999). Telencephalon gelişimi ile sinus rectus aşağı yönde pozisyonlanır ve adı gibi düz konuma gelir (Osborn, 1999).

Tentorial plexus'un posterior plexus ile olan bağlantısı sinus occipitalis'i oluşturur (Cireli et al., 1992). Sinus occipitalis ve sinus marginalis gebeliğin üçüncü ayında görülebilir. Dördüncü ve beşinci aylarda sinus occipitalis'in gelişimi hızlanır. Sinus occipitalis'i oluşturan venöz hatların çoğu her iki sinus transversus'un medial kısmı gibi ilkel yapılardan köken alır (Sener, 1996).

Serebral venöz yapıların büyük bir kısmı fetal dönemin üçüncü ayında ortaya çıkar. Bu süreçte oluşan v. magna cerebri ve sinus sagittalis superior önemli iki yapıdır. Beşinci ayın bitiminde sinus sagittalis superior'a dökülen v. emissaria'lar, v. superficialis'ler ve parankimal venöz kanallar büyük oranda oluşmuştur (Brunori, Vagnozzi, & Giuffrè, 1993; Osborn, 1999).

Fetal dönemin beşinci ayında aksesuar sinus rectus, falcine sinus olarak da adlandırılır. Falx cerebri’de geçici şekilde gözlenir, sinus rectus üzerinde yerleşir ve v. magna cerebri (Galen veni) ile sinus sagittalis superior bağlantısını meydana getirir (Jinkins, 2000). Altıncı ayda kapasitesi artar. Bulbus prominens, falsin sinüsten arda kalan olarak bilinir. Splenium corporis callosi gelişimini 6. ayda tamamladıktan sonra v. magna cerebri, yenidoğandaki halini alır (Widjaja & Griffiths, 2004).

3. SEREBRAL VENÖZ SİSTEMİN ANATOMİSİ

Cerebrum’un venöz dolaşımı kanın, cerebral venlerden sinus durae matris’lere, oradan v. jugularis interna yoluyla cranium’un dışına drene olması ile meydana gelir (R. S. Snell, 2010). Serebral venlerden yüzeysel kısımda bulunanlar vv. superficiales cerebri (yüzeysel beyin venleri), derin kısımlarda bulunanlar ise vv. profundae cerebri (derin beyin venleri) olarak isimlendirilir. Her iki grup vv. diploicae ve vv. emissariae’ler yolu ile sinus durae matris’lere drene olur (Meaney & Sheehy, 2005). Vv. diploicae, vv. emissariae, vv. superficiales cerebri, vv. profundae cerebri ve sinus durae matris’ler, serebral venöz sistemi oluştururlar (Matsushima, Rhoton, de Oliveira, & Peace, 1983).

3.1. Diploicae

Vv. diploicae’ler, calvaria’nın lamina externa ve lamina interna’sı arasına yerleşmiş, endotel ile kaplı kanallardır (Netter, 2007). Kapakçıkları bulunmaz. Genç yaşlarda yassı kafa kemikleri ayrıdır, yaşın ilerlemesi ile kemikler kaynaşırken venler de birbiri ile bağlantı kurar. Vv. meningeae, sinus durae matris’ler ve perikranial venler ile ilişkilidir (Uflacker, 2015). Çok sayıda vv. diploicae, lacunae laterales’lerde sonlanır (Osborn, 1999).

Her iki yanda dört ana vv. diploicae bulunmaktadır:

- V. diploica frontalis, os frontale'nin ön kısmını v. supraorbitalis ve sinus sagittalis superior'a drene eder.
- V. diploica temporalis anterior, os frontale'nin arka kısmı ile os parietale ve os temporale'nin ön bölümlerini sinus sphenoparietalis'e drene eder.
- V. diploica temporalis posterior, os temporale ve os parietale'nin posterior kısımlarını sinus transversus'a drene eder.
- V. diploica occipitalis, occiput'u confluens sinuum'a drene eder.

Vv. diploicae'lerde akımın çok yavaş olmasından ötürü serebral anjiogramlarda genellikle görülemezler (Morris, 2007).

3.2. Venae Emissariae

Vv. emissariae, ekstrakranial venler ile sinus durae matris'ler arasında direkt bağlantı sağlarlar. Foramen (for.) parietale ve for. mastoideum gibi küçük açıklıklardan geçerler. Klinik olarak scalp'taki bakterilerin dura mater'e yayılabileceği ve menenjit oluşturabileceği bir yol meydana getirirler (Schuenke et al., 2011). Bu venlerin kan akımı tek yönlü değildir. Eğer sinus durae matris'lerde kan basıncı fazla olursa, kan v. emissaria yolu ile kafatasının dış kısmına doğru yönelir (Shukla, Hayman, & Taber, 2003). Tersi durumda sinus durae matris'lere akar (Schmidek, Auer, & Kapp, 1985).

Vv. emissariae şunlardır:

- V. emissaria foraminis laceri: Sinus cavernosus ve plexus pterygoideus'u for. lacerum'dan sonra bir araya getirir.
- V. emissaria mastoidea: For. mastoideum'dan geçerek sinus transversus'u, v. auricularis posterior veya v. occipitalis'e bağlar.

- V. emissaria parietalis: Sinus sagittalis superior ile vv. temporales superficiales'i bağlar.
- V. emissaria occipitalis: Confluens sinuum ile v. occipitalis'leri birleştirir.
- V. emissaria condylaris: Sinus sigmoideus ile plexus venosus vertebralis'i canalis condylaris'ten geçip ağızlaştırır.
- Plexus venosus foraminis ovalis: For. ovale'nin ardına, sinus cavernosus'u plexus pterygoideus'a ağızlaştırır.
- Plexus venosus caroticus internus: Sinus cavernosus ile plexus pterygoideus'u canalis caroticus'tan geçerken bir araya getirir.
- Plexus venosus canalis hypoglossi: Sinus sigmoideus'u v. vertebralis ve v. jugularis interna'ya bağlar (Arıncı & Elhan, 2020; Cireli et al., 1992; Shukla et al., 2003).

3.3. Venae Superficiales Cerebri

İnce duvarlı olup kapakçıkları bulunmaz. Pia mater içinde yer alırlar. Spatium subarachnoideum ve subdurale'den geçer, arachnoidea ve dura mater encephali'yi delerek sinus durae matris'lere, kan akımının zıt yönünde olacak şekilde drene olurlar (Pansky & Gest, 2015). Kanı, cortex cerebri'den ve substantia alba'dan direk olarak sinus durae matris'lere drene ederler (Schuenke et al., 2011). Kortikal venöz drenaj paternleri değişken ve asimetriktir. Arterlerin dağılım yerleri ile ilişkili değildir. Vv. superiores cerebri, vv. mediae superficiales cerebri ve vv. inferiores cerebri olarak üç yapıda incelenir (R. S. Snell, 2010).

3.3.1. Venae Superiores Cerebri

Hemispherium cerebri'nin konveks dış kısmında, fissura cerebri lateralis'in superior ve medial bölgesinden gelen kanı drene eden pek çok ven, birleşerek sinus sagittalis superior'a açılır (Cireli et al., 1992; Tamraz, Comair, & Tamraz, 2004).

3.3.2. Venae Mediae Superficiales Cerebri (Sylvius'un Yüzeyel Venleri)

Sulcus lateralis cerebri içinde ilerleyen bu ven, insula ve çevre bölgesinin kanını alarak genellikle sinus cavernosus'a, düşük oranda da sinus petrosus superior ya da sinus sphenoparietalis'e drene olur (Hopkins, 1999; Jinkins, 2000).

V. anastomotica superior (Trolard veni), frontoparietal ven olarak da adlandırılır, geniş olmasına karşın çok varyatiftir. Sulcus lateralis cerebri içindeki vv. mediae superficiales cerebri'den sinus sagittalis superior'a drene olur (Standring, Ellis, Healy, Johnson, & Williams, 2008).

V. anastomotica inferior (Labbe veni), sulcus lateralis cerebri'deki vv. mediae superficiales cerebri'den posterolaterale giderek sinus transversus'a drene olur (K. L. Moore, Dalley, & Agur, 2013; Snell, 2004).

3.3.3. Venae Inferiores Cerebri

Hemispherium cerebri'nin alt bölümünün venöz kanını drene ederler. Sinus cavernosus, sinus petrosus superior ve sinus transversus'a açılırlar. Lobus frontalis'in orbital kısmında kalanlar, vv. superiores cerebri ile birleşerek sinus sagittalis superior'a açılırlar (Ozan, 2014).

3.4. Venae Profundae Cerebri

Diencephalon, bazal ganglionlar, plexus choroideus ve periventriküler bölgeler gibi beynin derin kısımlarını drene ederler (R. S. Snell, 2010). V. magna cerebri (Galen veni), v. basalis (Rosenthal veni), vv. internae cerebri, v. choroidea ve v. thalamostriata bu gruptadır (Arıncı & Elhan, 2020).

3.4.1. Vena Magna Cerebri (Galen Veni)

Sağ ve sol v. cerebri interna, v. basalis, v. occipitalis ve v. posterior corporis callosi'ye ait dalların birleşmesi ile oluşur. Kısa

U şeklinde olup splenium corporis callosi etrafında posterosuperior'a doğru yay çizer. Sinus rectus'u oluşturmak için sinus sagittalis inferior ile birleştiği kısımda, tentorial apeks seviyesinde sonlanır (Singh, Nagashima, & Inoue, 2004).

3.4.2. Vena Basalis (Rosenthal Veni)

Sulcus lateralis cerebri'nin derinliğinde lobus temporalis'in uncus'unun komşuluğunda, v. media profunda cerebri, vv. thalamostriatae inferiores ve vv. anteriores cerebri'nin substantia perforata anterior'da bir araya gelmesi sonucu oluşur. Splenium corporis callosi'nin hemen altında vv. internae cerebri ve vena basalis, v. magna cerebri'yi oluşturmak için birleşirler. Fossa interpeduncularis, cornu inferius (ventriculus lateralis), mesencephalon ve gyrus hippocampi (gyrus parahippocampalis)'yi drene eder (Cireli et al., 1992; Osborn, 1999; R. S. Snell, 2010).

3.4.3. Venae Internae Cerebri

V. thalamostriata superior ile v. choroidea superior'un birleşmesi ile oluşur, cerebrum'un derin yapılarını drene eder. For. interventriculare'nin arkasında başlar, orta hattın yanında tela choroidea ventriculi tertii içinde yer alır ve çifttir (Morris, 2007).

3.4.4. Vena Choroidea

Plexus choroideus hattı üzerinde uzanır, hippocampus, fornix ve corpus callosum'dan venöz dallar alır (Standring et al., 2008).

3.4.5. Venae Thalamostriatae

V. thalamostriata superior (v. terminalis) ve vena thalamostriata inferior olmak üzere iki tanedir. V. thalamostriata superior, thalamus ve corpus striatum arasında bulunur. Bu iki yapıdan da pek çok dallar alıp for. interventriculare yakınında v. choroidea ile birleşerek v. cerebri interna'ya açılır. V.

thalamostriata inferior, thalamus ve corpus striatum'un venlerinden oluşur. Substantia perforata anterior'a ilerleyerek v. basalis (Rosenthal veni) veya v. media profunda cerebri (Sylvius'un derin venleri)'ye açılır (Arıncı & Elhan, 2020).

Vv. superficiales cerebri, vv. profundae cerebri ile anastomozlar aracılığı ile iletişim kurar. İki bölge arasındaki sınır hatlarında akım tersine dönebilir (Schuenke et al., 2011).

3.5. Sinus Durae Matris

Beynin venöz dolaşımı, venöz kanın serebral venler aracılığıyla sinus durae matris'lere ardından da v. jugularis interna vasıtası ile cranium dışına drene olması ile gerçekleşir. Sinus durae matris'ler, cerebrum'u saran zarların en kalını olan dura mater encephali'nin iki yaprağı arasında bulunur ve lümenlerinde venlerin iç kısmını kaplayan endotel yer alır (R. S. Snell, 2010). Sinus durae matris'ler dura mater'in kalın bağ dokusu nedeni ile periferde yer alan venlerin esnekliğinden uzak, kapakçık ve kas dokusu içermeyen kanallardır. Bulundukları alana göre posterosuperior ve anteroinferior şeklinde iki gruptur (Lantos, 2009; Netter, 2007).

Posterosuperior grup, sinus sagittalis inferior, sinus sagittalis superior, sinus transversus, sinus rectus, sinus occipitalis ve sinus sigmoideus'tan oluşur (Arıncı & Elhan, 2020).

3.5.1. Sinus Sagittalis Superior

Sinus sagittalis superior, for. caecum'dan (burada cavitas nasi'de bir v. emissariae ile bağlantılı olabilir) orijin alıp, arkaya kavis alarak, falx cerebri'nin üst tarafında uzanır, ardından protuberentia occipitalis interna'da genişleyerek confluens sinuum adını alır (Pansky & Gest, 2015).

Sinus sagittalis superior, beynin yüzeyel venöz drenajının büyük bölümünü sağlar. Sinus sagittalis superior, küçük deliklerle

her iki yandaki iki ya da üç lacunae laterales'ler ve vv. superiores cerebri ile ilişkilidir, çok sayıda villi arachnoidea ve granulationes arachnoidea, lacunae laterales'e bağlanır, lacunae laterales'lere, vv. diploicae ve vv. meningeae drene olur (Dere, 2000; Snell, 2004).

Granulationes arachnoidea (Pacchioni korpüskülleri)'nin bir kısmı sinus sagittalis superior'a direk açılırken, kalan kısmı da lacunae laterales'ler yolu ile açılacaktır (Arıncı & Elhan, 2020).

3.5.2. Sinus Sagittalis Inferior

Sinus sagittalis inferior, falx cerebri'nin serbest alt kısmının posterior yarısında yer alır. Falx cerebri'nin venleri ile beyin hemisferlerinin medial yüzünden gelen venler drene olur. Seyri sırasında arkaya doğru gittikçe kalınlaşır ve arka kısımda v. magna cerebri (Galen veni) ile tentorium cerebelli'nin ön ucunda birleşerek sinus rectus'u oluşturur (Drake et al., 2011; James & Hiatt, 2010).

İnsanlarda %10 oranında sinus sagittalis inferior bulunmaz, bu durumda sinus sagittalis superior'un venöz drenajı sağladığı düşünülür. Yapılan anatomik lateks enjekte kadavra çalışmasında, sinus sagittalis superior ve sinus sagittalis inferior'a ek olarak falx cerebri'nin içinde de venöz pleksus bulunduğu bildirilmiştir (Tubbs et al., 2007).

3.5.3. Sinus Rectus

Falx cerebri'nin, tentorium cerebelli ile birleştiği noktada bulunur. Sinus sagittalis inferior ve v. magna cerebri (Galen veni)'nin birleşmesi ile meydana gelen sinus durae matris'tir. Genellikle sol sinus transversus olarak, protuberantia occipitalis interna seviyesinde son bulur (Cireli et al., 1992; Cure et al., 1994; Snell, 2004).

Confluens sinuum'a doğru ilerleyişi sırasında tentorium cerebelli'den her zaman görülemeyebilen dallar alır. Anatomik diseksiyonların %85'inde tek, orta hat kanalı olarak bulunmasına karşın, kalan %15'te ise çiftli, hatta üçlü olarak gözlenir. Sinus rectus ortalama 5 cm uzunluğundadır (Cireli et al., 1992; Osborn, 1999).

3.5.4. Sinus Transversus

Protuberentia occipitalis interna düzeyinde başlayan iki adet sinus durae matris'tir. Sıklıkla sağ taraftaki, sinus sagittalis superior'un, sol taraftaki ise sinus rectus'un devamı olarak başlamaktadır. Tentorium cerebelli ile cavitas cranii'nin arka dış yan duvarları ile kesiştiği kısımda confluens sinuum'dan horizontal yöne devam ederler (Drake et al., 2011). Tentorium cerebelli'nin ardına, sinus sigmoideus olarak devam eder. Sinus transversus'un yapısı üçgen şeklindedir ve çoğu zaman sinus sagittalis superior'un devamı olan alan daha kalındır. Vv. inferiores ve superiores cerebri ile vv. diploicae, sinus transversus'a drene olurlar ayrıca, sinus petrosquamosus bulunduğu sinus transversus'a drene olur (Arıncı & Elhan, 2020; Pansky & Gest, 2015).

3.5.5. Sinus Sigmoides

Sinus transversus'ların devamıdır. Her bir sinus transversus, aşağı, iç yana döner ve os temporale'nin mastoid kısmında sulcus sinus sigmoidei'yi oluşturur. Bu kısım antrum mastoideum'un arkasında bulunur, sonrasında her biri aşağı doğru dönerek for. jugulare'nin arkasından geçer ve bulbus superior venae jugularis olarak devam eder. Pars petrosa'nın arkasında fossa cranii posterior'da bulunur (Pansky & Gest, 2015; R. S. Snell, 2010). V. emissaria condylaris ve v. emissaria mastoidea vasıtasıyla pericranium'un venleriyle anastomoz halindedir (Arıncı & Elhan, 2020).

3.5.6. Sinus Occipitalis

En küçük sinus durae matris'tir. Genellikle çift iken bazı varyasyonlarda tek olarak görülmüştür. Falx cerebri'nin os occipitale'ye tutunan arka kenarınca uzanır. Birçok venin for. magnum etrafında birleşmesi ile oluşur, burada vv. vertebrales ile birleşerek arkada confluens sinuum'la, önde de plexus venous vertebralis internus ile bağlantılıdır (R. S. Snell, 2010).

Anteroinferior grup, sinus intercavernosi, sinus cavernosus, sinus petrosus inferior, sinus petrosus superior ve plexus basilaris'ten oluşur (Arıncı & Elhan, 2020).

3.5.7. Sinus Cavernosus

Bilateral şekilde sella turcica'nın her iki tarafında, corpus ossis sphenoidale üzerinde bulunur. Sinus cavernosus'ların ikisi de önde fissura orbitalis superior'dan arka kısımdaki os temporale'nin apex partis petrosae'sına kadar uzanır. Ortalamada 1 cm en genişliğine, 2 cm de boy uzunluğuna sahiptir. Corpus cavernosum penis'in yapısına benzemesi nedeni ile ismi verilmiştir (Arıncı & Elhan, 2020; Moore, 2006).

Sempatik sinir pleksusu ile çevrelenmiş arteria (a.) carotis interna, sinus cavernosus'tan geçer ve nervus (n.) abducens tarafından çaprazlanır. A. carotis interna ve sinir yapıları kandan endotel bir kılıf ile ayrılır. Sinus cavernosus'un lateral duvarında yukarıdan aşağı yönde, n. oculomotorius, n. trochlearis ve n. trigeminus'un terminal dalları (n. ophthalmicus ve n. maxillaris) yer alır (Moore, 2006; Snell, 2004).

Sinus cavernosus; v. ophthalmica superior, v. media superficialis cerebri ve sinus sphenoparietalis'i drene eder. Sinus cavernosus'un drenajı, sinus petrosus superior ve sinus petrosus inferior'a olur. V. ophthalmica superior ve plexus pterygoideus'un sinus transversus ile olan bağlantısını, sinus petrosus superior ile sağlar. V. ophthalmica superior ve plexus

pterygoideus'un, v. jugularis interna ile olan bağlantısını ise sinus petrosus inferior ile sağlar (Pansky & Gest, 2015).

3.5.8. Sinus Intercavernosi

Sinus cavernosus'un anterior ve posterior kısmını transvers olarak birbirine bağlar, çift halde bulunur. Anterior bölümde bulunan hipofizin önünden, posterior bölümde olan ise hipofizin arkasından geçip, sinus cavernosus ile hipofiz etrafında venöz bir çember oluşturur. Çoğunlukla anterior bölümde bulunan daha kalındır ve bazen sinus transversus'un anterior ucuna drene olabilir. Sinus intercavernosi'lere, vv. cerebri inferiores ve cavitas tympanica'nın venleri açılır (Arıncı & Elhan, 2020).

3.5.9. Sinus Petrosus Superior

Pyramis'in üst kenarı boyunca uzanan küçük bir sinus durae matris olup, sinus cavernosus'u sinus transversus'a bağlar, kendisi de sinus transversus'a drene olur. Sinus petrosus inferior ve plexus basilaris ile bağlantılıdır (Snell, 2004).

3.5.10. Sinus Petrosus Inferior

Os temporale'nin pars petrosa'sı ile os occipitale arasında sulcus sinus petrosus inferior bulunur. For. jugulare'den geçen yapıların, en önde olanıdır. Bulbus superior venae jugularis'e drene olur. Vv. labyrinthi'ler sinus petrosus inferior'a drene olur. Sinus cavernosus'u v. jugularis interna'ya bağlar (Ozan, 2014).

3.5.11. Plexus Basilaris

Os occipitale'nin, pars basilaris kısmı üzerinde yer alır. Birbiri içine girmiş venöz kanallardan oluşur. Sinus petrosus inferior'ları birleştirir. Plexus venosus vertebralis internus anterior ile bağlantılıdır (Drake et al., 2011; Netter, 2007).

Sinus durae matris'lerdeki çok sayıdaki anastomozlar ve kan akış yönleri nedeni ile bir sinus durae matris'in izole

oklüzyonunda herhangi bir klinik semptom görülmeyebilir (Schuenke et al., 2011).

4. SEREBRAL VENÖZ SİSTEMİN KLİNİĞİ

4.1. Serebral Ven Trombozu

Beynin arteriyel tıkanma kökenli hastalıklarına göre daha az sıklıkta görülür. Serebral ven trombozu (SVT), beyin damar rahatsızlıklarının %1-2'sini kapsar. Genel olarak her yaş grubunda görülebilmesine karşın 20-40 yaş aralığında ve kadın popülasyonunda daha yoğun (%75) olarak gözlenir (Filippidis, Kapsalaki, Patramani, & Fountas, 2009; Masuhr, Mehraein, & Einhüpl, 2004; Renowden, 2004; Saposnik et al., 2011; Stam, 2005; Thorell, Parry-Jones, Punter, Hurford, & Thachil, 2015).

SVT ile ilişkili en yaygın nedenler ile risk durumları şunlardır:

Genetik protrombotik durumlar; antitrombin, protein C ve protein S eksikliği.

Edinilmiş protrombotik durumlar; nefrotik sendrom, gebelik ve puerperium (lohusalık) (Ferro, Canhão, Stam, Bousser, & Barinagarrementeria, 2004).

Enfeksiyonlar; otitis, mastoiditis, sinüzit ve menenjit.

Kollajen-vasküler hastalıklar; sistemik lupus eritematosus, sarkoidoz, Behçet hastalığı (deVeber et al., 2001).

Hematolojik durumlar; polisitemi, lösemi, anemi, orak hücre hastalığı.

İlaçlar; oral kontraseptifler, tamoksifen (Ennaifer et al., 2009).

Mekanik nedenler; travma, beyin cerrahi işlemleri esnasında meydana gelen durumlar.

Diğer nedenler; dehidratasyon, kanser (Schievink & Maya, 2008).

SVT’de çok sayıda semptom gözlenebilir ve SVT klinikte, iskemik veya hemorajik kaynaklı inme, tümör, beyin apsesi, ensefalopati, idiyopatik intrakranial hipertansiyon ve migren gibi farklı birçok hastalığın semptomları ile karıştırılabilir (Kamışlı et al., 2009). Arteriyel kökenli tıkanmalara karşın, SVT başlangıcı ortalama olarak, akut (2 gün veya daha az, %20-30), subakut (2 gün-1 ay, %50-80) ya da kronik (2 aydan fazla, %10-20) seyirli olabilir (M. Bousser & Russel, 1997).

Baş ağrısı, %95’e varan görülme sıklığı ile en sık karşılaşılan bulgudur. Baş ağrısına başka nörolojik bulgular da eşlik eder. SVT ile ortaya çıkan kafa içi basınç artışı sendromu (KİBAS); bulantı, kusma, papil ödemi, görme bozuklukları ve nöbet gibi bulgulara neden olabilir (De Bruijn, De Haan, & Stam, 2001; Leker & Steiner, 2000). Bu hastalarda ayrıca, fokal nörolojik defisit ve bilinç bozukluğu da meydana gelebilir. Fokal nörolojik defisit bazı olgularda hemiparezi şeklinde gözlenebilirken bazen de özellikle sinus sagittalis superior’un tutulduğu olgularda, alt ekstremitelerde güçsüzlük biçiminde gözlenebilir. Ek olarak afazi, ataksi, kore ve hemianopsi gibi bulguların da gözleendiği kaydedilmiştir. Bilinç kaybı ise konfüzyondan komaya kadar geniş spektrumda görülebilir. Kranyal sinir tutulumu ile kulak çınlaması, işitme kaybı gözlenmesinin yanı sıra görmede bulanıklaşma, çift görme, fasiyal kuvvetsizlik de meydana gelebilir (Buccino, Scoditti, Patteri, Bertolino, & Mancina, 2003).

SVT’den şüphelenildiğinde, acil durumlarda ilk araştırma metodu kranyal Bilgisayarlı Tomografi (BT)’dir. BT’de, vakaların ortalama olarak üçte birinde, SVT’nin direkt bulguları görülür. Günümüzde SVT’nin tanı ve gözleminde en iyi metot, Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) ve Manyetik Rezonans

Venografi (MRV) olarak kabul edilir (M.-G. Boussier, 2000; Ferro et al., 2004).

SVT vakalarının tedavisinde farklı metotlar uygulanmaktadır. Genelde, antiepileptik tedavi başlanmakta, kafa içinde artan basıncı azaltma amaçlı kortikosteroid, asetazolamid kullanılmakta ve lomber ponksiyon uygulamaları yapılmaktadır. İnfeksiyon durumunda ise antibiyotik tedavileri verilmektedir. Antikoagülasyon uygulanması, süre ve dozları ise net değildir (Coutinho, de Bruijn, Deveber, & Stam, 2011; Einhäupl et al., 2010).

SVT tanısı ile takipli hastaların %86'sında hiçbir nörolojik sekel gözlenmez iken, %20'sinde tekrarlayan SVT, nöbet (%10) ve farklı bir tromboembolik rahatsızlık (%4) gözlenmiştir (Masuhr et al., 2004). Yapılan çalışmada, intraserebral kanamayla beraber ilerleyen SVT hastalarında, ileri yaş, cinsiyetin erkek olması, motor gerilik ve sinus transversus trombozunun hastalığın seyri açısından olumsuz faktörler olduğu bildirilmiştir (Giro et al., 2007).

SVT erken tanı ile uygun tedavi edilmediği müddetçe mortalite ve morbiditesi bir hayli yüksek bir rahatsızlıktır. Mortalite son yıllardaki çalışmalara bakıldığında %6-10 aralığındadır (Öztürk, 2007).

4.2. Scalp Yaralanmaları

Scalp üzerindeki yaralanmalar sonucu, bölgedeki mikroplar, vv. emissariae'nin kafa dışı venler ile olan bağlantılarından dolayı, sinus durae matris'lere ve kafa içine yayılabilir (Paulsen & Waschke, 2011).

4.3. Kafa Travmaları

V. magna cerebri (Galen veni) sinus rectus'a esnemeyecek şekilde tutunduğu için doğum sırasında yaralanması, ölümcül sonuçlara sebep olabilir (Pansky & Gest, 2015).

Basis cranii kırıklarında, sinus cavernosus'un içinde konumlanan a. carotis interna yırtılabilir bunun sonucunda sinus genişler ve v. ophtalmica superior'larla birlikte bağlantılı venlere kan geçişi olur, sonuçta göz dışarı doğru çıkar (exophthalmos), conjunctiva kanlanır (chemosis). Sinus cavernosus'un yaralanması durumunda, n. oculomotorius, n. trochlearis, n. trigeminus ve n. abducens de hasarlanabilir (Moore, 2006).

Kafa travması, dura mater ile arachnoidea mater arasında yer alan bir köprü venin rüptürüne yol açar. Özellikle venin, sinus sagittalis superior'a bağlandığı yerde olur. Venöz kan dura mater ile arachnoidea mater arasındaki subdural aralığa sızar. Kanamanın ana kaynağının venöz olmasından ötürü, artan intrakraniyal basınç ve kütle etkisi arteriyel kaynaklı bir epidural hemorajiden daha yavaş olur (Pansky & Gest, 2015; Schuenke et al., 2011).

Yüzün venlerinin, v. ophtalmica superior'lar yolu ile sinus cavernosus'la olan bağlantısı klinik olarak büyük önem taşır. Angulus oculi medialis, burun ve dudaklardan gelen venöz kan, genelde aşağı yönde v. facialis'e drene olur. V. facialis'te kapakçık olmamasından ötürü kan, yukarı yönde v. ophtalmica superior vasıtası ile sinus cavernosus'a geçebilir. V. facialis'te tromboflebitis (venin inflamasyonunda sekonder olarak gelişen tromboz) meydana geldiğinde, kopan tromboz parçaları (tromboembolizm), sinus cavernosus'ta tromboflebitis'e sebep olabilir. Üst dudakta ya da burun üzerindeki bir iltihabi oluşumun (sivilce) sıkılması, v. facialis'lerde olan enfeksiyon halinin sinus durae matris'lere yayılmasına neden olabilir (Moore, 2006).

4.4. V. Magna Cerebri Genişlemesi

V. magna cerebri (Galen veni) genişlemesinin iki türü tanımlanmıştır. İlki kardiyak bozukluğa sahip yenidoğanlarda görülür, ikincisi anatomik varyasyon olarak artmış venöz kan drenajının v. magna cerebri ve sinus rectus arasında orantısızlık

oluşturması ile görülür (Lasjaunias, Terbrugge, Piske, & Manelfe, 1987; Mortazavi et al., 2013).

V. magna cerebri genişlemesi az sayıda vakada raporlanmış, raporlanan çoğu vakada, gelişimsel venöz anamoli sonucu v. magna cerebri genişlemesi görüldüğü raporlanmıştır (Hassan, Nassar, & Elghandour, 2010; Lasjaunias et al., 1987; Xu, Zheng, Chen, & Chen, 2017).

Çalışmada (Genovese, Galassi, Capasso, Malagoli, & Vallone, 2020), MR görüntüleri kazara göstermiştir ki, v. magna cerebri'deki dilatasyonun nedeni, sinus rectus'un ön ucundaki granulationes arachnoide'dan dolayı kaynaklanmaktadır.

Granulationes arachnoidea'ların %17'si sinus rectus'ta lokalize olmuştur, kontrastlı görüntülerde içerik bakımında BOS sıvısı ile benzeştiği görülmüştür (Liang et al., 2002).

Olgu sunumundaki (Genovese et al., 2020), hastanın v. magna cerebri'deki dilatasyonunun nedeninin sinus rectus'ta bulunan granulationes arachnoidea kaynaklı olduğu, düşük venöz akım ve MR bulguları ile teşhis edilmiştir.

V. magna cerebri'deki dilatasyon özel olarak semptom göstermemekte, kafa travması gibi durumlarla benzer semptomlar göstermektedir. Baş ağrısı, mental reterdasyon, epileptik nöbetler bulgular arasında yer alır (Genovese et al., 2020).

5. SONUÇ

Serebral venöz sistem, derin ve yüzeyel venleri içeren, bunun yanında dural venöz sinüslerden oluşan, beynin venöz drenajında etkin rol oynayan bir yapıdır. Metabolik atıkların uzaklaştırılması ve intrakraniyal basıncın düzenlenmesi yönünden hayati role sahiptir. Sinus sagittalis superior, sinus transversus ve v. magna cerebri gibi temel yapılardaki trombozlar; baş ağrısı, nöbet ve fokal nörolojik defisit gibi klinik

senaryolara neden olabilmektedir. Bu bağlamda, serebral venöz sistemin anatomi ve varyasyonlarının iyi anlaşılması, tanısal görüntüleme, cerrahi ve endovasküler girişimler adına klinik açıdan çok önemlidir.

KAYNAKÇA

- Arıncı, K., & Elhan, A. (2020). *Anatomi* (Vol. 6. Baskı). Ankara: Güneş Tıp Kitapevi.
- Bousser, M., & Russel, R. R. (1997). *Cerebral Venous Thrombosis*. Londra: W.B. Saunders.
- Bousser, M.-G. (2000). Cerebral venous thrombosis: diagnosis and management. *Journal of neurology*, 247(4), 252-258.
- Brunori, A., Vagnozzi, R., & Giuffrè, R. (1993). Antonio Pacchioni (1665–1726): early studies of the dura mater. 78(3), 515. doi:10.3171/jns.1993.78.3.0515
- Buccino, G., Scoditti, U., Patteri, I., Bertolino, C., & Mancina, D. (2003). Neurological and cognitive long-term outcome in patients with cerebral venous sinus thrombosis. *Acta Neurologica Scandinavica*, 107(5), 330-335.
- Cireli, E., Lokman, Ö., Kumral, K., Maden, N., Duman, Y., & Övül, İ. (1992). Cerebral Ven Ve Ven Sinusları. *Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı Yayın Bürosu*, 1-58.
- Coutinho, J., de Bruijn, S. F., Deveber, G., & Stam, J. (2011). Anticoagulation for cerebral venous sinus thrombosis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*(8).
- Cure, J. K., Van Tassel, P., & Smith, M. T. (1994). Normal and variant anatomy of the dural venous sinuses. *Semin Ultrasound CT MR*, 15(6), 499-519.
- De Bruijn, S., De Haan, R., & Stam, J. (2001). Clinical features and prognostic factors of cerebral venous sinus thrombosis in a prospective series of 59 patients. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 70(1), 105-108.
- Dere, F. (2000). *Nöroanatomi fonksiyonel nöroloji atlası ve ders kitabı* (3. baskı ed. Vol. cilt 3). Adana: Nobel Tıp kitabevi.

- deVeber, G., Andrew, M., Adams, C., Bjornson, B., Booth, F., Buckley, D. J., . . . Langevin, P. (2001). Cerebral sinovenous thrombosis in children. *New England Journal of Medicine*, 345(6), 417-423.
- Drake, R. L., Vogl, A. W., & Mitchell, A. W. M. (2011). *Gray's Anatomi* (M. Y. Ed.). Ankara: Güneş Kitabevi.
- Einhäupl, K., Stam, J., Bousser, M. G., De Bruijn, S., Ferro, J., Martinelli, I., & Masuhr, F. (2010). EFNS guideline on the treatment of cerebral venous and sinus thrombosis in adult patients. *European Journal of Neurology*, 17(10), 1229-1235.
- Ennaifer, R., Moussa, A., Mouelhi, L., Salem, M., Bouzaidi, S., Debbeche, R., . . . Najjar, T. (2009). Cerebral venous sinus thrombosis as presenting feature of ulcerative colitis. *Acta gastro-enterologica Belgica*, 72(3), 350-353.
- Ferro, J. M., Canhão, P., Stam, J., Bousser, M.-G., & Barinagarrementeria, F. (2004). Prognosis of cerebral vein and dural sinus thrombosis: results of the International Study on Cerebral Vein and Dural Sinus Thrombosis (ISCVT). *Stroke*, 35(3), 664-670.
- Filippidis, A., Kapsalaki, E., Patramani, G., & Fountas, K. N. (2009). Cerebral venous sinus thrombosis: review of the demographics, pathophysiology, current diagnosis, and treatment. *Neurosurgical Focus*, 27(5), E3.
- Genovese, M., Galassi, G., Capasso, R., Malagoli, M., & Vallone, S. (2020). Vein of Galen varix associated with straight sinus arachnoid granulation. *Acta Neurologica Belgica*, 120(2), 463-464. doi:10.1007/s13760-018-1010-0
- Giro, M., Ferro, J. M., Canhão, P. c., Stam, J., Bousser, M.-G., Barinagarrementeria, F., & Leys, D. (2007). Predictors of

- outcome in patients with cerebral venous thrombosis and intracerebral hemorrhage. *Stroke*, 38(2), 337-342.
- Hassan, T., Nassar, M., & Elghandour, M. (2010). Vein of Galen aneurysms: presentation and endovascular management. *Pediatric neurosurgery*, 46(6), 427-434.
- Hopkins, L. (1999). *Vasculature of the brain and cranial base: variations in clinical anatomy*: Thieme.
- James, L., & Hiatt. (2010). *Textbook of head and neck* (forty edition ed.): Lippincott-Williams.
- Jenkins, J. R. (2000). *Atlas of neuroradiologic embryology, anatomy, and variants*: Lippincott Williams & Wilkins.
- Kamışlı, Ö., Arslan, D., Altınayar, S., Kamışlı, S., Kablan, Y., & Özcan, C. (2009). Serebral venöz sinüs trombozu: klinik değerlendirme.
- Lang, J. (2001). *Skull base and related structures: atlas of clinical anatomy*: Schattauer Verlag.
- Lantos, G. (2009). *Atlas of radiologic imaging*. Philadelphia: JB Lippincott Company.
- Lasjaunias, P., Terbrugge, K., Piske, R., & Manelfe, C. (1987). Dilatation of the vein of Galen. Anatomoclinical forms and endovascular treatment apropos of 14 cases explored and/or treated between 1983 and 1986. *Neuro-Chirurgie*, 33(4), 315-333.
- Leker, R., & Steiner, I. (2000). Isolated intracranial hypertension as the only sign of cerebral venous thrombosis. *Neurology*, 54(10), 2030-2030.
- Liang, L., Korogi, Y., Sugahara, T., Ikushima, I., Shigematsu, Y., Takahashi, M., & Provenzale, J. M. (2002). Normal structures in the intracranial dural sinuses: delineation with 3D contrast-enhanced magnetization prepared rapid

- acquisition gradient-echo imaging sequence. *American journal of neuroradiology*, 23(10), 1739-1746.
- Mancall L., E., Brock G, D., Stranding, S., & Crossman, A. (2011). *Gray's Clinical Neuroanatomy*: Elsevier.
- Masuhr, F., Mehraein, S., & Einhäupl, K. (2004). Cerebral venous and sinus thrombosis. *Journal of neurology*, 251(1), 11-23.
- Matsushima, T., Rhoton, A. L., de Oliveira, E., & Peace, D. (1983). Microsurgical anatomy of the veins of the posterior fossa. *Journal of neurosurgery*, 59(1), 63-105.
- Meaney, J. F., & Sheehy, N. (2005). MR angiography of the peripheral arteries. *Magnetic Resonance Imaging Clinics*, 13(1), 91-111.
- Moore. (2006). *Klinik Anatomi* (Vol. 2. Baskı). İstanbul: Güneş Kitabevi.
- Moore, K., & Persaud, T. (2009). Biz doğmadan önce embriyoloji ve doğum defektlerinin temelleri,(Çev ed. Müftüoğlu S.), 7. baskı. *Ankara: Güneş Kitabevi*, 129-138.
- Moore, K. L., Dalley, A. F., & Agur, A. M. (2013). *Clinically oriented anatomy*: Lippincott Williams & Wilkins.
- Morris, P. (2007). *Practical neuroangiography*: Lippincott Williams & Wilkins.
- Mortazavi, M. M., Griessenauer, C. J., Foreman, P., Shahripour, R. B., Shoja, M. M., Rozzelle, C. J., . . . Fukushima, T. (2013). Vein of Galen aneurysmal malformations: critical analysis of the literature with proposal of a new classification system: A review. *Journal of neurosurgery: Pediatrics*, 12(3), 293-306.
- Netter. (2007). *The Netter Collection of Medical Illustrations* (M. E., Trans. Vol. Cilt 1). Ankara: Güneş tıp Kitabevi.

- Osborn, A. G. (1999). *Diagnostic cerebral angiography*: Lippincott Williams & Wilkins.
- Ozan, H. (2014). *Ozan Anatomi* (Vol. 3. Baskı). Ankara: Tusdata Yayınevi.
- Öztürk, V. (2007). Serebral Venöz Tromboz. *Journal of Neurological Sciences (Turkish)*, 24(1), 005-006.
- Pansky, B., & Gest, T. R. (2015). *Lippincott Anatomi Atlası*. Ankara: Güneş Kitabevi.
- Paulsen, F., & Waschke, J. (2011). *Sobotta Atlas of Human Anatomy* (Vol. 15. Edition). Munich: Elsevier.
- Peter, H., K, H., & Gazi, Y. (1982). *Cerebral Angiography (c. 2nd Completely Revised Edition)*.
- Renowden, S. (2004). Cerebral venous sinus thrombosis. *European radiology*, 14(2), 215-226.
- Saposnik, G., Barinagarrementeria, F., Brown Jr, R. D., Bushnell, C. D., Cucchiara, B., Cushman, M., . . . Tsai, F. Y. (2011). Diagnosis and management of cerebral venous thrombosis: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*, 42(4), 1158-1192.
- Schievink, W. I., & Maya, M. M. (2008). Cerebral venous thrombosis in spontaneous intracranial hypotension. *Headache: The Journal of Head and Face Pain*, 48(10), 1511-1519.
- Schmidek, H. H., Auer, L. M., & Kapp, J. P. (1985). The cerebral venous system. *Neurosurgery*, 17(4), 663-678.
- Schuenke, M., Schulte, E., & Schumacher, U. (2011). *Head and Neuroanatomy (THIEME Atlas of Anatomy)*: Thieme.

- Sener, R. N. (1996). MR angiography of the vein of Galen malformation. *Clinical imaging*, 20(4), 243-246.
- Shukla, V., Hayman, L. A., & Taber, K. H. (2003). Adult cranial dura II: venous sinuses and their extrameningeal contributions. *Journal of computer assisted tomography*, 27(1), 98-102.
- Singh, M., Nagashima, M., & Inoue, Y. (2004). Anatomical variations of occipital bone impressions for dural venous sinuses around the torcular Herophili, with special reference to the consideration of clinical significance. *Surg Radiol Anat*, 26(6), 480-487. doi:10.1007/s00276-004-0269-4
- Snell. (2004). *Klinik Anatomi* (Vol. 6. Baskı). İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi.
- Snell, R. S. (2010). *Clinical neuroanatomy*: Lippincott Williams & Wilkins.
- Stam, J. (2005). Thrombosis of the cerebral veins and sinuses. *New England Journal of Medicine*, 352(17), 1791-1798.
- Standring, S., Ellis, H., Healy, J., Johnson, D., & Williams, A. (2008). Gray's anatomy. Churchill Livingstone. In: Elsevier.
- Tamraz, J. C., Comair, Y. G., & Tamraz, J. (2004). *Atlas of regional anatomy of the brain using MRI*: Springer.
- Thorell, S. E., Parry-Jones, A. R., Punter, M., Hurford, R., & Thachil, J. (2015). Cerebral venous thrombosis—a primer for the haematologist. *Blood reviews*, 29(1), 45-50.
- Tubbs, R. S., Loukas, M., Louis, R. G., Shoja, M. M., Acakpo-Satchivi, L., Blount, J. P., . . . Wellons, J. C. (2007). Anatomy of the falcine venous plexus. *Journal of neurosurgery*, 107(1), 155-157.

- Uflacker, R. (2015). Atlas of vascular anatomy An angiographic approach. *THE BANGKOK MEDICAL JOURNAL*, 9.
- Widjaja, E., & Griffiths, P. (2004). Intracranial MR venography in children: normal anatomy and variations. *American journal of neuroradiology*, 25(9), 1557-1562.
- Xu, H., Zheng, J., Chen, G., & Chen, J. (2017). Hemispheric developmental venous anomaly draining into a vein of Galen varix: a case report and literature review. *Chinese Neurosurgical Journal*, 3(1), 1-4.

OSSICULA AUDITUS ANATOMİSİ VE KLİNİK ÖNEMİ

Hamza KASAR¹

Tuğçe UĞUR KASAR²

Murat İNCİ³

1. GİRİŞ

Üç adet olan ossicula auditus (işitme kemikçikleri) cavitas tympanica'yı bir yandan öbür yana kat eder. Malleus çekice benzer şekillidir ve kolu direkt membrana tympanica'ya yapışır. Malleus'un başı, örs şeklindeki incus ile eklem yapar, incus da bunun ardından üzengi şekilli stapes ile bağlantı yapar (Ozan, 2014). Stapes'in tabanı titreşimleri oval pencereye aktarır. İki iskelet kası kemikçiklere tutunur ve seslere yanıt olarak kasılırlar. Musculus (m.) tensor tympani, malleus koluna bağlanır ve membrana tympanica'nın gerginliğini ayarlar. M. stapedius, stapes'in boyun kısmına yapışır ve salınım titreşimlerini azaltır (Lee, 2012).

¹ Dr., Bağımsız Araştırmacı, hamzakasar@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9635-920X.

² Uzm. Fzt., Bağımsız Araştırmacı, tuuceur@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2171-3048.

³ Öğr. Gör. Dr., Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Ermenek Uysal ve Hasan Kalan Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, muratinci11@hotmail.com, ORCID: 0000-0003-4933-3351.

2. OSSICULA AUDITUS EMBRİYOLOJİSİ

2.1. Malleus ve Incus

Malleus ve incus birinci yayın kıkırdağından köken alır (Ovalle & Nahirney, 2009). Embriyolojik gelişimin 6. haftasında incus ve malleus tek bir kitle olarak görünür, 8. haftada ayrılırlar. Aralarındaki eklem daha belirginleşir. Malleus'un baş ve boyun bölümü meckel divertikülünden (1. ark mezoderm), anterior çıkıntısı Folius'dan (mezenşim kemik) ve manubrium bölümü ise Reichert kartilajından (2. ark mezoderm) oluşur. Incus'un gövde ve kısa çıkıntısı Meckel kartilajından, uzun çıkıntısı Reichert kartilajından oluşur. Bu kemikçikler, 16. haftada erişkin büyüklüğüne ulaşır. 16. haftada kemikleşme başlar ve ilk defa incus'un uzun kolunda izlenmeye başlar. 17. haftada malleus boynunun medial yüzeyinde ossifikasyon merkezleri görülmeye başlar ve manubrium boyunca yayılır. Doğumda malleus ve incus yetişkin büyüklüğünde ve şeklindedir. Malleus'un hiçbir zaman ossifikasyonu tamamlanmaz ve bir bölümü hep kartilajinöz olarak kalır (Lee, 2012).

2.2. Stapes

İnsanlardaki stapes'lerin kökeni hala tartışmalıdır. Stapes'in mezoderm türevleri olmadığı ve kulak kapsülünden bağımsız olarak geliştiği bildirilmiştir. Çoğunlukla, ikinci faringeal kemerin kıkırdağının ucunda yer alan ve başlangıçta küçük stapediale arteri çevreleyen bir halka (anulus stapes) olarak bulunan bir kemikten türediği düşünülmektedir (Ovalle & Nahirney, 2009).

İkinci arkın mezenşimal hücreleri 4-5. haftada yoğunlaşarak blastema'yı oluşturur. VII. kranial sinir blastema'yı stapes interhyale ve laterohyale'ye ayırır. 7. haftada stapes halkası stapediale arter çevresinden çıkar. Lamina stapediale (otik mezenşimin bir parçasıdır) footplate (taban) ve annular ligamente dönüşür. 8. haftada incudostapediale eklem

gelişir. Interhyale, stapedial kas ve tendon haline gelir. Otik kapsülle birlikte laterohyale piramidal çıkıntı ve fasial kanalı oluşturur. Fasial kanalın alt kısmının Reichert kartilajından geliştiği söylenmektedir. 10. haftada stapes halka şeklinden üzengi şekline dönüşür. 19. haftada ossifikasyon, stapes tabanının obturator yüzeyinde başlar. Tabanın vestibular yüzeyi dışında ossifikasyon 28. haftada tamamlanır. Vestibular yüzey ise hayat boyu kartilajinöz olarak kalır. Doğumda stapes yetişkin boyutu ve şeklindedir (Lee, 2012).

Ossicula auditoria, mezenşim yeniden emildikten sonra sekizinci gebelik haftasına kadar cavitas tympanicus'un mezenşimal çatısına gömülü kalır. Doğumdan sonra kulak boşluğu hava ile dolduğunda, auris media mukozası tarafından örtülürler. Doğum sonrası gelişimsel değişiklikler orta kulağın fonksiyonel olgunlaşmasına katkıda bulunur (Standring, 2016).

3. OSSICULA AUDITUS ANATOMİSİ

Cavitas tympani'nin üst parçasında bulunan üç adet kemikçik az oynar eklemlerle birbirine bağlıdır. Cavitas tympani duvarlarına ligamentlerle tutunurlar. İnsan vücudundaki diğer kemiklerden farklı olarak periosteum ile değil mukoza ile örtülüdürler (Ozan, 2014). Orta kulak kemikçikleri, tek bir kemikleşme merkezi olan kıkırdaktan gelişir, epifizyel ossifikasyon yoktur (Wenig, 2015). Kulak kemikçikleri membrana tympani ile fenestra vestibuli arasında yerleşmişlerdir. Dizilimi kulak zarından itibaren dıştan içe doğru malleus, incus ve stapes şeklindedir (Gövsa Gökmen, 2008). Kulak kemikçikleri, kulak zarının (alanı 55 mm²) yaptığı hareketi 15-20 defa azaltır, buna karşılık gücü aynı oranda artırır. Ancak frekansı değişmez (Arıncı & Elhan, 2014b).

3.1. Malleus

Çekice benzeyen bu kemik, kulak kemikçiklerinin en büyüğüdür. Baş, boyun ve üç adet çıkıntıya sahiptir. Caput mallei, recessus (rec.) epitympanicus'a yerleşen kemiğin üst kısmındaki oval bölümdür. Arkada corpus incudis ile eklem yapan facies articularis'i vardır (Gövsa Gökmen, 2008). Caput mallei'nin altındaki dar kısım collum mallei'dir. Boynun iç tarafından chorda tympani geçer. Collum mallei'nin altında processus (proc.) lateralis, proc. anterior ve manubrium mallei olmak üzere üç çıkıntı bulunur. Proc. lateralis, küçük koni şeklinde bir çıkıntı olup, manubrium mallei'nin üst bölümünden laterale yönelenerek kulak zarının üst kısmına, dolayısıyla plica mallearis anterior ve posterior'a tutunur (Arıncı & Elhan, 2014b). Kulak zarının dış yüzeyindeki prominentia lateralis denilen çıkıntıyı oluşturur (Gövsa Gökmen, 2008). Proc. anterior, collum mallei ile fissura petrotympanica arasında kadar uzanan küçük çıkıntıdır. Meckel'in kıkırdağının kalıntısıdır (Isaacson, 2014). Fetus'ta malleus'un en uzun çıkıntısı budur. Collum mallei'nin arka-aşağıya doğru uzanan en uzun çıkıntısına manubrium mallei denir. Dış yüzü ile kulak zarının lamina propria'sına tutunup, zarın dış yüzündeki striae mallearis'i oluşturur. Üst ucunun iç tarafına m. tensor tympani'nin kirişi yapışır (Ozan, 2014).

3.2. Incus

Örse benzeyen incus uzunluğu farklı iki geniş çapta köklere sahiptir. Corpus incudis, biraz dikdörtgen şeklinde ancak enlemesine sıkıştırılmıştır. Ön yüzeyinde, malleus başı ile eklemleşen bir facies articularis bulunur. Incus'un iki uzantısı neredeyse dik açıyla birbirinden ayrılır. Bir koniyi andıran crus breve neredeyse yatay olarak aditus ad antrum mastoideum'un alt bölümünde bulunan fossa incudis'e tutunur. Crus longum, manubrium mallei'ye paralel bir pozisyonda vertikal olarak aşağı iner. Alt ucu biraz mediale kıvrılarak proc. lenticularis denilen

yuvarlak bir uçla sonlanır (Arıncı & Elhan, 2014a; Curtin, Gupta, & Bergeron, 2011).

3.3. Stapes

Üzengiye benzer. Vücudun en küçük kemiğidir. Caput stapedis ve basis stapedis denilen baş ve tabanı bulunur. Bunları crus anterior ve crus posterior adı verilen iki bacağı ile birbirine bağlar. Caput stapedis'de bulunan kıkırdakla kaplı eklem yüzü ile incus'un proc. lenticularis'i eklem yaparlar. Dar olan boyun kısmına arka taraftan m. stapedius'un kirişi tutunur. Crus anterior daha kısa ve önde yer alır. Crus anterior ve crus posterior basis stapedis'in uçları ile birleşir. Oval bir şekle sahip olan basis stapedis, fenestra vestibuli'ye oturur ve buraya hareket edebilecek bir bağla bağlanmıştır Alanı 3,2 mm² dir (Arıncı & Elhan, 2014a; Gövsa Gökmen, 2008; Ozan, 2014).

Eksenel görüntülerde caput mallei ve incus'un crus breve'si belirlendiğinde (şekilleri, caput mallei'nin dondurmaya ve koninin, incus crus breve'sine benzetildiği dondurma konisi), görüntü epitympanum veya çatı katıdır. Koninin tepesi antrum aditus'a işaret eder. Bu görünüm, düz kemikli bir yüz olan scutum seviyesindedir. Bu kemik ile kemikçikler arasındaki boşluk Prussak'ın alanıdır (Curtin et al., 2011). Prussak boşluğu, malleus'u lateral kemik duvarından ayırır ve sekonder koleastetomanın formatında önemli yere sahiptir (Bailey, Johnson, & Newlands, 2006).

3.4. Articulationes Ossiculorum Auditoriorum

Kulak kemikçikleri arasında, normal sinoviyal eklemlerde olduğu gibi, sinoviyal iki eklem bulunur. Hyalin kıkırdakla örtülü eklem yüzleri ve bol elastik lif içeren ve sinoviyal zarla döşeli eklem kapsülleri bulunur. Eklem boşluğunu da synovia doldurur (Arıncı & Elhan, 2014b).

- **Articulatio (art.) incudomallearis:** Malleus'un caput mallei'si ile incus'un corpus incudis'i arasında art. sellaris tip bir eklemdir. İki eklem yüzeyi arasında bir discus articularis bulunur. Sadece 5 derecelik dönme hareketi yapar (Gövsa Gökmen, 2008).
- **Art. incudostapedialis:** Incus'un proc. lenticularis'i ile stapes'in başı arasında oluşan art. spherioidea tipi bir eklemdir. (Bazı kaynaklarda bu eklemlerde bir disk veya menisküs bulunduğu, bazı kaynaklarda da bu eklemin syndesmosis grubu bir eklem olduğu bildirilmektedir.) Her iki eklem eklem yüzeyleri hyalin kıkırdakla örtülüdür (Arıncı & Elhan, 2014b).
- **Syndesmosis tympanostapedialis:** Stapes'in oval olan tabanı (basis stapedis) fenestra vestibuli'ye oturur. Stapes buraya ligamentum (lig.) anulare adı verilen elastik bir bağla (lig. anulare stapediale) hareket edebilecek şekilde bağlanmıştır. Bu bağın ön bölümü daha uzun ve elastiktir. Bu nedenle basis stapedis, arka ucunun destekliğinde ön ucu içe-dışa doğru, bir kapının açılıp kapanmasında olduğu gibi, yaklaşp uzaklaşır. M. stapedius da bu hareketi kontrol eder (Arıncı & Elhan, 2014a; Gövsa Gökmen, 2008).

3.4.1. Ligamenta Ossiculorum Auditus

Kulak kemikçiklerinden malleus üç, incus ve stapes de birer bağ ile cavitas tympanica'nın duvarlarına bağlanmıştır (Arıncı & Elhan, 2014b).

- **Lig. mallei, antierius collum mallei'yi fissura petro tympanica'nın duvarlarına bağlar.**
- **Lig. mallei superius, caput mallei'yi cavitas tympani'nin tavanına bağlar.**

- Lig. mallei laterale, caput mallei'yi incisura (inc.) tympanica'nın arka ucuna bağlar.
- Lig. incudis superius rec. epitympanicus'un tavanında yer alan mukoza katlantısıdır.
- Lig. incudis posterius, incus'un caput breve'sini fossa incudis'e bağlayan kısa ve kalın bağıdır.
- Lig. anulare stapediale, hiyalin kıkırdakla örtülü olan basis stapedis'in çevresini saran bağıdır. Fenestra vestibuli'ye bağlanan bu bağı hareketle imkân sağlayan bir yapısı vardır.
- Membrana stapedialis, stapes'in crusları ve basis'i arasında kalan açıklığı kapatan ince bir zardır (Gövsa Gökmen, 2008; Lee, 2012; Ozan, 2014).

3.4.2. Kulak Kemiklerinin Hareketi

Manubrium mallei kulak zarına yapışık olduğu için kulak zarının hareketlerine uymak zorundadır. Proc. anterior mallei ve crus breve inducis'ten geçen sagittal eksen çevresinde 5 derecelik rotasyon hareketi yapar. Dışarıdan gelen ses dalgalarının etkisi ile membrana tympani içe itildiğinde manubrium mallei ve crus longum incudis sagittal eksen çevresinde içe doğru itilir. Incus'un crus longum'u da eklem yaptığı stapes'i fenestra vestibuli'ye doğru iter. Bu hareketler scala vestibuli'deki perilympha'ya iletilir. Perilympha sıvısı fenestra cochlea'daki membrana tympani secundaria'yı dışarı iterek kabartır. Manubrium mallei ve crus longum farklı uzunluklarda olduğundan, manubrium mallei'deki hareketin genişliği azalıp, şiddeti arttırılarak stapes'e iletilir. Membrana tympani'den perilympha'ya iletilen kuvvet 1,3/1 oranında artar. Membrana tympani alanı ile basis stapes'in alanları karşılaştırıldığında kulak zarının 17 misli daha büyük olduğu görülür. Bu perilympha'ya aktarılan basıncın 22 misli artmasına yol açar (Gövsa Gökmen, 2008). Art. incudomallearis

özel bir kilitlenme mekanizmasına sahiptir. Bu kilitlenme, manubrium mallei mediale doğru ittirildiğinde eklem yüzünün alt kısmında bulunan bir çıkıntının incus'a yaslanması sonucunda olur. Bu sebeple manubrium mallei'ye gelen titreşim stapes'e iletilir. Aksi yönde manubrium mallei laterale doğru çekilecek olsaydı bu kilitlenme çözüleceği için manubrium mallei'nin yapmış olduğu harekete incus, dolayısıyla stapes uymak zorunda kalmaz ve hareket art. incudomallearis'de sonlanırdı. Stapes'in ani olarak fenestra vestibuli'den uzaklaşması, istenmeyen klinik tablolar ortaya çıkaracaktır (Arıncı & Elhan, 2014b).

3.5. Musculi Ossiculorum Auditoriorum

Kulak kemikçiklerinin kontrolünden iki tane çizgili kas sorumludur. Akustik reflekslerde fonksiyonları vardır. Kulak içi kasların refleks kasılması (stapes refleksi), çiğneme ve konuşma sırasında üretilen iç kaynaklı gürültünün azaltılmasına yardımcı olur ve iç kulağı uzun süreli yüksek gürültülü seviyelerinden koruma mekanizması olarak işlev görüyor olabilir (Probst, Grevers, & Iro, 2006). Bu koruyucu refleks, sadece düşük frekanslı titreşimlerle çağrılır ve en çok 5000 hz'in altındaki frekanslarda etkilidir (Curtin et al., 2011).

3.5.1. Musculus Tensor Tympani (Eustachi Kası)

Yaklaşık 2 cm uzunluğunda silindirik bir kastır (Ozan, 2014). Altında bulunan tuba auditiva'nın kemik bölümünden, ince bir kemik bölme (septum canalis musculotubarii) ile ayrılır (Arıncı & Elhan, 2014b). Tuba auditiva'nın kıkırdak parçasından, os sphenoidale'nin ala major'undan ve kendi kemik kanalından başlayıp, arkaya doğru uzanarak bir giriş halinde cavitas tympanica'ya girer. Girdiği yerde bulunan proc. cochleariformis etrafında dışa doğru yer değiştirerek manubrium mallei'nin iç tarafında collum mallei'ye yakın bölüme yapışarak son bulur (Arıncı & Elhan, 2014a; Drake, Vogl, & Mitchell, 2015; Gövsa Gökmen, 2008). M. tensor tympani'nin kontraksiyonu, malleus

sapını mediale çeker ve basis stapedis fenestra vestibuli'ye doğru itilir. Bu durum membrana tympanica'yı gererek yüksek seslere tepki olarak titreşim kuvvetini azaltır (K. L. Moore, Agur, & Dalley, 2014). Bu hareket, yüksek sesle karşılaşıldığında iç kulakta hasar oluşmasını önleme eğilimindedir (Drake et al., 2015).

Sinirsel innervasyonu: Nervus (n.) mandibularis'in (n. trigeminus'un dalı) dalı olan n. pterygoideus medialis tarafından innerve edilir (Bu dal ggl. oticum'dan kesilmeksizin geçer) (Arıncı & Elhan, 2014b). Sinirin felcinde m. tensor tympani çalışmaz. Düşük seslerin titreşimlerini alabilmek için kulak zarı gerilmediğinden işitmede azalma olur; bu duruma hypoacusis (hipoakuzi) denir (Gövsa Gökmen, 2008).

3.5.2. Musculus Stapedius

Vücudun en küçük çizgili kası olup cavitas tympanica'nın arka duvarında eminentia pyramidalis içinde bulunur. Kas kirişi eminentia pyramidalis'in tepesinde bulunan delikten çıkıp öne doğru uzanır ve stapes'in boynuna, arka kısmında yapışarak son bulur (Arıncı & Elhan, 2014b). M. stapedius kasıldığı zaman stapes'i posteriora çekerek basis stapedis'i fenestra vestibuli'den uzaklaştırır, böylece anular ligament sıkılır ve salınım aralığını azaltır. Ayrıca, stapes'in aşırı hareket etmesini önler (K. L. Moore et al., 2014).

Sinirsel innervasyonu: N. facialis kontrolündedir. N. facialis felcinde bu etki ortadan kalktığı için sese karşı duyarlılık artar, buna da hyperacusis (hiperakuzi) denir (Gövsa Gökmen, 2008).

4. İŞİTME FİZYOLOJİSİ VE OSSICULA AUDITUS'UN ROLÜ

İşitmenin gerçekleşebilmesi için öncelikle sesin olması, sesin oluşabilmesi için de bir akustik enerji kaynağı olmalıdır. Oluşan seslerin iletilebilmesi için de su, hava gibi elastik titreşen bir ortamın olması gereklidir. Havada 1 cm³ alanda 62 milyar partikül bulunur. Bu partiküller normalde stabil halde bulunmalarına karşın, ses dalgaları ile stabilizasyonu bozulur ve partiküllerin titreşimi ile de ses dalgalarının iletimi sağlanır (Lee, 2012).

İç kulağa ses iki yol ile iletilir:

- Hava yolu,
- Kemik yolu.

4.1. Hava Yolu ile İletim

Ses dalgaları dış ortamdan gelirken ilk olarak kulak kepçesi (auricula) ile karşılaşır. Burada auricula sesleri toplayarak dış kulak yoluna (meatus acusticus externus) iletir. Bunun yanında yapısal özelliği sebebiyle sesi amplifiye etme ve filtreleme görevini de yerine getirir. Yetişkin bir insanda ortalama 2,5 cm uzunluğunda olan meatus acusticus externus, ses dalgalarını membrana tympanica'ya iletirken sesin enerjisini de yükseltir. Bunun nedeni meatus acusticus externus'un bir rezonatör olmasıdır. Meatus acusticus externus'un rezonans frekansı 3000-4000 hertz (hz) olup bu frekanslarda yükselme en yüksek seviyeye, özellikle de 4000 hz'de 12 desibel (dB)'e ulaşır. Membrana tympanica, meatus acusticus externus'tan gelen ses dalgalarını ossicula auditus aracılığıyla fenestra vestibulare'ye iletirken, bu ses dalgalarının fenestra cochleae'ya ulaşmasını da engeller. Yani membrana tympanica, fenestra vestibulare için bir iletken iken fenestra cochleae için ise bir yalıtkan olmaktadır. Gelen ses dalgalarının orta kulağı geçip iç kulakta sıvı ortamda

bir dalga hareketi oluşturabilmeleri için her iki pencerenin birbirlerine karşıt fazda titreşebilmesi gerekir (Hall & Guyton, 2006).

Membrana tympanica'nın titreşimi ile auris media'ya gelen ses dalgaları ossicula auditus'un oluşturduğu kemikçik zinciri aracılığı ile fenestra vestibulare'ye iletilir. Bu kemikçik zincirdeki kopukluklar, aktarılan sesin şiddet ve frekansında değişikliklere sebep olur. Incus ve malleus'un ağırlıkları hemen hemen aynıdır. Ancak stapes'in ağırlığı diğer kemikçiklerin $\frac{1}{4}$ 'ü kadardır. Kütlelerdeki bu farklılık, yüksek frekanslı ses dalgalarının iletiminde avantaj sağlar (Lee, 2012).

Bir ses dalgasının basis stapedis'te meydana getirdiği hareketin genliği, manubrium mallei'de oluşturduğu hareketin genliğinin sadece $\frac{3}{4}$ 'üdür. Bu sebeple kemikçik kaldıraç sistemi sanıldığı gibi aksine stapes'in hareket mesafesinde bir artış meydana getirmez. Bu sistem gerçekte bu mesafeyi azaltır ancak hareketin kuvvetini yaklaşık olarak 1,3 kat artırır (malleus kolunun incus'un uzun prosesinden 1,3 kat daha uzun olmasından kaynaklıdır) (Hall & Guyton, 2006). Yetişkin bir insanda membrana tympanice yaklaşık 85-90 mm² arasında olmasına karşın yalnızca 55 mm² lik bir parçası etkin olarak titreşir. Basis stapedis'in alanı 3,2 mm² olduğuna göre; ses enerjisinde membrana tympanica'nın titreşen yüzeyinin basis stapedis'e oranı kadar ($55/3,2$ yaklaşık 17 kat) artış olmalıdır (Lee, 2012). Sonuçta auris media kendisine gelen ses enerjisini 22 kat artırmaktadır ($17*1,3= 22$). Ses enerjisindeki bu artış, ses şiddetinde ortalama 25 dB'lik bir kazanç sağlamaktadır (Hall & Guyton, 2006).

Kemikçik zinciri ile hareket enerjisine dönüşen akustik enerji fenestra vestibuli'ye iletilir. Fenestra vestibuli'de oluşan titreşim, cochlea'da bulunan scala vestibuli ve scala tympani 'de bir dalga formunun oluşmasına neden olur. Bu hareket fenestra

cochleae'ya kadar iletilir. Her iki pencere arasında ilerleyen bu dalga hareketinin faz farkı, yaklaşık olarak 4dB'lik küçük miktarda bir kazanç sağlar (Lee, 2012).

İşitmenin fizyolojisi ve odyolojik tanı açısından önemli olan auris media kaslarının kasılmaları, ses iletiminin sağlanmasına yardımcı bir diğer elemanlardır. Auris media'da insan vücudundaki en küçük kaslar olan m. stapedius ve m. tensor tympani yer almaktadır. Sesin auris interna'ya transfer edilmesinde m. tensor tympani tutunduğu malleus'u hareket ettirerek, membrana tympanica'yı gevşetir veya gerer. Bu şekilde zarın akustik impedansını değiştirilmiş olur. Bu sebeple membrana tympanica'nın seslere karşı duyarlılığı değiştirilmiş olur. Böylece yüksek şiddette ses olduğu durumda, zarı gevşetir ve auris interna'ya aşırı ses dalgasının gitmesini engeller. Bu kası (m. tensor tympani), n. trigeminus'un ramus (r.) mandibularis'i innerve eder. Stapes'e tutunan m. stapedius, sağlıklı kulakta 70-90 dB arası seslerde kasılarak basis stapedis'i auris media tarafına çekerek auris interna'yı yüksek şiddetli seslerden korur. Bu kası (m. stapedius), n. facialis'in dalı olan n. stapedius innerve eder (Buño Jr, 1978).

4.2. Kemik Yolu ile İletim

Sağlam bir cochlea komşu kemik dokuların titreşimi ile de uyarılabilir. Bu durum iki yol ile olur. Bu yolun ilki, kafatası kemikleri titreşiminin koklear kapsülü titreştirmesi şeklindedir. Bu titreşimler, bazı frekanslarda (özellikle alçak frekanslar) anterior-posterior hattında, yüksek olan frekanslar için de her yönde kafatası kemiklerini titreştirmektedir. Bu titreşimlere uyacak şekilde perilenfatik hareket de titreşime uyumlu şekilde meydana gelir. Yolun ikincisi ise osseotimpanik yol denilen, kafatası kemikleri titreşiminin orta kulaktaki işitme mekanizmasına yansımadır. Böylece kafatasındaki titreşim, ossicula auditus'de titreşime neden olur. Kafatası titreşimi ile

cochlea'nın direkt uyarılmasıyla beraber, farklı yollarla da uyarılmaktadır. Bunun için üç farklı yol belirtilmiştir. Birincisi titreşimler meatus acusticus externus'un duvarlarından kulak yoluna yansıyarak burada hava iletimine sebep olur. İkincisi cavitas tympanica'nın duvarlarının titreşmesi sonucunda oluşan ses dalgaları fenestra cochleae'yı uyarır. Üçüncüsü meatus acusticus externus, cavitas tympanica ve annulus tympanicus birlikte titreşir. Ses dalgalarının kafatası kemiklerinde titreşim oluşturması şu şekilde gerçekleşir: Bir kişinin konuşma sırasında kendi sesi, boğaz ve burun gibi anatomik boşluklarda rezonans yaparak kafatası kemiklerini titreştirmesi. İnsanlar kendi seslerini genellikle bu yolla duyup tanıdıkları için, ses kayıtlarını dışarıdan hava yolu ile dinlediklerinde farklı olduğunu algırlar (Buño Jr, 1978). Kemik yolunun işitme fonksiyonu hava yolu gibi önemli olmasa da odyolojik teşhis ve tedavide oldukça önemli bir yere sahiptir. Kemik yoluyla işitme, sensoria nöral işitme mekanizmasının bir ölçüsü kabul edilir. Bu iletim yolundan faydalanılarak birçok test yöntemi geliştirilmiştir. Bunun yanında kemik yolu ile işitme yönteminden, rehabilitasyonda da faydalanılmaktadır. Bazı auris media patolojilerinde, işitme kaybının rehabilitasyonunda kemik yoluyla iletim gerçekleştiren işitme cihazlarından yararlanılmaktadır (B. C. Moore, 2012).

5. OSSICULA AUDITUS KLİNİK ÖNEMİ

5.1. Ossicula Auditus Anomalileri

Sağırılığın nedenlerinden birisi ossicula auditus anomalileridir. Bu konuda otolojistler ve anatomistlerin yaptığı çalışmalara göre bulunan anomaliler şu şekildedir;

- Spindle handle: Manubrium mallei'nin yapısından kaynaklanır. Bu durumda manubrium mallei iğ şeklindedir ve öne doğru yönelmiştir.

- Malleus bar: Bu durumda kemikçik zinciri bozulmadığı halde manubrium mallei'nin konfigürasyonu kulak zarı üzerinde açıkça belli değildir. Manubrium mallei'nin ucu orta kulak boşluğunun arka duvarına bir kemik uzantısı tarafından bağlanmıştır (Nomura, Nagao, & Fukaya, 1988).
- Malleus fiksasyonu: Malleus'un herhangi bir kısmının orta kulak boşluğunun duvarına tutunmuş olmasıdır.
- Malleus ve incus'un fiksasyonu: Malleus ve incus'un birleşmesi durumudur.
- Incus'un yokluğu: Malleus ve stapes arasında incus'un bulunmaması durumudur (Cousins & Milton, 1988).
- Incus'un proc. longus'unun (crus longum) yokluğu: Malleus ve stapes arasındaki bağlantının bulunmama durumudur.
- Incus'un fiksasyonu: Incus'un cavitas tympani duvarına bağlı olarak bulunması durumudur.
- Stapes'in yokluğu: Stapes'in bulunmaması durumudur (Sadé, Yaniv, Avraham, Fuchs, & Sacs, 1985).
- Caput stapedis'in iyi gelişmemesi: Caput stapedis'te gelişme anomalisinin bulunması (Nomura et al., 1988).
- Basis stapedis'in fiksasyonu: Bu durumda lig. annulare, stapes tabanını sıkı olarak fenestra vestibuli'nin kenarına bağlar ve stapes'in tabanı hareket edemez (Cousins & Milton, 1988).
- Manubrium mallei'nin ucunda öne doğru bir eğriliğin bulunması. Incus'un crus breve'si üzerinde bir çentik bulunması (Savic & Djeric, 1987).

Araştırmacılar bu anomalilere ek olarak, normal görünmelerine rağmen aynı kemikçikler arasında bazı farklılıkların bulunabileceğini düşünerek, bu kemikçikler üzerinde bazı uzunluk ve açı ölçümleri yapmışlardır. Erişkinler ve çocukların orta kulak kemikçikleri üzerinde yaptıkları ölçümlerde, kayda değer bir fark görülmemiştir (Alford, 1973).

5.2. Kronik Otitis Media

Akut başlangıçlı bir enfeksiyon kronikleşip, petrozit ve mastoidit şeklinde komplikasyonlara neden olabilir. Ossiküler erozyon, timpanik membranın kronik perforasyonları, timpanoskleroz ve labirentin hasarı gibi nonenfeksiyöz sekeller, başlıca işitme kaybına yol açan nedenlerdendir.

Kronik otitis media (KOM), dış kulak yolundan süpüratif akıntı ve kulak zarı perforasyonu ile karakterize olan orta kulak enfeksiyonudur. Çoğunlukla üç aydır devam eden ve tıbbi tedaviye yanıt alınamayan otitis media türleri olarak da kabul edilebilir. Buna ek olarak bir akut otitis media atağı sonrasında, altı hafta boyunca medikal tedaviye cevap vermeden süregelen süpüratif akıntılı otitis media sendromları da kronik otitis media tanısını alırlar (Çelik, 2002).

Kronik otitis media'nın yaygın olan üç semptomu vardır. Bunlar;

- Kulak zarı perforasyonu,
- Dış kulak yolunda süpüratif karakterde zaman zaman kesilen akıntı,
- Genellikle iletim tipi işitme kaybı (Watts, Flood, & Clifford, 2000).

Bütün KOM türleri klinik semptomlara göre dört bölüme ayrılır.

- Aktif devre: Devamlı akıntı ile karakterize olup bu dönemde otoskopide perforasyon ve akıntı görülür. Orta kulakta mukoza hiperplastik ve ödemli şekildedir. KOM'un türüne göre epitelyal döküntüler, granülasyon dokusu ve polipler gözlenebilir.
- İntermittan devre: Burada akıntı, alerji atakları ve üst solunum yolu enfeksiyonu (ÜSYE) akabinde ortaya çıkar. ÜSYE iyileşince akıntı kesilir. Akıntı olduğu dönemde orta kulak mukozası ödemlidir. Sonrasında ödem ortadan kaybolur.
- İnaktif devre: Akıntı gözlenmez. Kişi yıllar önce kulağında akıntı olduğunu ancak uzun zamandan bu yana akıntı görmediğini belirtir. Kuru bir kulak ve santral bir perforasyon vardır. Perforasyon, kenarları incelmış ve yer yer epitel ile kaplanmıştır. Kulak zarı içinde kalsiyum plakları yer alır. Genellikle bu vakalarda östaki borusu açıktır ve arada hafif düzeyde iletim tipinde işitme kaybı gözlenir.
- Skatrisyel devre: KOM'un düzelmesine skatrisyel otit adı verilir. Kronik enfeksiyon tamamıyla iyileşerek yerinde fibrotik dokular bırakmıştır. Kulak zarında bulunan perforasyon tamamen kaybolabilir ve zarda adezyon veya timpanoskleroz görülebilir. Fakat bu kişilerde ileri düzeyde iletim tipi işitme kaybı kendini gösterir. Bunun sebebi orta kulaktaki yapışıklıklar, kemikçiklerdeki erime ve timpanosklerozdur (Watts et al., 2000).

Kolesteatomlu KOM'larda rahatsızlığın inaktif veya skatrisyel devreye geçme durumu bulunmaz. Kısa süre sonunda aktif hale geçer. Cerrahi tedavi yapılmadığında, intratemporal veya intrakraniyal olarak komplikasyonlara neden olabilir (Abramson ve ark 1984). Kemik erimesi kolesteatomlu KOM'da,

kolesteatomsuz KOM'a göre çok daha ciddidir. Literatürde kemikçik zincirde erime oranı kolesteatomlu KOM'ların %80 iken kolesteatomsuz KOM'larda bu oran %10- 20 aralığında bildirilmiştir (Kurihara, Yuasa, Toshima, & Takasaka, 1991).

5.3. Otokleroz

Otokleroz, stapes tabanından ve labirent kapsülünden kaynaklanan, patolojinin boyutuna, etkilediği bölgenin yerine ve histolojik aktivitesine göre işitme ve denge fonksiyonlarının etkilendiği os temporale'nin idiyopatik lezyonudur. Dört türü vardır;

1. Histolojik Otokleroz: Otik kapsülde yer alan otoklerotik kemiğin stapedial fiksasyon veya koklear hasar oluşturmadığı, asemptomatik ya da subklinik otokleroz türüdür (Çolpan, Öztürk, Elsürer, Kıbar, & Erdur, 2016).
2. Klinik Otokleroz: Otoklerotik odakta stapes tabanı, oval pencere girişi veya annuler ligamanı etkilediği durumdur. Stapes oval pencerede fiks olmuştur. İletim tipi işitme kaybı bulunur (ECEVİT, 2009).
3. Koklear Otokleroz: Stapes fiksasyonu olmamasına rağmen labirent kapsül ve koklear endosteum tutulumu vardır. Bu vakalarda yalnız nörosensöriyel işitme kaybı vardır (Akyıldız, 1998).
4. Juvenil Otokleroz: Gelişme çağında görülen otokleroz formudur. Çoğunlukla bilateral görülse de fiksasyon durumuna göre her iki kulakta farklı derecelerde işitme kaybına neden olabilir (Lutman, 1984).

Otoklerozun en belirgin semptomu işitme kaybı olmasının yanında sıklıkla tinnitus şikayetleri de bulunabilir. İşitme kaybı çoğunlukla yavaş olarak ilerler. Genellikle işitme

kayıpları 20-30 yaş arasında başlar. İşitme kaybı yaygın olarak asimetrik tiptedir. Otoklerotik odak, stapes tabanını ve annüler ligamanı tutuncaya dek semptom vermez. Ancak bunlardan önce otik kapsüle etki ederse nörosensöriyel işitme kaybı meydana gelebilir (Özgirgin ve Çelik 2002). İşitme kaybının ilerleyişi hastadan hastaya farklılık gösterir. Bazı hastalarda kayıp, ilerleyen zamanda progresyon göstermeyeceği gibi, bazı hastalarda baştan itibaren hızlı seyir ile ilerler. Hastalık progresyon gösterdikçe, işitme kaybının doğası da değişir. Otoklerotik odaklar kokleayı tutmaya başladığı süreçte iletim türü işitme kaybı yerini, mikst tipe bırakır.

İlk olarak 1672 yılında Thomas Willis tarafından, hastaların bir kısmında gürültülü alanlarda konuşulanları daha iyi işittikleri öyküsü bildirilmiştir. Bu sebeple bu bulguya Willis parakuzisi denir. Bunun nedeni, gürültülü ortamlarda insanların konuşurken genellikle ses düzeylerini yükseltmesidir (Glasscock & Gulya, 2003).

5.4. Ossiküloplasti

Ossiküloplasti, membrana tympanica ve fenestra vestibulare arasında fonksiyonel bir kemikçik zincir kurulması ve bu şekilde işitme restorasyonu sağlanması olarak açıklanabilir. Kemikçik zincir defektleri, adezyon ve fiksasyon gibi durumlarda kullanılmaktadır. Ossiküloplastide manubrium mallei önemli odyolojik prognostik etmendir. Protezlerin manubrium mallei'ye sabitlenmesi daha iyi fiksasyon sağlamakta ve de atılım oranları azalmaktadır. Stapes suprastrüktürü ise belirgin olarak cerrahi sonuçları etkilememektedir. Kan dolaşımının az olması ve anatomik pozisyonundan dolayı incus; enfeksiyon ve travmalardan diğer kemikçiklere göre daha fazla etkilenmektedir (Bared & Angeli, 2010).

Bu konuda ilk çalışma Matte'nin 1901'de gerçekleştirdiği miringostapediopeksi olgusudur (Matte, 1901). Buna benzer

girişimler 1950'lere dek devam etmiştir. Wullstein'in ve Zollner'in 1950'li yıllarda yapmış oldukları çalışmalar, modern ossiküler rekonstrüksiyon çağının orijini olarak bilinir (Zöllner, 1955). 1950'lerin sonu ve 1960'ların başında alloplastik ve otojen materyallerin kullanımı üzerinde durulmuştur. Kemikçik zincir yapılanmasında yapay ürünleri ilk kullanan, 1952'de Wullstein'dir (Wullstein, 1956).

Ossiküloplastide otogreft olarak ossiküler veya kortikal kemik ve kartilaj, allogreft olarak teflon, metal protezler (titanyum, çelik, altın), cam ionomer çimentolar (hidroksiapatit, oto-cem), karbon protezler ve kombine materyaller kullanılmaktadır. Kullanılan her materyalin kendine has avantaj ve dezavantajları vardır (Shea, 1976).

Kemikçik zincirin hali spesifik olarak KOM hastalarında değerlendirilmiştir. Varshney ve arkadaşlarının çalışmasında kronik enflamatuar süreçte en çok dayanan kemikçik malleus, erezyonun en fazla etkilediği kemikçik ise incus olarak bildirilmiştir (Varshney et al., 2010).

5.5. Romatoid Artrit Kulak Kemikçiklerinin Tutulumu

Kemikçik zinciri arasındaki iki diarthrodial eklemden daha sonra fibröz psödoartroz gelişir. Eklemden ankiloz ile kemikçik zincirin hareketlerinde azalış görülürken, daha önemli olan piston efekti değişmemektedir. Romatoid Artrit (RA)'in kemikçik zincirdeki eklemleri etkileyebileceği düşünülmektedir ve Gussen (1977) tarafından patolojik kanıtlar bildirilmiştir. Bu araştırmacı kemikçik zincir eklemlerinin sellüler kollajenöz doku ile yer değiştirdiğini öne sürmüştür. Bununla birlikte RA'de tipik gözlenen lenfosit ve plazma hücre infiltrasyonuna bir kanıt gösterilmemiştir (Gussen, 1977). Copeman, hastalığın alevlenme gösterdiği zamanlarda iletim tipinde işitme kaybı gözlenen üç hasta belirterek osteoartrit terimini kullanmıştır. Bu üç vakada

hastalığın remisyona girdiği zamanlarda işitmenin düzeldiğini belirtmiştir (Copeman, 1963). Maffat ve arkadaşları RA'li hastalardan bir kontrol grubu oluşturmuş ve anormal kollojen metabolizmasının, her iki eklemi ve membrana tympanica'yı etkilerken, kemikçiklerin de sertliklerinde azalma olduğunu bildirmişlerdir (Moffat, Ramsden, Rosenberg, Booth, & Gibson, 1977).

5.6. İletim Tipi İşitme Kaybının Tedavisinde 3 Boyutlu Basılmış Protezler

Aşınmış veya sabitlenmiş kemikçik zincirinin rekonstrüksiyonu çeşitli şekillerde gerçekleştirilebilir. Kullanılan rekonstrüktif yöntemin uygun seçimi, kemikçik zincirinin hangi bölümünün bozulmadan kaldığı ve otolojik cerrahın deneyimi ile belirlenir. Yeterli inkudal kemik kalırsa kalan kemiğe, kemikçik zincirde timpanik membran ile sürekliliğe geri sokmak için şekillendirildiği bir interpozisyon yapılabilir. Alternatif olarak kemikçik protezi kullanılabilir (Yung & Vowler, 2006).

Genel olarak, ossiküloplasti sonrasında sonuçlar on yıllardır iyileşmedi. Protez ekstrüzyonu, östaki borusu disfonksiyonu, tekrarlayan orta kulak iltihabı, kalıcı kronik orta kulak iltihabı ve kolesteatom tekrarı gibi bir dizi faktör uzun vadeli olarak tedavi sonuçlarını etkiler (Yung & Vowler, 2006). Ek olarak protez tasarımı, ameliyattan 6 ay sonra görülen nispeten düşük hava-kemik boşluğu kapanma oranları gibi ossiküloplasti sonrası tedavi sonuçlarının iyileştirilmesinde sınırlayıcı bir faktör olmaktadır (Baker, O'Connell, Nguyen, & Lambert, 2015).

Sıklıkla incus erozyonu, kemikçik zincirin süresizliğinin nedenidir ve ossiküloplasti gerekliliğine sebep olur. Kamavra ve arkadaşları, incus'un bir modelini yapmak için incus'un normatif değerlerini araştırdıklarını bildirdiler. Bu çalışma kapsamında, kadavra incus'ları üzerinde kütle, yapıların uzunluğu ve eksenlerin açısı dahil olmak üzere birçok yüksek hassasiyetli

ölçüm gerçekleştirilmiş. Modelin ayarlanabilir doğası nedeniyle, malleus ve incus arasındaki açı farklılıkları, malleus başı ile stapes arasındaki farklı mesafeler ve kaslar arasındaki farklı açılar dahil olmak üzere, bireysel hastaların anatomik kısıtlamalarına uyacak şekilde ayarlanabilir, 3 boyutlu baskılı inkudal modeller oluşturulduğu ve bu modellerin kadavrada, temporal kemikteki yerlerine kolayca oturduğu bildirildi (Kamrava, Gerstenhaber, Amin, Har-El, & Roehm, 2017).

Kemikçik zincirinin normal anatomisini yeniden oluşturan protez tasarımı ile ossiküloplastinin hem erken hem de ileri dönem sonuçlarının iyileştirilebileceği varsayılıyor. Bu tip kemikçik protezleri hastanın anatomisine özel üretim gerektirir (Soons et al., 2016). Bu nedenle, kişiye özel tasarlanmış kemikçik rekonstrüksiyon protezleri geçmişte uygun tedavi yöntemi değildi. Hastanın kemikçik morfolojisinin preoperatif görselleştirme ve ölçümündeki sınırlamalar, hastanın anatomisine göre özel protez tasarımını engelledi. Ek olarak, kulak uyumlu malzemelerle hızlı 3 boyutlu üretimdeki sınırlamalar da dahil olmak üzere özel protez imalatında önemli sınırlamalar vardı. Son zamanlarda, bilgisayarlı tomografi (BT) görüntülemeye ve hastaya özel protezlerin özel tasarımı ve üretiminde çarpıcı gelişmeler meydana geldi. Bireysel hastaların kemikçik anatomisi hakkında giderek daha ayrıntılı bilgi veren daha yüksek çözünürlüklü temporal kemik BT taramaları ortaya çıktı (Vaid, Vaid, Manikoth, & Zope, 2015). Bu teknolojilerin ossiküloplastiye uygulanması, işitmeyi daha da iyileştirme ve ameliyattan sonra ekstrüzyonu azaltmaya yardımcı olabilir. Hem baskı hem de görüntülemedeki ilerleme, tüm kemikçik zincirinin basılmasına izin vererek iletim tipi işitme kaybı olan daha fazla hastanın, kemikçik ameliyatı sırasında özelleştirilmiş protezlerden potansiyel olarak faydalanmasına olanak sağlayabilir (Soons et al., 2016).

6. SONUÇ

Ossicula auditus, orta kulakta yer alan, malleus, incus ve stapes olmak üzere üç kemikten oluşan, insan vücudundaki en küçük kemik yapılarıdır. Bu kemikçikler, membrana tympanica'ya ulaşan ses dalgalarının mekanik titreşimlerini iç kulağa ileterek işitme sürecinin temel kısmını oluştururlar. Aralarındaki eklem sayesinde, ses enerjisinin iletiminde hem hassasiyet hem de amplifikasyon sağlar. Klinik açıdan bakıldığında, bu yapıların doğuştan anomalileri, travmatik hasarları ya da enfeksiyöz süreçlerle bozulması, iletim tipi işitme kayıplarının en önemli nedenlerindendir. Ayrıca, ossiküler zincirin cerrahi onarımı ya da protezlerle rekonstrüksiyonu, otolojik girişimlerde önemli yer tutmaktadır. Bu bağlamda, ossicula auditus'un anatomik bütünlüğü ve fonksiyonel uyumu, sağlıklı işitme için vazgeçilmez öneme sahiptir.

KAYNAKÇA

- Akyıldız, N. (1998). Kulak hastalıkları ve mikrocerrahisi. *Ankara, Bilimsel Tıp Yayınevi*, 86.
- Alford, B. R. (1973). Surgical Anatomy of the Temporal Bone and Ear. *Archives of Otolaryngology*, 98(6), 433-433.
- Arıncı, K., & Elhan, A. (2014a). Anatomi II. *Ankara: Güneş Kitabevi*, 313.
- Arıncı, K., & Elhan, A. (2014b). *Anatomi: kemikler, eklemler, kaslar, iç organlar: Güneş Tıp Kitabevleri*.
- Bailey, B. J., Johnson, J. T., & Newlands, S. D. (2006). *Head & neck surgery--otolaryngology* (Vol. 1): Lippincott Williams & Wilkins.
- Baker, A. B., O'Connell, B. P., Nguyen, S. A., & Lambert, P. R. (2015). Ossiculoplasty with titanium prostheses in patients with intact stapes: comparison of TORP versus PORP. *Otology & Neurotology*, 36(10), 1676-1682.
- Bared, A., & Angeli, S. I. (2010). Malleus handle: determinant of success in ossiculoplasty. *American journal of otolaryngology*, 31(4), 235-240.
- Buño Jr, W. (1978). Auditory nerve fiber activity influenced by contralateral ear sound stimulation. *Experimental neurology*, 59(1), 62-74.
- Copeman, W. (1963). Rheumatoid oto-arthritis? *British Medical Journal*, 2(5371), 1526.
- Cousins, V. C., & Milton, C. M. (1988). Congenital ossicular abnormalities: a review of 68 cases. *Otology & Neurotology*, 9(1), 76-80.
- Curtin, H., Gupta, R., & Bergeron, R. (2011). Embryology, anatomy, and imaging of the temporal bone. *Head and*

Neck Imaging. 5th ed. Philadelphia: Elsevier Mosby, 1058.

- Çelik, O. (2002). Kulak burun boğaz hastalıkları ve baş boyun cerrahisi. . *Asya Kitap Evi: İstanbul*, 181-212.
- Çolpan, B., Öztürk, K., Elsürer, Ç., Kibar, E., & Erdur, Ö. (2016). Otosklerozlu olguların analizi. *Kulak Burun Boğaz Uygulamaları Dergisi*, 4(3), 105-110.
- Drake, R., Vogl, A. W., & Mitchell, A. W. (2015). *Gray's anatomy for students third ed.* Philadelphia: Churchilllivingstore.
- ECEVİT, M. C. (2009). Juvenil Otoskleroz. *Türkiye Klinikleri Ear Nose and Throat-Special Topics*, 2(3), 29-32.
- Glasscock, M. E., & Gulya, A. J. (2003). *Glasscock-Shambaugh surgery of the ear: PMPH-USA.*
- Gövsä Gökmen, F. (2008). SistematiK Anatomi Birinci Baskı. *İzmir, Güven Kitabevi*, 267-290.
- Gussen, R. (1977). Atypical ossicle joint lesions in rheumatoid arthritis with sicca syndrome (Sjögren syndrome). *Archives of Otolaryngology*, 103(5), 284-286.
- Hall, J. E., & Guyton, A. C. (2006). *Pocket companion to Guyton & Hall textbook of medical physiology: Elsevier Health Sciences TW.*
- Isaacson, G. (2014). Endoscopic anatomy of the pediatric middle ear. *Otolaryngology--Head and Neck Surgery*, 150(1), 6-15.
- Kamrava, B., Gerstenhaber, J. A., Amin, M., Har-El, Y.-E., & Roehm, P. C. (2017). Preliminary model for the design of a custom middle ear prosthesis. *Otology & Neurotology*, 38(6), 839-845.

- Kurihara, A., Yuasa, R., Toshima, M., & Takasaka, T. (1991). Bone destruction mechanisms in chronic otitis media with cholesteatoma: specific production by cholesteatoma tissue in culture of bone-resorbing activity attributable to interleukin-1 alpha. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 100(12), 989-998.
- Lee, K. (2012). *Essential otolaryngology head and neck surgery-9ed*. New york: Elsevier.
- Lutman, M. (1984). Phasor Admittance Measurements of the Middle Ear I. Theoretical Approach. *Scandinavian audiology*, 13(4), 253-264.
- Matte. (1901). Ueber Versuche mit Anheilung des Trommelfells an das Köpfchen des Steigbügels nach operativer Behandlung chronischer Mittelohreiterungen. *Archiv für Ohrenheilkunde*, 53(1), 96-99.
- Moffat, D., Ramsden, R., Rosenberg, J., Booth, J., & Gibson, W. (1977). Otoadmittance measurements in patients with rheumatoid arthritis. *The Journal of Laryngology & Otolaryngology*, 91(11), 917-927.
- Moore, B. C. (2012). *An introduction to the psychology of hearing*: Brill.
- Moore, K. L., Agur, A., & Dalley, A. F. (2014). *Clinically oriented anatomy* (7 ed.): Wolters kluwer india Pvt Ltd.
- Nomura, Y., Nagao, Y., & Fukaya, T. (1988). Anomalies of the middle ear. *The Laryngoscope*, 98(4), 390-393.
- Ovalle, W., & Nahirney, P. (2009). Netter Temel Histoloji, Çeviri Editörleri: Sevda Müftüoğlu, Figen Kaymaz, Pergin Atilla. *Güneş Tıp Kitapevleri, Ankara*.
- Ozan, H. (2014). *Ozan Anatomi* (3 ed.). Ankara: Klinisyen Tıp Kitapevleri.

- Probst, R., Grevers, G., & Iro, H. (2006). *Basic otorhinolaryngology*. New york: Thieme.
- Sadé, J., Yaniv, E., Avraham, S., Fuchs, C., & Sacs, B. (1985). Missing stapes and stapes-Replacing prosthesis. *Otology & Neurotology*, 6(3), 257-262.
- Savic, D., & Djerić, D. (1987). Congenital anomalies of the incus and stapes. *Revue de Laryngologie-Otologie-Rhinologie*, 108(5), 495-496.
- Shea, J. (1976). Plastipore™ total ossicular replacement prosthesis. *The Laryngoscope*, 86(2), 239-240.
- Soons, J. A., Danckaers, F., Keustermans, W., Huysmans, T., Sijbers, J., Casselman, J. W., & Dirckx, J. J. (2016). 3D morphometric analysis of the human incudomalleal complex using clinical cone-beam CT. *Hearing Research*, 340, 79-88.
- Standring, S. (2016). *Gray's Anatomy The Anatomical Basis of Clinical Practice*: Elsevier Health Sciences.
- Vaid, S., Vaid, N., Manikoth, M., & Zope, A. (2015). Role of HRCT and MRI of the temporal bone in predicting and grading the degree of difficulty of cochlear implant surgery. *Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery*, 67, 150-158.
- Varshney, S., Nangia, A., Bist, S., Singh, R., Gupta, N., & Bhagat, S. (2010). Ossicular chain status in chronic suppurative otitis media in adults. *Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery*, 62, 421-426.
- Watts, S., Flood, L. M., & Clifford, K. (2000). A systematic approach to interpretation of computed tomography scans prior to surgery of middle ear cholesteatoma. *The Journal of Laryngology & Otology*, 114(4), 248-253.

- Wenig, B. M. (2015). *Atlas of Head and Neck Pathology E-Book*: Elsevier Health Sciences.
- Wullstein, H. (1956). Theory and practice of tympanoplasty. *The Laryngoscope*, 66(8), 1076-1093.
- Yung, M., & Vowler, S. L. (2006). Long-term results in ossiculoplasty: an analysis of prognostic factors. *Otology & Neurotology*, 27(6), 874-881.
- Zöllner, F. (1955). The principles of plastic surgery of the sound-conducting apparatus. *The Journal of Laryngology & Otology*, 69(10), 637-652.

AURIS MEDIA

Tuğçe UĞUR KASAR¹

Murat İNCİ²

Hamza KASAR³

1. GİRİŞ

Auris media, iç yüzleri mukoza ile örtülü hava içeren boşluklardan oluşmuştur. Kompleks anatomisiyle os temporale'nin pars petrosa'sı içinde bulunur. Bir taraftan membrana tympani ile dış kulaktan ayrılmış, diğer taraftan tuba auditiva ile pharynx'e bağlanmıştır (Drake, Vogl, & Mitchell, 2015). Auris media'da cavitas tympani, ossicula auditus, musculus (m.) tensor tympani ve m. stapedius kasları, chorda tympani ve plexus tympanicus bulunur (Chung, Chung, & Halliday, 2017). Dış kulak yolundaki hava ortamından gelen titreşimlerden, işitme duyusu için uygun enerjinin oluşmasında membrana tympani, ossicula auditus ve cavitas tympani'nin oldukça fazla önemi vardır (Gövsa Gökmen, 2008).

Auris media, temporal kemikte yer alan, çoğu alanda tek katlı kübik epitelden oluşan mukoz membranla örtülü bir hava boşluğudur. Lateral duvarı tympanik membrandır; medial duvarı

¹ Uzm. Fzt., Bağımsız Araştırmacı, tuuceur@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2171-3048.

² Öğr. Gör. Dr., Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Ermenek Uysal ve Hasan Kalan Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, muratinci11@hotmail.com, ORCID: 0000-0003-4933-3351.

³ Dr., Bağımsız Araştırmacı, hamzakasar@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9635-920X.

vestibular ve cochlear pencereleri içerir (Probst, Grevers, & Iro, 2006).

Auris media, topografik olarak nervus (n.) facialis, arteria (a.) carotis interna, kafa içindeki venöz sinuslar, iç kulak ve dura gibi fonksiyonel öneme sahip yapılar ile komşudur (Probst et al., 2006).

2. AURIS MEDIA EMBRİYOLOJİSİ

Auris media, üst solunum ve sindirim sisteminin de geliştiği brankial yarıktan ve ceplerden gelişir. Bu arkların arasında oluşan oluklar, auris media oluşumunda rol oynar. Bu sebeple de doğumdan sonra kendini gösteren üst solunum yolları hastalıkları (ÜSYH) ile çok yakın ilişkisi vardır (Şentürk Uzer, 2005).

Auris media'nın tüm bileşenleri birinci ve ikinci faringeal kemerlerden gelişir. Gebeliğin 3. haftasında birinci ve ikinci faringeal poşlar, oral ve faringeal dil olacak yapının, her iki lateralinde bulunurlar (Lee, 2012). Birinci faringeal cepten gelişen tubotympanik girintinin medial proksimal bölümünden tuba auditiva oluşur. Girintinin lateral kısmı ilk faringeal yarık ile temas eder ve cavitas tympani gelişir; zemini daha sonra chorda tympaninin n. facialis'ten ayrıldığı seviyeye kadar kulak boşluğunun yan duvarını oluşturur (Standring, 2016). Distal bölümü ise genişler ve buradan auditor kemikler; bunların tendonları, ligamentleri ve chorda tympani'yi çevreleyen cavitas tympani oluşur (Moore, Persaud, & Torchia, 2011). 10. haftada pnömotizyon başlar, 23. haftada antrum belirir. Auris media doğuma kadar mukoza ile doludur. 28. haftada membrana tympanica belirgin olarak izlenebilir (Lee, 2012). Membrana tympanica üç yapraklı bir başlangıca sahiptir: Lateralde birinci brankiyal yarık tabanından ektoderm kökenli epidermal yaprak, medialde birinci faringeal kese endoderminden mukozal yaprak

ve arada da sefalik mezoderm ile nöral krista mezenşiminden fibröz yaprak olarak orijin almıştır. Başlangıçta hemen hemen yatay şekilde olan kulak zarı, giderek eğim kazanır ve yaklaşık üç yaşında yetişkin pozisyonuna gelir. Nöral krista mezenşiminden türeyen anulus tympanicus, yaklaşık üç ayda kemikleşmeye başlar (Nadol & McKenna, 2005).

12. ve 28. haftalar arasında 4 primer mukozal kese görülür. Bunların her birinden auris media'nın spesifik anatomik bölgeleri oluşur.

- Saccus anticus → Von troeltsch anterior poşu
- Saccus medius → Von troeltsch posterior poşu, mastoidin
- Saccus superior → Epitimpanum ve petröz alan parçası, incudal mesafe
- Saccus posterior → Fenestra cochleae (yuvarlak pencere) ve fenestra vestibuli (oval pencere) nişleri, sinus tympani (Lee, 2012).

Protimpanum gerçek kemikleşmesi ancak otik kapsülün kemik büyümesine bağımlı olması nedeniyle 18. fetal haftadan itibaren başlar. Daha önce yapılan çalışmalar, temporal kemiğin timpanik kısmından protimpanum gelişimine katkıda bulunduğunu bildirirken, daha yeni çalışmalar, sadece temporal kemiğin petroz bölümünden geliştiğini bildirmektedir. 21. fetus haftasından itibaren, a. carotis etrafında 2 kemik lamina gelişir ve sonunda canalis caroticus'u oluşturur. Superior lamina daha iyi gelişmiş ve 2 uzamaya neden olmuştur: daha uzun olan ve posteriorda timpanik halkaya bağlanan profilin yanal duvarını oluşturan superior ve daha kısa olan inferior canalis caroticus, lateral duvarını oluşturur. Benzer şekilde, 23. fetal haftadan itibaren, m. tensor tympani için kanal, üst ve alt katlardan oluşmaktadır. Ek olarak, tegmen tympani ve promontory sırasıyla

üst ve medial duvarlarını oluşturmaya yardımcı olur (Jufas, Marchioni, Tarabichi, & Patel, 2016).

Antrum mastoideum, altıncı ila yedinci aylarda cavitas tympani'nin dorsal bir genişlemesi olarak görülür (bazı kaynaklar bunu daha sonraki bir fenomen olarak görür). Tam olarak auris media kavitasyonunun nasıl meydana geldiği tam olarak anlaşılamamakla birlikte bir sinir krest kütlesinin kavitasyonunu içerdiği görülmektedir (Sienknecht, 2013; Thompson & Tucker, 2013). Geç fetal dönemde, cavitas tympani'nin genişlemesi sonucu os temporale'nin petromastoid bölgesinde bulunan antrum mastoideum oluşur. Antrum mastoideum, doğumda hemen hemen erişkin boyundadır ama yeni doğanda mastoid hücreler bulunmaz. İki yaşına doğru mastoid hücreler iyi gelişir ve mastoid process denilen temporal kemiklerin konik uzantılarını oluştururlar. Pnömatizasyon şekil ve yaygınlığı oldukça değişkendir. Temporal kemiklerin %30 'unda mevcut olan petröz piramidin pnömatizasyonu hayatın üçüncü yılına kadar başlamaz. Doğumda mastoid apeks gelişmemiştir ama m. sternocleidomastoideus'un yapışmasının çekme etkisi ile gelişir (Nadol & McKenna, 2005). Auris media puberte boyunca büyümeye devam eder. Malleus'a bağlı m. tensor tympani birinci faringeal ark mezenşiminden gelişir ve bu ark V. kranial sinir ile innerve olur. M. stapedius ikinci faringeal arkta gelişir ve VII. kranial sinir ile innerve olur (Moore et al., 2011).

Tablo 1. Auris Media Gelişimine Genel Bakış (Nadol & Mckenna, 2005).

Fötal Yaş (Hafta)	Auris media
3-5	Tubotimpanik reses belirgindir. Kemikçikler mezenşimde yoğunlaşmaya başlar.
6	Malleus ve incus kıkırdak modeller halinde tanınabilir.
7,8	Incudomalleolar ve incudostapedial eklemler şekillenir.
9,10	Timpanik membran üç yapraklı yapıdadır. Stapes anüler şeklini kaybeder ve n. facialis, auris media içinde seyreder.
11,12	Timpanik halka kemikleşmeye başlar
16	Malleus, incus ve stapes kemikleşmeye başlar.
18-20	Cavitas tympanica açılmaya başlar
22-24	Antrum gelişmeye başlar.
26	N. facialis, yetişkindeki ikinci dirseği yapar.
28-30	Malleus ve incus kemikleşir. Kemikçikler açık auris media boşluğu içinde yer alırlar.
34	Mastoid'in havalı hücreleri gelişmeye başlar.

3. AURIS MEDIA ANATOMİSİ

Os temporale içinde dış ve iç yüzleri birbirine çok yakın ince bir aralık şeklindeki, iç yüzleri mukoza ile örtülü hava içeren boşluklardan oluşmuştur (Arıncı & Elhan, 2014b). Auris media üç bölümden oluşur: dışarda membrana tympanica ile sınırlı cavitas tympani, mastoid hava hücreleri ve tuba auditiva. Auris media, ses dalgalarını iletirken hava ile perilemf arasındaki empedans (akustik direnç) farklılıklarını eşitleme yolu ile empedans eşitlemesi sağlar. Tuba auditiva ise auris media ile dış kulak yolu (DKY) arasında hava basıncındaki statik farklılıkları eşitler (Probst et al., 2006).

3.1. Membrana Tympanica

Meatus acusticus externus ile cavitas tympani'yi birbirinden ayıran kulak zarı, 10 mm uzunluğunda, 8 mm genişliğinde, 0.1 mm kalınlığında, yarı saydam ve eliptik bir koni şeklindedir. DKY ile 55 derecelik açı yapar (Gövsa Gökmen,

2008). Anulus tympanicus denilen kemik halkanın üzerindeki sulcus tympanicus'a sıkıca yapışan ve daha kalın olan anulus fibrocartilagineus denilen halka bulunur. Anulus tympanicus'un üst kısmında, inc. tympanica (Rivinus çentiği) denilen bir çentik ve bu çentiğin uçlarından başlayıp malleus'un processus (proc.) lateralis 'ine uzanan iki plika vardır. İç yüzden daha iyi görülebilen kulak zarındaki bu yapılara plica mallearis anterior ve plica mallearis posterior denilir. Bu plikalar arasında kalan kulak zarı parçasında orta tabaka (lamina propria) olmadığından bu kısım diğer bölümlerden daha incedir. Bu nedenle iki plika arasında kalan kulak zarı bölümüne pars flaccida (Shrapnell membran), geri kalanına ise pars tensa denilir (Arıncı & Elhan, 2014b). Pars tensa çok daha geniş, huni görünümlü olup manubrium mallei ile kemik kulak kanalının arasında uzanmaktadır. Pars tensa'nın ortalama kalınlık değeri $89,2 \pm 3,8$ mm'dir. Kalınlığı malleus'un umbo yakınında artmakta ve anulus tympanica'ya yaklaşmaktadır (Isaacson, 2014).

Üç katmandan oluşmuştur:

- Kutanoz katman olarak adlandırılan pars tensa'nın dış katmanı, pürüzsüz, çok katlı yassı epitelden oluşur ve normalde ışığı yansıtır.
- Mukozal katman denilen ve cavitas tympani'ye komşu olan içteki katman, tek kat yassı epitelden oluşur.
- Bu iç ve dıştaki katmanların arasında ise lamina propria yer alır. İki katlı bağ dokusu liflerinden oluşur. Birisi merkezden çevreye doğru ışınal olarak uzanan liflerden oluşan dış katman (radyal katman), diğeri ise içerde yer alan ve dairesel yerleşimli liflerin oluşturduğu dairesel katman (sirküler katman)'dır. Bu lifler, membrana tympanica'yı çevreleyen anulus fibrocartilagineus ile anulus tympani denilen kemik

halkanın üzerindeki sulcus tympanicus'a sıkıca yapışmıştır.

Pars flaccida (Shrapnell membranı), malleolaer katlantının üzerinde yerleşmiştir. Bu bölümde lamina propria bulunmaz. Bunun sonucu olarak pars flaccida, membrana tympanica'nın auris media'daki negatif basınç nedeniyle ilk retrakte olan yeridir ve bunun sonucunda epitelyal bir cep gelişir (Probst et al., 2006).

Kulak zarının orta kısmı, m. tensor tympani'in malleus'u içeriye doğru çekmesinden kaynaklı cavitas tympani'ye doğru bir çöküntü yapar. Bu çöküntünün orta kısmına, umbo membranae tympanicae denilir. Umbo'dan başlayarak yukarı ve öne doğru uzanan kabartıya stria mallearis adı verilir. Stria mallearis'i kulak zarına sıkıca yapışmış olan manubrium mallei oluşturur. Manubrium mallei yukarıda prominentia mallearis denilen ufak bir çıkıntı ile sonlanır. Bu çıkıntıyı da malleus'un proc. lateralis'i oluşturur. Kulak zarının ışıkla muayenesinde, umbo membranae tympanicae'nin ön-alt kısmında ışığın yansımalarıyla oluşan parlak üçgen şeklindeki alana, Politzer üçgeni denilir (Gövs Gökmen, 2008).

Klinikte kulak zarının dış yüzü, yukarıdan aşağıya doğru stria mallearis'ten ve önden arkaya doğru umbo'dan geçen birbirine dikey iki çizgi ile alt-ön, alt-arka, üst-ön, üst-arka olmak üzere dört alana bölünür. Üst kısmın (özellikle üst-arka) chorda tympani ve kulak kemikçikleri ile olan komşuluğu önemlidir. Auris media boşluğunda toplanan sıvıyı boşaltmak için veya herhangi bir sebeple kulak zarını delmek için en tehlikesiz yer, arka-alt kısımdır. Çünkü bu bölgede önemli bir oluşum yoktur (Arıncı & Elhan, 2014b).

Membrana tympanica'nın pozisyonu, auris media'nın basıncındaki değişikliklerle farklılaşır. Kulak annulusunun düzlemi, yeni doğanda neredeyse horizontal bir yönelimdayken

(horizontal düzlemden 34⁰), erişkinlerde daha dik bir oryantasyon (horizontal düzlemden 63⁰) gösterir. Açık oluşumundaki bu değişim, cavitas tympani boyutlarında bir değişiklik olmasından ziyade, kafatası tabanı ve beyindeki temporal lobun büyümesinden kaynaklanmaktadır (Isaacson, 2014).

Membrana tympanica'yı koruyan mekanizmalar:

- Zarın her iki tarafındaki basıncı dengeleyen östaki borusu
- Kemikçiklerin arasındaki eklemlerin koruyucu şekli
- Kemikçiklerin aşırı ya da ani hareketine bağlı oluşabilecek hasarı önleyen kulak kaslarının refleks kontraksiyonu (Ozan, 2014).

Arteriyal ve venöz dolaşım: Ramus (r.) auricularis profundus (a. maxillaris) deri tabakasının hemen altında dağılır. R. stylomastoideus (a. auricularis posterior) ve a. tympanica anterior (a. maxillaris) ise iç yüzündeki mukozada dağılır. Yüzeyel venler v. jugularis externa'ya açılırken, derin venleriyse kısmen dura mater venlerine ve sinüs transversus'a, kısmen de tuba auditiva'daki ven pleksusuna açılır (Arıncı & Elhan, 2014b).

Sinirleri: Nervus (n.) auriculotemporalis (n. mandibularis), r. auricularis [Arnold siniri] (n. vagus) ve n. tympanicus'tan (n. glossopharyngeus) innerve olur (Arıncı & Elhan, 2014b).

Lenfi: Nodi parotidei ve nodi cervicales profundi'nin üst grubuna gider (Ozan, 2014).

3.2. Cavitas Tympani

Cavitas tympani, kulak zarı ile iç kulak arasında bulunan ve her tarafı mukoza ile örtülü olan dar bir aralıktır. Cavitas tympani'nin vertikal ve sagittal uzunluğu aşağıda 4 mm, yukarıda 6 mm, en dar yeri kulak zarının ortası olup 2 mm'dir. Önde tuba

auditiva aracılığı ile pharynx boşluğu, arkada ise antrum mastoideum aracılığı ile proc. mastoideus'daki cellulae mastoidea ile bağlantılıdır (Gövsä Gökmen, 2008). Cavitas tympani, ses iletimi için membrana tympanica'nın hareketlerine izin verir. İçerideki havanın çoğu, cavitas tympani'ye tuba auditiva'dan girer. Ancak gazların bazıları da, mukozadaki kan damarlarından difüzyon yoluyla auris media'ya geçerler (Probst et al., 2006).

Cavitas tympani, DKY'nin en alt ve üst bölümleri hizasından timpanuma çizilen hayali transvers planlarla üç ayrı kısma ayrılabilir (Bailey, Johnson, & Newlands, 2006):

- Membrana tympanica seviyesindeki timpanik kavite, mezotympanum olarak adlandırılır. Önde, üst mezotympanum'da, protympanum denilen bir bölgede tuba auditiva'nın açıklığı bulunur. Tuba auditiva'nın orijininin medialinde carotis kanalının çıkan bölümü, tympanik duvarın bir kısmını oluşturur. Supratubal girinti (recess) tuba auditiva'nın superior'unda bulunur. Kokleariform çıkıntının önünde, medial parçası tuba auditiva'nın medial'deki osseöz sınırını yapan, canalis musculi tympani yer alır. Bu çıkıntının medial ve posteriorunda, ilk dirseğin hemen distalindeki n. facialis'in timpanik segmentini içeren Fallop kanalı bulunur. Inferiorunda, promontoryum bulunur. Promontorium'un altından yukarıya doğru uzanan 9. kraniyal sinirin timpanik dalı (Jacobson siniri) görülür. Promontorium'un arka üst bölümünde, fallop kanalının aşağısında stapes tabanı ve cruslarını içeren fenestrum vestibuli (oval pencere) vardır. Promontorium'un arkasında, oval pencerenin altında ise fenestra cochlea (yuvarlak pencere) bulunur. Posterior epitympanum, epitympanum'dan başlayıp mastoid antruma uzanan

aditus ad antrum denen pasajla devamlılık gösterir (Bailey et al., 2006; Probst et al., 2006).

- Membrana tympanica düzleminin üstünde yer alan bölüm epitympanum'dur (attik, resesus epitympanicus). N. facialis'in timpanik bölümü auris media iç duvarında epitympanumla mezotympanum arasındaki sınırı belirler. Epitympanum'da işitme kemikçiklerinin gövdeleri, bunlarla bağlantılı ligamentler ve birçok mukozal katlantılar bulunur. Epitympanum küçüktür, çok az hava içerir ve enflamasyon bu alanda çevrelenmiş hale gelebilir. Epitympanum, aditus ad antrum yoluyla mastoid antrum ve proc. mastoideus'un hava hücreleriyle bağlantılıdır. Antrum, auris media'da bir hastalık gelişimi sırasında sıklıkla labirentin en sık tutulan bölgesi olan canalis semicircularis lateralis'in kemik duvarına ait kabarıklığı içerir. Tegmen tympani, ince bir kemik katman olup epitympanum'un çatısını oluşturur ayrıca epitympanum'u fossa cranii media'dan ayırır (Probst et al., 2006).
- Membrana tympanica seviyesinin altında hypotympanum vardır. Vena jugularis'in bulbusuna komşudur ve mastoid hava hücreleri ile bağlantılı hücreler içerir (Probst et al., 2006).

Mezotympanumun postnatal büyümesi az miktardadır. İç kulağın kapsülünü, orta kulağın medial duvarının çoğunu oluşturur ve 22 haftalık fetusta yetişkin boyutuna ulaşmıştır. Yetişkinlerdeki (640 mm^3) cavitas tympani'nin ortalama hacmi, bebek boşluğunun hacminin (452 mm^3) yaklaşık 1,5 katıdır. Hipotympanum ve epitympanum artışın çoğunu oluşturur, bu nedenle postnatal yükseklik artışı, cavitas tympani'nin genişlik veya derinlikteki değişiminden daha büyüktür (Isaacson, 2014).

Cavitas tympani dış, iç, ön, arka, alt ve üst, olmak üzere 6 duvarı bulunan eşkenar dörtgen veya konkav kenarlı bir kutu şeklindedir (Moore, Agur, & Dalley, 2014).

3.2.1. Paries Tegmentalis (Üst Duvar)

Bu duvarı, pars petrosa'nın tegmen tympani'si şekillendirir. Cavitas tympani'yi fossa cranii media'dan ayıran bu kemik yapı çok incedir. Hatta bazen bu kemik lameller üzerinde delikler bile bulunabilir. Bu gibi durumlarda cavitas tympani'yi örten mukoza, doğrudan doğruya dura mater ile temas eder. Bu yolla auris media enfeksiyonları beyin zarlarına geçerek menenjit, temporal loba geçerek temporal lob apsesine neden olabilir (Gövsa Gökmen, 2008). Bu duvar arkada antrum mastoideum'un önde de m. tensor tympani'nin içinde bulunduğu kanalın tavanları olarak devam eder. Dış sınırında sutura petrosquamosa'nın kalıntıları bulunabilir (Arıncı & Elhan, 2014b).

3.2.2. Paries Jugularis (Alt Duvar)

Fundus tympani de denilen alt duvar, bir oluk şeklinde ve sünger görünümündedir. Paries jugularis orta kulağı; altında bulunan fossa jugularis ve içinden geçen bulbus superior venae jugularis interna'dan ayırır. İç duvar ile birleştiği kısımda n. tympanicus'un [Jacobson siniri] (n. glossopharyngeus'un dalı) içinden geçtiği canaliculus tympanicus'un iç açıklığı olan apertura interna canaliculi tympanici yer alır. Bazen kemik tabakası eksik olabilir; o zaman altındaki yapılardan mukoza ve fibröz doku ile ayrılır. Bu nedenle bazen auris media iltihapları v. jugularis interna'nın septik trombozuna neden olabilir (Arıncı & Elhan, 2014b; Gövsa Gökmen, 2008).

3.2.3. Paries Labyrinthicus (İç Duvar)

Orta kulağın labirintin duvarı aynı zamanda iç kulağın lateral duvarıdır. Üzerinde; fenestra cochlea, fenestra vestibuli,

prominentia canalis facialis ve promontorium gibi çok önemli yapılar yer alır (Ozan, 2014).

Bu duvardaki belirgin yapı, işitme ile ilgili bir iç kulak yapısı olan cochlea'nın basal kıvrımının meydana getirdiği yuvarlak bir çıkıntı olan promontorium'dur (Drake et al., 2015). Promontorium ile membrana tympanica arasındaki aralık 2 mm kadardır. Bu bölüm cavitas tympani'nin en dar yeridir. Klinik açıdan önemlidir ve bazen kemik bir yapı ile arkasında bulunan eminentia pyramidalis'e bağlanmıştır (Arıncı & Elhan, 2014b; Gövsa Gökmen, 2008).

Promontorium'un üzerinde plexus tympanicus'un sinirlerinin bulunduğu ince oluklara sulci promontorii denir. Promontorium'un arkasında sinüs tympani denilen çukurluk yer alır. Bu çukurlukta canalis semicircularis posterior'un ampulla'sı bulunur. Promontorium'un arka üst tarafında fossula fenestrae vestibuli denilen bir çukurcuk bulunur. İç kulakta vestibulum'a açılan fenestra vestibuli (oval pencere), stapes tabanı ile kapatılmıştır. Ligamentum (lig.) anulare stapediale, fenestra vestibuli ve stapes tabanı arasında uzanır (Gövsa Gökmen, 2008).

Promontorium'un arka-alt tarafında fossula fenestrae cochlea denilen bir çukur bulunur. Bu çukurdaki deliğe fenestra cochlea (yuvarlak pencere) denir. Fenestra cochlea, huni şeklindeki bir çukurluğun dibinde bulunur, bu sebeple fenestra vestibuli gibi açıkta görülmez. Auris media boşluğunu, iç kulağın cochlea'nın scala tympani'sine bağlayan bu geçit, canlıda membrana tympanica secundaria ile kapatılmıştır. Fenestra cochlea ile sinüs tympani'yi subiculum promontorii denilen bir kemik çıkıntı ayırır. Fenestra vestibuli'den iç kulağa girildiğinde, bazı dolambaçlı yollardan geçtikten sonra sonunda fenestra cochlea'den tekrar auris media boşluğuna gelinir. Membrana tympanica secundaria'nın cavitas tympanica'ya bakan yüzü normal pozisyonunda konkavdır. Bu zar da üç tabakadan oluşur. Dış

yüzünü cavitas tympanica'yı döşeyen mukoza, iç yüzünü cochlea'yı döşeyen membran oluşturur ve ortasında da fibröz tabaka vardır (Arıncı & Elhan, 2014a; Ozan, 2014).

Fenestra vestibuli'nin üstünde canalis nervi facialis'in oluşturduğu kabartıya prominentia canalis facialis denir. Bu kabartının üstünde prominentia canalis semicircularis lateralis denilen ve canalis semicircularis lateralis'in meydana getirdiği bir kabartı daha vardır. Promontorium'un ön-üst tarafında, m. tensor tympani'nin geçtiği oluk olan semicanalis musculi tensoris tympani bulunur. Kasın kirişi processus (proc.) cochleariformis denilen çıkıntı üzerinde kıvrılarak malleus'a yapışır (Gövsa Gökmen, 2008).

3.2.4. Paries Mastoideus (Arka Duvarı)

Mastoid veya posterior duvarı, aditus ad antrum mastoideum, eminentia pyramidalis ve fossa incudis oluşturur. Bu duvarın üst kısmında antrum mastoideum ve bu boşluğun cavitas tympani'ye açılan deliği olan aditus ad antrum mastoideum, recessus epitympanicus'u antrum mastoideum ve cellulae mastoidea olarak adlandırılan boşluklara bağlar (Gövsa Gökmen, 2008). Recessus epitympanicus'un alt bölümünde bulunan fossa incudis isimli küçük bir çukurda, incus'un crus breve'si yer alır. Duvarın alt bölümünde fenestra vestibuli'nin hemen arkasında görülen eminentia pyramidalis isimli kabartının içinde insan vücudunun en küçük çizgili kası olan m. stapedius bulunur. Canalis nervi facialis'in vertikal segmenti bu duvar üzerindedir. Chorda tympani, eminentia pyramidalis ile anulus tympanicus arasında bulunan apertura tympanica canaliculi chorda tympani adlı delikten geçerek auris media boşluğuna girer. N. stapedius da bu duvardan auris media boşluğuna girer (Ozan, 2014).

Arka duvarda, sinus tympani ve facial recess olmak üzere iki önemli girinti bulunur. Auris media'da, bilgisayarlı tomografi

(BT) taramalarında iyi gözlemlenir (Curtin, Gupta, & Bergeron, 2011).

3.2.5. Paries Caroticus (Ön Duvar)

Cavitas tympani'deki en dar duvardır. Alt kısmı, canalis caroticus (a. carotis interna) ile komşudur. N. caroticotympanicus superior ve inferior denilen sempatik sinirlerle delinir. Üst kısmında görülen iki kanaldan üstte olanı m. tensor tympani'nin bulunduğu semicanalis musculi tensoris tympani'ye, altta olanı tuba auditiva'nın kemik parçasının oluşturduğu semicanalis tubae auditivae'ye aittir. Bu iki kanal canalis musculotubarius denilen ortak bir ad ile bilinir ve ince bir kemik bölme olan septum canalis musculotubarii ile birbirinden ayrılır (Ozan, 2014).

3.2.6. Paries Membranaceus (Dış Duvar)

Bu duvarın büyük bölümünü membrana tympanica ve yapıştığı kemik halka oluşturmaktadır. Üstteki küçük bölümünü ise receccus (rec.) epitympanicus'un dış duvarı tarafından oluşturulur. Membrana tympanica'nın yapıştığı kemik halka dış kulak yolunun iç ağzı olup, tam bir halka şeklinde değildir. Üst kısmında incisura (inc.) tympanica (Rivinus çentiği) denilen bir çentik vardır. Bu çentiğin yakınında chorda tympani'nin girip çıktığı geçit (apertura tympanica canaliculi chordae tympani) ile fissura petrotympanica yer alır. Apertura tympanica canaliculi chordae tympani ince bir kanal vasıtasıyla foramen (for.) stylomastoideum'un yaklaşık 6 mm yukarısında canalis facialis'e bağlanır ve içinden chorda tympani ve beraberinde a. stylomastoidea'nın bir dalı geçerek auris media boşluğuna girer. Chorda tympani cavitas tympani'yi huguier kanalından terkeder (Arıncı & Elhan, 2014b).

Fissura petrotympanica (Glaser yarığı): kulak zarının tutunduğu anulus tympanicus'un üst ve ön bölümünde bulunan 2 mm uzunluğundaki yarıktır. Bu yarıktaki malleus'un processus anterior'u ve lig. mallei antierius yer alır. Ayrıca fissura

petrotympanica'dan a. maxillaris'in r. tympanicus anterior'u geçer (Gövsä Gökmen, 2008).

3.3. Tunica Mucosa Cavitatis Tympanicae

Pharynx mukozası; tuba auditiva'dan geçerek orta kulak boşluğunu ve buraya bağlı olan antrum mastoideum ve cellulae mastoidea'nın duvarlarını, ayrıca boşlukta bulunan kulak kemikçikleri, kaslar, bağlar ve damar-siniri de döşer. Tunica mucosa aynı zamanda membrana tympanica ve membrana tympani secundaria'nın cavitas tympanica'ya bakan yüzlerindeki mukoza tabakası ile devam eder. Orta kulak boşluğu duvarından kulak kemikçiklerine uzanan birtakım mukoza plikaları oluşturur. Bunlardan birisi üst duvardan malleus başı ile incus'un üst kenarına uzanır. İkincisi m. stapedius'u sarar, üçüncüsü de chorda tympani ve m. tensor tympani'yi örter. Bu mukoza plikaları arasında birtakım çıkmazlar oluşur ve orta kulak boşluğuna bir nevi bal peteği manzarası verirler. Membrana tympani'nin üst kısmında biri önde (plica mallearis anterior), diğeri arkada (plica mallearis posterior) iki plika bulunur. Bunların içinden chorda tympani geçer. Bu nedenle ikisine birden plica chordae tympani de denilir. Ön plika ile kulak zarı arasında oluşan çıkmaza rec. anterior membrana tympani (Troeltsch çıkmazı), arka plika ile kulak zarı arasında kalan çıkmaza ise rec. posterior membrana tympanici denir. Collum mallei, corpus incudis ve pars flaccida arasında kalan çıkmaza da rec. superior membrana tympanica (Prussak çıkmazı) denilir. Cavitas tympani mukozasında, mukoza bezleri bulunmaz, sadece ostium pharyngeum tubae auditoria yakınında bol miktarda goblet hücreleri bulunur. Tuba auditiva'yı döşeyen silyalı silindirik epitel'den oluşan mukoza, kemik bölümünde gayet incedir, kıkırdak bölümünde ise kalın, damardan zengin ve çok sayıda da mukoz bez bulunur. Cavitas tympanica, antrum mastoideum ve kulak kemikçikleri, doğuma kadar hemen hemen erişkindeki büyüklüğüne erişir, doğumdan sonra ise çok az büyürler. Fetus'da cavitas tympanica jelatinöz bir

yapı ile doludur. Bu yapı doğumdan sonra tuba auditiva'dan içeri hava girmesiyle absorbe olarak kaybolur (Arıncı & Elhan, 2014a; Gövsa Gökmen, 2008; Lee, 2012).

3.4. Auris Media'nın Arteriyal ve Venöz Dolaşımı

Cavitas tympanica 6 adet arter tarafından beslenir. Bunlardan iki tanesi esas alınır ve diğerlerinden daha kalındır (Dhingra, 2013).

- 1- A. tympanica anterior (a. maxillaris'in dalı), kulak zarını besler.
- 2- R. stylomastoidea ve a. tympanica posterior (a. auricularis posterior'un dalı), cavitas tympanica'nın arka kısmı ile cellula mastoidea'nın beslenmesini sağlar. Diğerleri daha ince dallardır.
- 3- R. petrosus (a. meninge media'nın dalı), orta kulak boşluğuna hiatus canalis nervi petrosi majoris'ten girer.
- 4- A. tympanica superior (a. meninge media'nın dalı), m. tensor tympani'nin geçtiği kanaldan cavitas tympanica'ya girer.
- 5- A. tympanica inferior (a. pharyngea ascendens'in dalı), tuba auditiva duvarında ilerler. N. tympanicus ile birlikte orta kulağa girer.
- 6- Aa. caroticotympanici (a. carotis interna'nın dalı), cavitas tympanica ile canalis caroticus arasındaki ince duvarı delerek orta kulak boşluğuna girer (Arıncı & Elhan, 2014a; Dhingra, 2013; Gövsa Gökmen, 2008; Ozan, 2014).

Venleri; sinus petrosus superior ve plexus pterygoideus'a açılır (Chung et al., 2017).

Lenfatik akım; Lenfleri, nodi lymphatici parotidei ve nodi lymphatici cervicales laterales profundi'ye açılır (Dhingra, 2013).

3.5. Auris Media İnervasyonu

Tuba auditiva'nın ve cavitas tympani'nin sinirleri plexus tympanicus'tan gelir. Orta kulağa gelerek promontorium üzerinde dallara ayrılan plexus tympanicus'u oluşturur. Bu ağa katılan sinirler n. glossopharyngeus'un dalı olan n. tympanicus ile plexus caroticus internus'tan gelen ve sempatik sinir olan n. caroticotympanicus superior ve n. caroticotympanicus inferior'dur. N. tympanicus, n. glossopharyngeus'un parasempatik ve sensitif lif taşıyan bir dalıdır. Parasempatikleri ganglion oticum'da nöron değiştirerek gl. parotidea'ya gelir. Orta kulak boşluğuna canaliculi tympanicus'tan geçerek ulaşır. Promontorium'un üstünde plexus tympanicus'a katılır. Cavitas tympani'yi üst duvarından terkeder. Sulcus nervi petrosi minoris içerisinde n. petrosus minor adıyla ilerler. Foramen ovale'den geçerek ggl. oticum'a ulaşır. Nöron değiştirdikten sonra n. auriculotemporalis içinde gl. parotidea'ya gider. Sempatik sinir sistemine ait plexus caroticus internus'tan gelen n. caroticotympanicus superior ve n. caroticotympanicus inferior, cavitas tympani'nin ön duvarından geçerek plexus tympanicus'un oluşumuna katılır. Plexus tympanicus sensitif, preganglionik parasempatik ve sempatik lifler içerir. Plexus tympanicus'tan ayrılan dallar cavitas tympani, tuba auditiva ve antrum mastoideum mukozasını innerve eder. N. mandibularis'in dalı olan r. meningeus ise cellula mastoidea'da dağılır (Arıncı & Elhan, 2014a; Dhingra, 2013; Gövsa Gökmen, 2008).

Chorda tympani; N. facialis'in çıkış deliği olan for. stylomastoideum'un 6 mm yukarısından ayrılır. Canaliculi chordae tympani içinde yukarı ve öne uzanarak apertura tympanica canaliculi chordae tympani ile orta kulak boşluğuna ulaşır (Dhingra, 2013; Gövsa Gökmen, 2008). Burada kulak zarının fibröz ve müköz tabakaları arasında öne doğru uzanırken, manubrium mallei'yi iç-üst taraftan çaprazlayıp ön duvara ilerler.

Burada fissura petrotympanica'daki bir kanaldan (Huguier kanalı) orta kulak boşluğunu terkeder (Arıncı & Elhan, 2014b).

3.6. Antrum Mastoideum

Mastoid, squamoz ve petroz kemiklerden gelişir. Petrosquamoazal suture, kemikli bir tabaka olarak kalıcı olabilir. Korner'in septumu; yüzeysel squamoazal hücreleri, derin petroz hücrelerinden ayırır. Korner'in septumu, antrum'un ve daha derin hücrelerin bulunmasında güçlük çekilebileceğinden cerrahi olarak önemlidir ve bu nedenle mastoidektomide hastalığın tanımlanamamasına neden olabilir. Korner'in septumu kaldırılmadığı sürece mastoid antrum'a ulaşamaz (Dhingra, 2013).

Mastoidin üst kısmında geniş, hava içeren bir boşluktur ve aditus yoluyla attic ile iletişim halindedir. Bu boşluk cavitas tympani'den biraz daha küçüktür. Yetişkinlerde çapı 1 cm, kapasitesi 1 ml'dir. Yeni doğanda da bulunması sebebiyle diğer hava sinüslerinden farklıdır. Canalis nervi facialis ön-alt tarafındadır (Ozan, 2014).

Cellulae mastoideae, proc. mastoideus içinde, genellikle birbirleri ile bağlantılı, sayıları ve boyutları farklı olan boşluklardır. Antrum görünüşte her zaman hava hücrelerine sahiptir; proc. mastoideus genellikle pnömatik (hava hücreleri içeren), diplo (kemik iliği içeren), karışık (hava hücreleri ve kemik iliği içeren) veya sklerotik dahil olmak üzere çeşitli tiplerde olabilir. İnsanların yaklaşık %80'inde 3 veya 4 yaşında iyi pnömatik hale gelir, ancak yaklaşık %20'sinde normal pnömatizasyon meydana gelmez (Dhingra, 2013). Canalis nervi facialis'in inen parçası ve sinus sigmoideus ile komşulukları önemlidir (Ozan, 2014).

4. AURIS MEDIA’NIN KLİNİK ÖZELLİKLERİ

Auris media’yı etkileyen yaygın patoloji otitis media’dır. Bunun yanında auris media tutulumuna neden olan diğer patolojiler aşağıda sınıflandırılmış olarak özetlenmiştir (Lee, 2012).

Auris Media Enfeksiyonları;

- Akut Otitis Media (AOM)
- Rekürren Akut Otitis Media (RAOM)
- Efüzyonlu Otitis Media (EOM)
- Kronik Süpüratif Otitis Media
- Kolestatomlu Kronik Otitis Media

Auris Media’nın Nonenflamatuvar ve Travmatik Hastalıkları;

- Yaralanmalar
- Orta Kulak Barotravması
- Kemik Hastalıkları

Auris Media ve Mastoid Sistem Hastalıkları;

- Wegener Granülamatozu
- Tüberküloz
- Poliarteritis Nodosa
- Osteogenesiz İmperfekta
- Paget Hastalığı

Auris Media’nın Diğer Hastalıkları;

- Patüloz Östaki Tüpü
- Tümörler

Tuba Auditiva Patolojileri;

- Tubal Obstrüksiyon
- Tubal Disfonksiyon
- Barotravmatik Otitis Media
- Patent Tuba
- Palatal myoklonus

4.1. Otitis Media'nın Fiziopatolojisi ve Otoskopik Özellikleri

Orta kulak enfeksiyon ve enflamasyonlarında en büyük rolü tuba auditiva disfonksiyonu oynar. Tuba auditiva'nın fonksiyon bozukluklarını iki grupta toplayabiliriz:

- Tuba auditiva obstrüksiyonları
- Tuba auditiva'nın yetersizlikleri

Tuba auditiva yeteri kadar nasopharynx'ten, cavitas tympanica'ya hava geçiremiyorsa auris media'da negatif bir basınç oluşur. Çünkü mukozalar tarafından O₂ gazı kullanılır ve CO₂ miktarında artış olur. Yutkunma esnasında tuba auditiva açılır ve bu basınç dengelenir. Herhangi bir sebeple tuba auditiva işlevini tam yapamadığında; auris media'da kalıcı bir negatif basınç, dolaşım sisteminden transuda ve sekresyonun cavitas tympani'de birikme durumu ortaya çıkar. Aynı zamanda membrana tympanica'da bir çökme, kemikçik zinciri üzerinde bir bası oluşur. Hasta tinnitus, tıkanıklık hissi ve otofoniden yakınabilir. Cavitas tympanica'daki mukozada ödem oluşur. Sekretuar elemanların artışıyla sekresyon artar. Tüm bunların sonucunda kısır döngü başlar. Tuba auditiva işlevi gittikçe bozulur. Bu durum serö müköz otitis media'lar olarak isimlendirilir. İçerideki sıvı aseptiktir. Kısa süreli bozukluklarda cavitas tympanica normale dönebilirken uzun sürdüğü

durumlarda; adeziv proses, timpan skleroz, retraksiyon poşları, kolesterin birikimleri gibi dejeneratif bozukluklar gelişebilir (Lee, 2012).

Eğer zarda perforasyon yoksa, ajan patojenlerin auris media'ya giriş yeri tuba auditiva'dır. Sırayla hematojen, lenfojen, intrakranyal yollardan da az da olsa ajan patojenler giriş yapabilir. Şayet eski bir zar perforasyonu varsa; banyo, deniz, temizlik aletleri gibi çeşitli sebeplerle de ajan patojen girebilir (Lambert & Roy, 2013).

Bakteriler için iyi bir üreme ortamı olan auris media'da hızlı bir üreme başlar. İçerde pozitif bir basınç gelişmiş olup artık dışarıya drene olmak zorundadır. Eğer zarda perforasyon varsa kulakta akıntı başlar. Perforasyon yoksa da en zayıf kısımdan yayılır. (Probst et al., 2006).

Kulak yapısına, hastanın tedavi olup olmamasına bağlı olarak veya savunma sisteminin gücüne göre bu patolojik durum çok tehlikeli komplikasyonlara sebep olabilir ya da belirli bir oranda iyileşebilirler (Lee, 2012).

4.2. Otitis Media'da Otoskopik Bulgular

Akut enflamatuar değişiklikler: Membrana tympanica kalınlaşıp eritemli bir görünüm alır ve normale göre daha az saydam hale gelir. Ayrıca dışı doğru bombeleşir. Bu bombeleşme genellikle ilk başta pars flaccida'da kendini belli eder. Enflamasyon ilerleyip auris media'da sıvı basıncı arttıkça membrana tympanica perfore olabilir. Akut enflamasyonlu orta kulak mukozası ile membrana tympanica'dan akıntının olduğu bölüm arasında bir bağlantı mevcutsa pulsasyon izlenebilir, yani kulak kanalında pulsatil akıntının olması akut otitis media göstergesidir (Probst et al., 2006).

Kronik timpanik membran perforasyonu: Akut enflamatuar değişikliklerin olmadığı membrana tympanica

perforasyonunu, otoskopla saptamak oldukça kolaydır. Bu perforasyonlar kronik otitis media'nın önemli göstergeleri olarak kabul edilir (Williamson, 2007).

5. SONUÇ

Auris media, cavitas tympanica içerisinde yer alan ossicula auditus (malleus, incus, stapes) aracılığıyla ses iletimini sağlayan, tuba auditiva ile nazofarenkse açılan ve önemli nörovasküler yapılarla komşu olan bir iletim bölgesidir. N. facialis'in canalis facialis içerisinde geçmesi ve plexus tympanicus'un promontorium'da yer alması, bu bölgeyi klinik açıdan değerli kılar. Otitis media gibi patolojiler hem işitme fonksiyonunu bozabilir hem de ciddi nörolojik komplikasyonlara neden olabilir. Bu sebeple auris media'nın ayrıntılı anatomik bilgisi, doğru tanı ve tedavi süreçleri için vazgeçilmezdir.

KAYNAKÇA

- Arıncı, K., & Elhan, A. (2014a). *Anatomi II. Ankara: Güneş Kitabevi*, 313.
- Arıncı, K., & Elhan, A. (2014b). *Anatomi: kemikler; eklemler; kaslar, iç organlar: Güneş Tıp Kitabevleri*.
- Bailey, B. J., Johnson, J. T., & Newlands, S. D. (2006). *Head & neck surgery--otolaryngology* (Vol. 1): Lippincott Williams & Wilkins.
- Chung, K., Chung, H., & Halliday, N. (2017). *Gross anatomy* (Y. Arifoğlu Ed. Vol. 7). Gross Anatomy.
- Curtin, H., Gupta, R., & Bergeron, R. (2011). Embryology, anatomy, and imaging of the temporal bone. *Head and Neck Imaging. 5th ed. Philadelphia: Elsevier Mosby*, 1058.
- Dhingra, P. (2013). *Diseases of Ear, Nose and Throat-E-Book: Elsevier Health Sciences*.
- Drake, R., Vogl, A. W., & Mitchell, A. W. (2015). *Gray's anatomy for students third ed. Philadelphia: ChurchillLivingstone*.
- Gövsa Gökmen, F. (2008). Sistematik Anatomi Birinci Baskı. *İzmir, Güven Kitabevi*, 267-290.
- Isaacson, G. (2014). Endoscopic anatomy of the pediatric middle ear. *Otolaryngology--Head and Neck Surgery*, 150(1), 6-15.
- Jufas, N., Marchioni, D., Tarabichi, M., & Patel, N. (2016). Endoscopic anatomy of the protympanum. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 49(5), 1107-1119.
- Lambert, E., & Roy, S. (2013). Otitis media and ear tubes. *Pediatric Clinics*, 60(4), 809-826.

- Lee, K. (2012). *Essential otolaryngology head and neck surgery-9ed*. New york: Elsevier.
- Moore, K. L., Agur, A., & Dalley, A. F. (2014). *Clinically oriented anatomy* (7 ed.): Wolters kluwer india Pvt Ltd.
- Moore, K. L., Persaud, T. V. N., & Torchia, M. G. (2011). *The developing human E-book*: Elsevier Health Sciences.
- Nadol, J. B., & McKenna, M. J. (2005). *Surgery of the ear and temporal bone*: Lippincott Williams & Wilkins.
- Ozan, H. (2014). *Ozan Anatomi* (3 ed.). Ankara: Klinisyen Tıp Kitapevleri.
- Probst, R., Grevers, G., & Iro, H. (2006). *Basic otorhinolaryngology*. New york: Thieme.
- Sienknecht, U. J. (2013). Developmental origin and fate of middle ear structures. *Hearing Research*, 301, 19-26.
- Standring, S. (2016). *Gray's Anatomy The Anatomical Basis of Clinical Practice*: Elsevier Health Sciences.
- Şentürk Uzer, T. (2005). Akustik travmada pentoksifilin-steroid kombine tedavisinin işitme kaybı üzerine etkisi (hayvan modeli). *İstanbul, Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Uzmanlık Tezi*, 1-71.
- Thompson, H., & Tucker, A. S. (2013). Dual origin of the epithelium of the mammalian middle ear. *Science*, 339(6126), 1453-1456.
- Williamson, I. (2007). Otitis media with effusion in children. *BMJ Clinical Evidence*, 2007, 0502.

LIMBIC SYSTEM: THE AMYGDALA BEYOND BOUNDARIES

Seda ÇETİN¹

1. INTRODUCTION

This chapter focused on the amygdala, one of the neuroanatomical structures that make up the limbic system. The amygdala is not just a fear center. Recent studies have shown that it is involved in emotions, memory, social behavior, neurodegenerative diseases, genetics and gender differences.

2. LIMBIC SYSTEM; STRUCTURAL COMPONENTS

The limbic system is a system consisting of cortical and subcortical parts located in the telencephalon and diencephalon regions of the brain that manages sensory and physical responses (Arifoğlu, 2024). The main components of this system have been reported as gyrus cinguli, gyrus parahippocampalis, area septalis, hippocampus, corpus amygdaloideum, some prefrontal cortex areas, anterior nucleus of the thalamus and corpora mamillaria nuclei of the hypothalamus (Heimer & Van Hoesen, 2006; Pascalau et al., 2018). A network is formed between these structures through the fornix, cingulum, stria terminalis, fasciculus uncinatus and tractus mamillothalamicus. This network provides the regulation of emotions, memory, autonomic

¹ Dr. Res. Asst., Adiyaman University Faculty of Medicine, Department of Anatomy, suludag@adiyaman.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1952-4587.

responses and instinctive behaviors in the limbic system (LeDoux, 2000).

2.1. Amygdala

Corpus amygdaloideum is a subcortical structure located in the depths of the medial temporal lobe on both sides of the brain that plays a role in controlling intense emotions such as fear, anger, joy, and excitement (Arifoğlu, 2024; Pascalau et al., 2018).

2.1.1. Anatomical Location and Structure of the Amygdala

Apparently, it is derived from the Latin word for "almond". It is located in the medial part of the temporal lobe, just anterior to the hypothalamus. The amygdaloid complex is a small, spherical mass of gray matter located near the terminal portion of the inferior horn of the lateral ventricle. Its approximate volume is known as 1700 mm³ (Arifoğlu, 2024; Nieuwenhuys, Voogd & Van Huijzen, 2007). It has been proven to communicate strongly with both limbic and non-limbic structures. These connections support the amygdala's rapid response to emotions such as fear, reward, and stress (Pascalau et al., 2018). It consists of 13 nuclei and their subunits. The amygdala nuclei are divided into three groups: basolateral nuclei, cortical-like nuclei, and centromedial nuclei (Sah et al., 2003). Additionally, there exists a set of nuclei that do not fall under these three categories, including intercalated cell masses, the amygdalohippocampal area, and the substantia innominata, which collectively form the extended amygdala (Sias et al., 2021). Anatomically, the blood supply of the amygdala is provided by branches of the arteria carotis interna and arteria basilaris (Di, Huang & Biswal, 2017; Sundsten & Nolte, 2001).

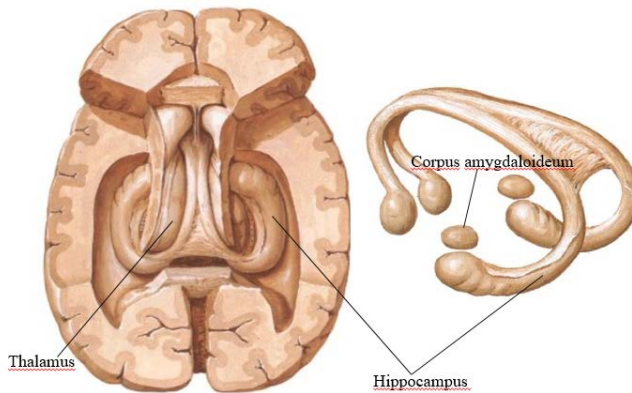


Figure 1. Neighborhood of the amygdala and its anatomical location in the brain (Netter, 2014).

2.1.2. Functional Role: Emotional and Cognitive Processes

The amygdala is connected to the orbitofrontal cortex, which is involved in emotional decision-making, and the anterior temporal lobe, which is associated with memory, via a neural pathway called the uncinate fasciculus. It also communicates with the brainstem via the ventral amygdalofugal pathway to transmit emotional responses to the body (Di, Huang & Biswal, 2017; Sundsten & Nolte, 2001).

Although it is known that the amygdala is a center that is particularly active in threat perception and emotional responses, Functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI) studies have strengthened this evidence (Dugré & Potvin, 2023). However, this structure is not limited to emotions; it also plays a role in various cognitive processes, including learning, attention, memory, decision-making, sexual orientation, and social behavior (Rudzinskas et al., 2019; Baird et al., 2004).

In patients who underwent surgery for temporal lobe epilepsy, a relationship between sexual motivation and the amygdala was observed. Additionally, behavioral changes such as Kluver-Bucy syndrome have been found in bilateral amygdala lesions (Lanska, 2018).

2.1.3. Imaging Findings and Psychopathology

Imaging studies on emotional mechanisms also have an important place in the treatment of anxiety and mood disorders (Ressler & Mayberg, 2007).

Phan et al.'s (2002) meta-analysis showed that the amygdala is strongly associated with fear and that different emotions are processed in different areas of the brain.

Poulin et al. (2011) detected a decrease in amygdala volume in the early stages of Alzheimer's disease. They made this determination through magnetic resonance imaging (MRI). They stated that there is a significant relationship between shrinking amygdala and cognitive impairment. Amygdala atrophy can be used as a biomarker in the early stages of Alzheimer's disease.

Morey et al. (2012) examined amygdala volume in individuals with post-traumatic stress disorder using MRIs. Patients noted smaller amygdala volume compared to normal. They suggested that this may be an indicator of post-traumatic stress rather than a result of trauma.

Additionally, it has been shown that prenatal stress can have persistent effects on amygdala volume, which is thought to be particularly relevant to depressive symptoms (Mareckova et al., 2022).

As in all these neuroimaging studies, physiological and psychological responses are related to the amygdala.

2.1.4. Amygdala and Neurological Disorders

In dementia, impaired connectivity between the amygdala and hippocampus, as well as abnormal amygdala volume, leads to impairments in episodic memory, working memory, and emotional memory. In addition, hyperphosphorylation of the tau protein, disruption of insulin signaling, formation of A β plaques, imbalanced production of neurotransmitters, synaptic insufficiency, and imbalance in cholinergic neuron innervation cause disruptions to fear memory and the development of anxiety and depression (Song, 2023).

The amygdala is an important structure involved in the integration of mood regulation and cognitive functions. Depressive symptoms are common in Alzheimer's disease, and these symptoms have negative effects on the course of the disease. The study conducted by Du et al. (2024) has shown that the relationship between depression symptoms and cognitive function in Alzheimer's patients is mediated by functional connectivity and microstructural integrity in the amygdala-frontal circuit. Notably, weakened functional connectivity between the gyrus frontalis inferior and bilateral amygdaloideum, as well as decreased fractional anisotropy of the left frontal uncinate fasciculus, partially explains this relationship. These findings suggest that amygdala-frontal circuitry may be a common neurobiological substrate of emotional and cognitive impairments in Alzheimer's disease.

fMRI studies have reported increased amygdala activation in pediatric bipolar disorder (PBD) and high-risk youth, but structural changes are inconsistent. These findings suggest that amygdala hyperactivity is a potential endophenotype for pBP (Simonetti et al., 2022). Additionally, abnormalities in amygdala metabolism are associated with bipolar disorder (Sancaktar et al., 2023).

Zhang et al. (2025) observed significant differences in the functional connectivity of subregions of the amygdala (especially the basal lateral amygdala and the central medial amygdala) in patients with temporal lobe epilepsy who exhibit panic symptoms during seizures, with various cortical and subcortical structures.

In particular, it has been reported that the connections between the left basolateral amygdala and the right gyrus frontalis medius, as well as the connections between the right basolateral amygdala and the gyrus postcentralis, increased. In contrast, the connections of the nucleus centralis medialis amygdalae with the pons decreased. These findings suggest that panic symptoms occurring during seizures in temporal lobe epilepsy patients are associated with the reorganization of connections between amygdala subregions and brain regions (Zhang et al., 2025).

Significant structural deformations have been observed in the amygdala in patients with schizophrenia; these abnormalities were positively correlated with the severity of disease symptoms and negatively correlated with working memory performance (Peterson et al., 2023).

Lesions seen in temporal lobe epilepsy can cause overstimulation of the amygdala, resulting in panic attacks and similar symptoms. In these cases, increased blood flow was detected, especially in the right parahippocampal gyrus (Inman et al., 2020).

Learning models such as fear conditioning have clearly demonstrated the role of the amygdala in the formation of emotional memory (Ganesh et al., 2024).

A significant volumetric decrease was found in migraine patients compared to healthy individuals, especially in the right amygdala and pallidum regions. This reduction has been reported to be directly related to the severity of migraine (MIDAS score). In conclusion, the research argues that migraine is not just a pain

disease but a complex disease with changes in brain structure and interactions with psychological states (Kosuge et al., 2024).

A study examining the relationship between small vessel disease (SVD) and the amygdala highlights cognitive impairments and amygdala volume loss associated with SVD (Cheng et al., 2024).

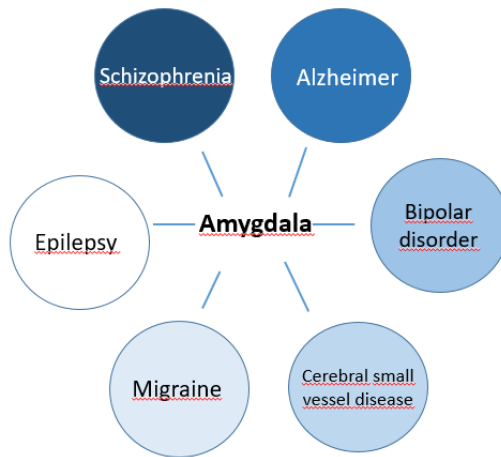


Figure 2. Neurological diseases associated with the amygdala

2.1.5. Amygdala Nuclei: Genetics and Social Behavior

Researchers developed a data-driven method to understand the microstructural properties of the amygdala; They created a multi-scale feature bank using the density moments obtained from post-mortem histology data of BigBrain (a digitized 3D atlas of the human brain at microscopic resolution). They converted it into a two-dimensional structural space with the dimensionality reduction method called UMAP. This method was able to separate distinct microstructural subcompartments in the amygdala and generalize to both post-mortem and 7T in vivo MRI data. This study, which presents a new analysis method, revealed the structure-function relationship in the amygdala (Auer et al., 2025). In another study, the medial amygdala has

been presented to the literature as having a special importance in regulating social behavior (Prakash, Irqeba & Corbin, 2024).

A recent study examined the connections of the ventral amygdalo-fugal pathway (VAFP) to the prefrontal cortex, diencephalon, midbrain, and brainstem. In the study, VAFP was divided into five different anatomical sections from front to back using fiber dissection and diffusion tensor tractography methods. Through this segmentation, VAFP was demonstrated to be a surgically significant and integrated neural network. Furthermore, this study suggested that the amygdala–substantia innominata and amygdalo-tegmental connections were clearly defined for the first time. Researchers recommend the use of this new anatomical classification, believing it will be beneficial for neurosurgeons (Erkan et al., 2024).

Additionally, specific subregions of the amygdala are linked to higher-level cognitive processes, including social cognition, theory of mind, and episodic memory (Edmonds et al., 2024). Genetic studies have revealed that there are gender-specific genetic differences in the left amygdala structure and that this may be associated with some psychiatric disorders (Gui et al., 2025).

2.1.6. Intercalated Cells in the Amygdala

Intercalated cells (ITCs), a special group of cells located within the amygdala, can change and adapt according to a person's experiences. These cells help regulate environmentally appropriate behavior by collecting information from different parts of the brain and is also controlled by the brain's chemical balances. The ITC network reveals a very old system that integrates information from throughout the brain and organizes appropriate behaviors (Aksoy-Aksel et al., 2025).

Afferent and efferent connections to three major intercalated cell clusters within the amygdala have been mapped

in a mouse model. This mapping revealed that cells are connected not only by known pathways but also by a large, previously unidentified brain network, with each subset having unique connectivity patterns (Stern, Wilke, & Root, 2023).

2.1.7. Functional Differences Depending on Sex and Hormones

While the amygdala plays a central role in stress response and emotional regulation, the function of this structure may differ significantly depending on gender and hormones. Neuroinflammatory processes in amygdala-centered circuits have been shown to differ between genders, particularly in stress-induced alcohol use behaviors. In preclinical studies, women are more susceptible to stress-related alcohol consumption, and this difference was due to increased microglial activation observed in the amygdala region. It may be associated with stronger neuroimmune responses.

Additionally, the effects of ethanol on GABAergic and glutamatergic transmission in the amygdala have been found to differ based on gender (Mineur et al., 2022). These differences increase women's amygdala sensitivity under stress and potentiate alcohol-seeking behaviors.

However, these sex-related differences in amygdala function are not limited to alcohol use behavior. In a study conducted by Gupta and Chattarji (2021), significant changes were observed over time in both excitatory and inhibitory synaptic transmission in lateral amygdala circuits following acute stress in male rats. In contrast, no such change was detected in female rats exposed to the same stress protocol. Moreover, these differences also manifest themselves at the behavioral level. Male rats exhibited increased anxiety-like behaviors on day 10 post-stress, whereas this effect was not evident in female rats. These findings suggest that the delayed effects of acute stress on the

amygdala are gender specific at both physiological and behavioral levels and suggest that there may be more persistent synaptic resistance to stress in women (Gupta & Chattarji, 2021).

These data clearly demonstrate that amygdala function in stress response and alcohol use exhibits gender-related differences. Amygdala circuits in males and females respond differently at both the synaptic and behavioral levels; it appears that the amygdala is more sensitive to the effects of stress and alcohol, especially in women.

Therefore, a detailed examination of gender-specific mechanisms in amygdala-centered neural circuits is critical for the development of more effective, personalized approaches to the treatment of psychiatric disorders and addictions.

3. CONCLUSION

The amygdala is a complex component of the limbic system, located within the medial temporal lobes, and has dense connections with many cortical and subcortical structures. It stands out as a crucial neuroanatomical structure that plays a vital role in emotional and cognitive processes. The association of structural and functional changes with schizophrenia, Alzheimer's, bipolar disorder, and stress-related conditions suggests that the amygdala may be a target structure in these diseases, indicating that this will be a critical focus for personalized treatment strategies in future research.

REFERENCES

- Aksoy-Aksel, A., Ferraguti, F., Holmes, A., et al. (2025). Amygdala intercalated cells form an evolutionarily conserved system orchestrating brain networks. *Nature Neuroscience*, 28, 234–247. <https://doi.org/10.1038/s41593-024-01836-8>
- Arifoğlu, Y. (2024). Her yönüyle anatomi (4. baskı). İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevleri.
- Auer, H., Cabalo, D. G., Rodríguez-Cruces, R., Benkarim, O., Casey, J., Paquola, C., DeKraker, J., Wang, Y., Valk, S. L., Bernhardt, B. C., & Royer, J. (2025). From histology to macroscale function in the human amygdala. *eLife*, 13, RP101950. <https://doi.org/10.7554/eLife.101950.3>
- Baird, A. D., Wilson, S. J., Bladin, P. F., Saling, M. M., & Reutens, D. C. (2004). The amygdala and sexual drive: Insights from temporal lobe epilepsy surgery. *Annals of Neurology*, 55(1), 87–96.
- Cheng, Z., Nie, W., Leng, J., Yang, L., Wang, Y., Li, X., & Guo, L. (2024). Amygdala and cognitive impairment in cerebral small vessel disease: Structural, functional, and metabolic changes. *Frontiers in Neurology*, 15, 1398009. <https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1398009>
- Di, X., Huang, J., & Biswal, B. B. (2017). Task modulated brain connectivity of the amygdala: A meta-analysis of psychophysiological interactions. *Brain Structure and Function*, 222, 619–634.
- Du, Y., Zhang, S., Qiu, Q., Fang, Y., Zhao, L., Yue, L., ... & Li, X. (2024). The mediating effect of the amygdala-frontal circuit on the association between depressive symptoms and cognitive function in Alzheimer's disease.

- Translational Psychiatry, 14(1), 301.
<https://doi.org/10.1038/s41398-024-03098-2>
- Dugré, J. R., & Potvin, S. (2023). Altered functional connectivity of the amygdala across variants of callous-unemotional traits: A resting-state fMRI study in children and adolescents. *Journal of Psychiatric Research*, 163, 32–42.
- Edmonds, D., Salvo, J. J., Anderson, N., Lakshman, M., Yang, Q., Kay, K., ... & Braga, R. M. (2024). The human social cognitive network contains multiple regions within the amygdala. *Science Advances*, 10(47), eadp0453.
<https://doi.org/10.1126/sciadv.adp0453>
- Erkan, B., Hergünel, B., Barut, O., Saygı, T., Kocak, B., Güngör, A., ... & Tanrıover, N. (2024). Ventral amygdalofugal pathway as an integrated surgically important network: Microsurgical anatomy and segmentation based on fiber dissection. *Journal of Neurosurgery*, 1(aop), 1–15.
- Ganesh, K. A. B., Panda, P., Makwana, A. H., Gopalakrishna, P. K., Rani, K. P., & Vishnumukkala, T. (2024). Unraveling the amygdala: A review of its anatomy and functions. *Bioinformation*, 20(11), 1588–1592.
- Gui, Y., Zhou, G., Cui, S., et al. (2025). The left amygdala is genetically sexually-dimorphic: Multi-omics analysis of structural MRI volumes. *Translational Psychiatry*, 15, 17.
<https://doi.org/10.1038/s41398-025-03223-8>
- Gupta, K., & Chattarji, S. (2021). Sex differences in the delayed impact of acute stress on the amygdala. *Neurobiology of Stress*, 14, 100292.
<https://doi.org/10.1016/j.ynstr.2021.100292>
- Heimer, L., & Van Hoesen, G. W. (2006). The limbic lobe and its output channels: Implications for emotional functions and

- adaptive behavior. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 30(2), 126–147.
- Inman, C. S., Bijanki, K. R., Bass, D. I., Gross, R. E., Willie, J. T., & Fasano, R. E. (2020). Direct electrical stimulation of the amygdala elicits affective responses in human subjects. *Neuropsychologia*, 145, 106722. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2020.106722>
- Kosuge, S., Masaoka, Y., Kasai, H., Honma, M., Murakami, K., Yoshii, N., ... & Izumizaki, M. (2024). The right amygdala and migraine: Analyzing volume reduction and its relationship with symptom severity. *PLOS ONE*, 19(4), e0301543. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0301543>
- Lanska, D. J. (2018). The Klüver-Bucy Syndrome. In *Neurologic-Psychiatric Syndromes in Focus-Part I* (Vol. 41, pp. 77–89).
- LeDoux, J. E. (2000). Emotion circuits in the brain. *Annual Review of Neuroscience*, 23, 155–184.
- Mareckova, K., Marecek, R., Andryskova, L., Brazdil, M., & Nikolova, Y. S. (2022). Impact of prenatal stress on amygdala anatomy in young adulthood: Timing and location matter. *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*, 7(2), 231–238. <https://doi.org/10.1016/j.bpsc.2021.08.009>
- Mineur, Y. S., Garcia-Rivas, V., Thomas, M. A., Soares, A. R., McKee, S. A., & Picciotto, M. R. (2022). Sex differences in stress-induced alcohol intake: A review of preclinical studies focused on amygdala and inflammatory pathways. *Psychopharmacology*, 239(7), 2041–2061. <https://doi.org/10.1007/s00213-022-06185-3>
- Morey, R. A., Gold, A. L., LaBar, K. S., Beall, S. K., Brown, V. M., Haswell, C. C., Nasser, J. D., Wagner, H. R.,

- McCarthy, G., & Mid-Atlantic MIRECC Workgroup. (2012). Amygdala volume changes in posttraumatic stress disorder in a large case-controlled veterans group. *Archives of General Psychiatry*, 69(11), 1169–1178. <https://doi.org/10.1001/archgenpsychiatry.2012.50>
- Netter, F. H. (2014). *Atlas of human anatomy, professional edition e-book*. Elsevier Health Sciences.
- Nieuwenhuys, R., Voogd, J., & Van Huijzen, C. (2007). *The human central nervous system: A synopsis and atlas*.
- Pascalau, R., Szabo, B., Zaharie, I., Bajko, Z., & Suci, S. M. (2018). Anatomy of the limbic white matter tracts as revealed by fiber dissection and tractography. *World Neurosurgery*, 113, e672–e689.
- Peterson, B. S., Kaur, T., Sawardekar, S., Colibazzi, T., Hao, X., Wexler, B. E., & Bansal, R. (2023). Aberrant hippocampus and amygdala morphology associated with cognitive deficits in schizophrenia. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 17, 1126577. <https://doi.org/10.3389/fncel.2023.1126577>
- Phan, K. L., Wager, T., Taylor, S. F., & Liberzon, I. (2002). Functional neuroanatomy of emotion: A meta-analysis of emotion activation studies in PET and fMRI. *NeuroImage*, 16(2), 331–348. <https://doi.org/10.1006/nimg.2002.1089>
- Poulin, S. P., Dautoff, R., Morris, J. C., Barrett, L. F., Dickerson, B. C., & Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative. (2011). Amygdala atrophy is prominent in early Alzheimer's disease and relates to symptom severity. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 194(1), 7–13. <https://doi.org/10.1016/j.pscychresns.2011.06.014>

- Prakash, N., Irqeba, A. A., & Corbin, J. G. (2024). Development and function of the medial amygdala. *Trends in Neurosciences*. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2024.02.007>
- Ressler, K. J., & Mayberg, H. S. (2007). Targeting abnormal neural circuits in mood and anxiety disorders: From the laboratory to the clinic. *Nature Neuroscience*, 10(9), 1116–1124. <https://doi.org/10.1038/nn1944>
- Rudzinkas, S. A., Shah, R. H., Winder, D. G., & Moghaddam, B. (2019). Sex, drugs, and the medial amygdala: A model of enhanced sexual motivation in the female rat. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 13, 203.
- Sah, P., Faber, E. S., Lopez De Armentia, M., & Power, J. (2003). The amygdaloid complex: Anatomy and physiology. *Physiological Reviews*, 83(3), 803–834. <https://doi.org/10.1152/physrev.00002.2003>
- Sancaktar, M., Kocamer Şahin, Ş., Demir, B., Elboğa, U., Elboğa, G., & Altındağ, A. (2023). Is abnormal metabolism in the olfactory bulb and amygdala associated with bipolar disorder? *Journal of Neural Transmission*, 130(2), 145–152. <https://doi.org/10.1007/s00702-023-02587-9>
- Sias, A. C., Morse, A. K., Wang, S., Greenfield, V. Y., Goodpaster, C. M., Wrenn, T. M., Wikenheiser, A. M., Holley, S. M., Cepeda, C., Levine, M. S., & Wassum, K. M. (2021). A bidirectional corticoamygdala circuit for the encoding and retrieval of detailed reward memories. *eLife*, 10, e68617. <https://doi.org/10.7554/eLife.68617>
- Simonetti, A., Saxena, K., Koukopoulos, A. E., Janiri, D., Lijffijt, M., Swann, A. C., Kotzalidis, G. D., & Sani, G. (2022). Amygdala structure and function in paediatric bipolar disorder and high-risk youth: A systematic review of magnetic resonance imaging findings. *World Journal of*

- Biological Psychiatry, 23(2), 103–126.
<https://doi.org/10.1080/15622975.2021.1935317>
- Song, J. (2023). Amygdala activity and amygdala-hippocampus connectivity: Metabolic diseases, dementia, and neuropsychiatric issues. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 162, 114647.
<https://doi.org/10.1016/j.biopha.2023.114647>
- Stern, D. B., Wilke, A., & Root, C. M. (2023). Anatomical connectivity of the intercalated cells of the amygdala. *eNeuro*, 10(10).
- Sundsten, J. W., & Nolte, J. (2001). *The human brain: An introduction to its functional anatomy* (pp. 410–447). St. Louis: Mosby.
- Zhang, X., Chen, X., Qu, C., Fan, L., & Zheng, J. (2025). Aberrant functional connectivity of amygdala subregions in temporal lobe epilepsy with ictal panic. *Neurological Sciences*, 46(1), 381–391.

ATNALI BÖBREK VE EKTOPIK BÖBREK ANATOMİSİ

Arzu MUMCU¹

1. NORMAL YAPILI BÖBREKLER

Böbrekler üriner sistemin en önemli elemanıdır. Üriner sistem böbrekler, üreter, mesane ve üretra'dan oluşur. Böbrek ve üreterler bir çift, mesane ve üretra ise tek olarak bulunur. Klasik insan anatomisinde böbrekler T11-L3 vertebra seviyeleri arasında omurganın her iki yanında uzanırlar. Normal yapılı böbrekler birbirinden ayrı olarak bulunurlar (Şekil 1.) (1-3).

Her bir böbreğin uzunluğu yaklaşık 11-12 cm., genişliği 5-7 cm., kalınlığı 2-3 cm.'dir. Yetişkin insanlarda ağırlığı, kadınlarda 110-160 gr., erkeklerde 120-170 gr.'dır. Böbrekler retroperitoneal organlardır ve karın arka duvarında bulunurlar. Karın arka duvarında her iki tarafta da diyafragma, psoas majör, quadratus lumborum, transversus abdominis kasları ile direk komşudurlar. Sağ böbrek; sağ böbreküstü bezi (glandula suprarenalis dekstra), karaciğer, 12. kaburga, bağırsak kıvrımlarının bir kısmı ile komşuluk yapar. Sol böbrek; sol böbreküstü bezi (glandula suprarenalis sinistra), dalak, mide, pankreas, 11.-12. kaburgalar, bağırsak kıvrımları ile komşuluk yapar (2-5).

Her bir böbreğin biri öne (facies anterior) diğeri arkaya (facies posterior) bakan iki yüzü, biri üstte (ekstremitas superior) biri altta (ekstremitas inferior) olan iki ucu, biri içte (margo medialis) diğeri dışta (margo lateralis) olan iki kenarı vardır. İç

¹ Dr. Öğretim Görevlisi, Batman Üniversitesi, arzu.mumcu@batman.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9002-0352.

bakan kenar (margo medialis) çok önemlidir. Çünkü bu kenarda böbreğe giren, böbrekten çıkan oluşumların geçtiği bir yarık (hilum renale) bulunur (5-10).

Hilum renale’de bulunan yapılar; arteria renalis, venae renalis, üreter (9-12).

Böbreği saran kılıflar; böbrekler en içte fibröz bir tabaka (kapsüla fibrosa), ortada bir yağ tabakası (kapsüla adiposa), en dışta karın duvarı fasyasının bir kısmı (fasya renalis) ile sarılıdır (11-15).

Böbreklerin Fonksiyonları;

- En önemli görevi; vücutta dolaşan kanı süzerek idrar oluşturmak
- Metabolizma sonucu oluşan artık ürünlerin (üre, kreatin vb.) vücuttan atılmasını sağlamak
- Fazla suyun vücuttan atılmasını sağlamak
- Su-elektrolit dengesinin kontrolünde görev alır
- Kan basıncı üzerinde etkilidir (15-18)

İdrar oluşumu; böbrekler dışta korteks renalis içte medulla renalis denilen iki kısımdan oluşur. Korteks renalis idrarı yapan birimlerden (malpighi cisimcikleri) oluşur, medulla renalis ise idrarı toplayan kanallardan (malpighi piramitleri) oluşur. İdrar korteks renaliste oluşur, burdan malpighi piramitleri aracılığıyla toplanır ve pelvis renalise taşınır, burdan da üretere geçer (14-18).

Böbrekleri sabitleyen yapılar; böbreklere giren-çıkan damarlar ve fasya renalis (1-3).

Böbreklerin damarları-sinirleri; arteriel kan arterie renalis aracılığıyla böbreklere gelir, venöz kan venae renalis

aracılığıyla toplanır. Sinirleri plexus renalis ve nervus vagus'dan gelir (1-3).

2. ATNALI BÖBREK

Atnalı böbrek, üriner sistemin en yaygın görülen konjenital bir anomalisidir. Bu konjenital anomalide böbrekler genellikle vertebral kolonun ön tarafında alt kısımlarından birbirleriyle birleşmiş halde bulunur. Bu birleşme lomber vertebraların farklı seviyelerinde hatta pelvis içinde de olabilir. Toplumda görülme oranı 0.15–0.25% arasındadır. Özellikle vasküler ve ureter anomalileriyle birarada görülme ihtimali yüksektir (Şekil 2.) (19-21).

3. EKTOPIK BÖBREK

Ektopik böbrek fetal gelişim aşamasında, böbreğin normal anatomik pozisyonuna yerleşememesiyle oluşur. Böbrek pelvis içinde yada üst retroperitoneal başka bir bölgede kalır. Atnalı böbreğe oranla daha az yaygındır. Pelvik böbrek, renal ektopik böbreklerin en yaygın (0.14%) formudur. Pelvik böbrekler genel olarak presacral bölgede ve aortic bifürkasyona yakın olarak lokalize olurlar (Şekil 3.) (24-28).

Anomalili böbreklerde yapılan çeşitli araştırmalarda; atnalı yada pelvik böbrekli insanlar normal böbrekli insanlara göre daha çok hastalık riskine sahiptir. Bu riskler arasında hidrorefroz, böbrek taşı, renal pelvis karsinom, enfeksiyonlar sayılabilir. Atnalı böbrek varyasyonlarında böbrek taşı ihtimalinin %36 olduğunu belirten araştırmalar vardır. Ayrıca, çocuklarda üriner sistem anomalisi ve kardiovasküler malformasyonlar arasında bağlantı olduğunu belirten araştırmalar vardır (24-28).

Atnalı böbrek ve ektopik böbrekler anormal vasküler değişikliklere sahiptir. Bu böbreklerin çoklu arteriyel dalları olabilir. Bu farklı arteriel destek özellikle tümör vakalarında invaziv girişimler için zorlayıcı bir sebep olabilir. Böbrekler kan basıncını doğrudan etkileyen organlardır. Varyasyonlu böbreklerin yaşam boyu hipertansiyon ve kardiyovasküler hastalık riski daha yüksektir (24-28).

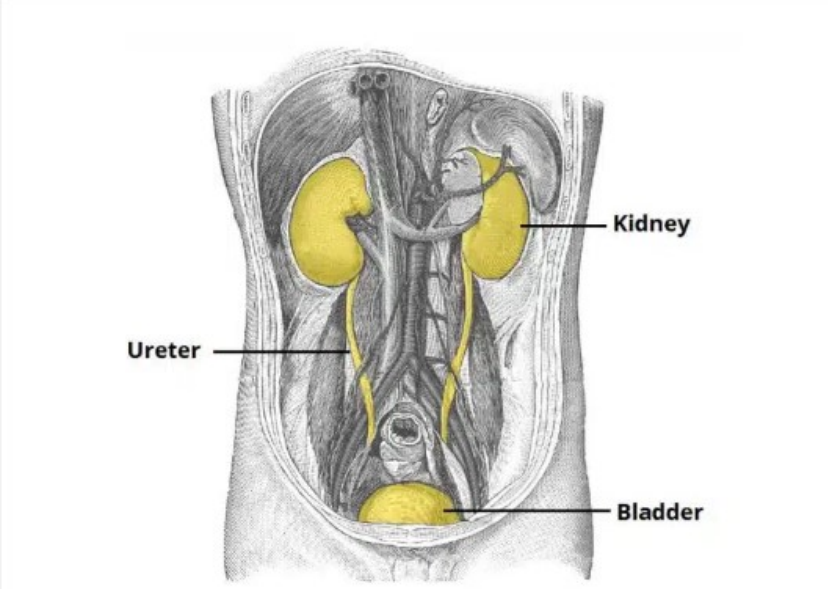
REFERANSLAR

1. Cumhur M. Temel anatomi. 1. baskı. Ankara: ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş.; 2001, s:144-158
2. Arıncı K, Elhan A. Anatomi-1. cilt. 4. baskı. Ankara: Güneş Kitapevi Ltd Şti; 2006, : s. 284-310.
3. Sargon, MF. Anatomi akıl notları. 2. baskı. Ankara: Güneş Tıp Kitapevleri Ltd. Şti.; 2019, s: 151-154
4. <https://teachmeanatomy.info/abdomen/viscera/kidney/>
5. Dökmeci İ, Dökmeci H. Büyük tıp sözlüğü. 3. baskı. İstanbul: İstanbul Nobel Tıp Kitabevleri Tic. Ltd.; 2009.
6. Standring S. Gray's anatomy, the anatomical basis of clinical practice. In: Standring S. Thorax: overview and surface anatomy. 42nd ed. Elsevier Ltd; 2021
7. Moses KP, Banks JC, Nava PB, Petersen DK. Atlas of clinical gross anatomy. 2nd ed. Philadelphia: Saunders, Elsevier Inc; 2013
8. Drake RL, Vogl AW, Mitchell AWM. Gray's Anatomy for students. 4th ed. Elsevier Inc; 2020.
9. Logan BM, Reynolds PA, Rice S, Hutchings RT. McMinn's color atlas of head and neck anatomy. 5th. ed. Elsevier Ltd; 2017
10. Sancak, B. Cumhur, M. (1999). Fonksiyonel Anatomi (1. Baskı). Ankara: ODTÜ Yayıncılık.
11. Netter, F.H.(Çeviri Editörü: Meserret Cumhur) (2010). İnsan Anatomisi Atlası (5. Baskı). İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri.
12. Drake RL, Vogl AW, Mitchell AWM. Gray's basic anatomy. 2nd ed. Philadelphia: Elsevier Inc; 2018

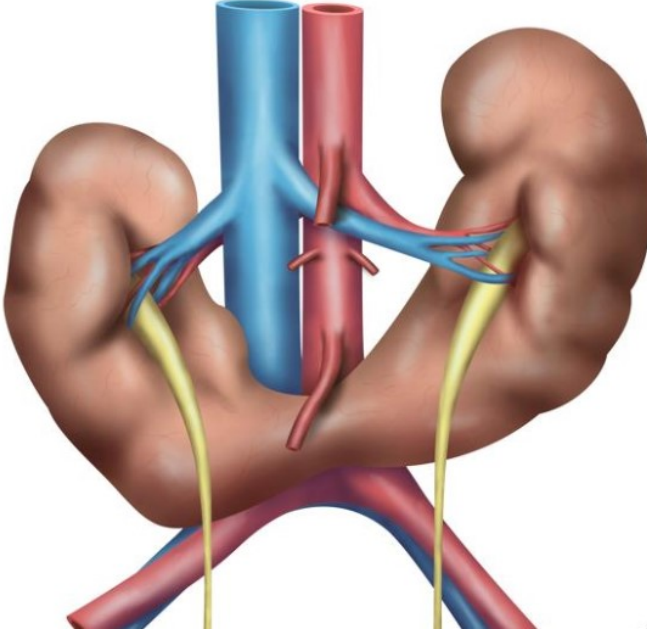
13. Hansen JT, Netter's Clinical Anatomy, 4th ed. Philadelphia: Elsevier Inc; 2019
14. Paulsen F. Sobotta Atlas of Anatomy. 16th ed. Elsevier GmbH, Munich, Germany; Friedrich
15. Hombach-Klonisch S, Klonisch T, Peeler J. Sobotta clinical atlas of human anatomy. 1st ed. Elsevier GmbH, Munich, Germany; 2019
16. Brennan PA, Standring SM, Wiseman SM. Gray's surgical anatomy. Brennan PA, Standring SM, Wiseman SM. 1st ed. Elsevier Ltd; 2020
17. Taner D. Fonksiyonel Anatomi (Ekstremiteler ve Sırt bölgesi). 2. baskı. Ankara: Palme Yayıncılık; 2000.
18. Yıldırım M. İnsan Anatomisi. 9. baskı. İstanbul: İstanbul Nobel Tıp Kitabevleri Tic. Ltd. Şti.; 2018
19. Krishnan B, Truong LD, Saleh G, et al. Horseshoe kidney is associated with an increased relative risk of primary renal carcinoid tumor. J Urol. 1997 Jun;157(6):2059-66.
20. Decter RM. Renal duplication and fusion anomalies. Pediatr Clin North Am. 1997;44(5):1323-1341. doi:10.1016/s0031-3955(05)70559-9
21. Glodny B, Petersen J, Hofmann KJ, et al. Kidney fusion anomalies revisited: clinical and radiological analysis of 209 cases of crossed fused ectopia and horseshoe kidney. BJU Int. 2009;103(2):224-235. doi:10.1111/j.1464-410X.2008.07912.x
22. <https://radiopaedia.org/cases/horseshoe-kidney-illustration#image-7420466>
23. https://en.wikipedia.org/wiki/Ectopic_kidney#/media/File:Pelvic-ectopic-kidney-with-English-labels.jpg

24. Song R, Yosypiv IV. Genetics of congenital anomalies of the kidney and urinary tract. *Pediatr Nephrol.* 2011;26(3):353-364. doi:10.1007/s00467-010-1629-4
25. Ichikawa T, Sekiguchi T, Kawada S, et al. Study of the association between an anomalous superior vena cava and horseshoe kidney. *Circ J.* 2012;76(5):1253-1258. doi:10.1253/circj.cj-11-0874
26. Pawar AS, Thongprayoon C, Cheungpasitporn W, et al. Incidence and characteristics of kidney stones in patients with horseshoe kidney: A systematic review and meta-analysis. *Urol Ann.* 2018;10(1):87-93. doi:10.4103/UA.UA_76_17
27. Lee T, Roth E, Shukla A, et al. Pelvic Ectopic Kidney Prevalence and Pressure Changes During Cloacal Exstrophy (Omphalocele-Exstrophy-Imperforate Anus-Spinal Defects Syndrome) Closure. *Urology.* 2023;181:124-127. doi:10.1016/j.urology.2023.07.037
28. Geng S, Li M, Chen G, et al. Robot-assisted laparoscopic pyeloplasty in an adult with pelvic ectopic kidney with hydronephrosis: a case report and literature review. *J Surg Case Rep.* 2023;2023(4):rjad190. doi:10.1093/jscr/rjad19

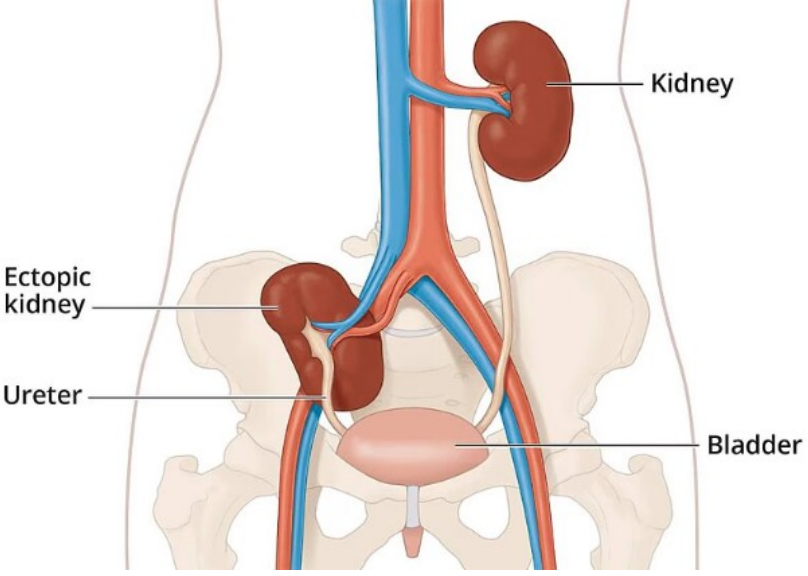
Şekil 1. Normal böbrek anatomisi (4)



Şekil 2. Atnalı böbrek anatomisi (22)



Şekil 3. Ektopik Böbrek Anatomisi (23)



ALT EKSTREMİTE TUZAK NÖROPATİLERİ

Emre UĞUZ¹

1. GİRİŞ

Kompresyon nöropatisi, periferik sinirlerin baskıya uğraması sonucunda ortaya çıkan, ağrı, parestezi ve sinir fonksiyon kaybıyla seyreden, odaklanmış nöropati sendromlarını kapsayan heterojen bir grubu tanımlar. Sıklıkla bu terimle eş anlamlı olarak kullanılan entrapment nöropatisi (tuzak nöropatisi) ise, aslında kompresyon nöropatisinin kronik baskıyla ilişkili olan özel bir alt grubunu ifade eder. Akut ya da kronik baskıya bağlı sinir hasarı herhangi bir periferik sinirde meydana gelebilmekle birlikte sinirin anatomik seyri, yüzeyel yerleşimi ya da çevresinde bulunan sert doku (kemik) veya bağ dokusu gibi yapılar, bazı sinirleri içsel veya dışsal kompresyona karşı daha yatkın hale getirebilir (Arnold & Elsheikh, 2013).

Tuzak nöropatilerinin başlıca nedenleri, sinirin geçtiği fibroz/fibro-osteöz (bağ dokusu veya kemik-doku karışımı) tünellerdeki mekanik bası ve sinirin seyri boyunca oluşabilecek herhangi bir travmadır. Tüm vücutta sıvı birikimiyle seyreden bazı tıbbi durumlar ya da tümör, skar ya da anormal kas gibi yer kaplayan oluşumlar da periferik sinirlerin sıkışmasına yol açabilmektedir. Dikkatli bir fizik muayene, elektrodiagnostik tetkiklerin (örneğin elektromiyografi) desteği ve gerekirse görüntüleme yöntemleriyle hekimin altta yatan nedeni saptamasına ve hastaya en uygun tedaviyi planlamasına yardımcı olur (Bayramoğlu, 2016).

¹ Araştırma Görevlisi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi AD, emre.uguz@ahievran.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7813-3290.

Hastalar şikayet olarak genellikle ağrıdan söz ettiklerinde, sıkışma nöropatisi başka kas-iskelet sistemi hastalıklarıyla kolayca karıştırılabilir. Bu karışıklığı önlemek amacıyla hedefe yönelik bir nörolojik muayene yapılmalı ve duysal kayıp, güçsüzlük veya diğer tipik bulgular dikkatle araştırılmalıdır. Tuzak nöropatisi ayrıca radikülopati (omurilikten çıkan sinir kökü hasarı) veya daha yaygın bir nöropati gibi diğer nörolojik hastalıklardan da ayırt edilmelidir.

Gereksiz testler ve etkisiz tedavilerden kaçınmak ve ilerleyici sinir hasarı sonucu ortaya çıkabilecek duysal kayıp ve güçsüzlüğü önlemek açısından tuzak nöropatisinin zamanında tanınması son derece önemlidir. Doğru şekilde teşhis konulduğunda çoğu hastada konservatif tedavi yöntemleriyle iyi sonuçlar elde edilebilmektedir (Madani & Doughy, 2020).

2. TUZAK NÖROPATİLERİN PATOFİZYOLOJİSİ

Bir sinir üzerine baskı uygulandığında, sinir liflerinde şekil bozuklukları meydana gelir ve bu durum, bölgesel kan akışında azalmaya (iskemiye) yol açar. Aynı zamanda damarların geçirgenliği artar. Bu süreçte oluşan ödem, zamanla sinir içi ortamı etkileyerek akson taşınımını aksatır ve sinirin işlevinde bozulmaya neden olur. Baskı uzun süre devam ederse, gelişen ödem ve fonksiyon bozukluğu sonucunda fibroblastlar sinir dokusuna girerek skar dokusu (nedbe dokusu) oluşumuna zemin hazırlar. Bu skar dokusu, sinir demetlerinin eklem hareketleri sırasında birbirlerinin üzerinden kayarak hareket etmesini zorlaştırır. Dokudaki basıncın 30 milimetre cıva (mm Hg) seviyesine ulaşması, parestezi ve sinir iletiminde yavaşlamaya neden olabilirken, 60 mm Hg gibi yüksek bir basınç, sinir iletimini tamamen durdurabilir (Lundborg & Dahlin, 1996).

Periferik sinirde yer alan motor, duyu ya da sempatik aksonların hangi düzeyde etkilendiğine bağlı olarak ortaya çıkan belirtiler farklılık gösterebilir. Erken evrede meydana gelen lokal baskı sonucunda kısmi ya da tam motor ve duyu kayıpları oluşabilir, ancak bu aşamada Wallerian dejenerasyonu henüz başlamamıştır. Eğer baskı devam ederse, bu bozulma sinirin baskı noktasının ilerisindeki aksonlara da yayılır ve Wallerian (Güdemez, 2007; Mackinnon, 2002; Novak & Mackinnon, dejenerasyonu gelişir 1998).

3. TUZAK NÖROPATİLERİN SINIFLANDIRILMASI

Kompresyona bağlı gelişen nöropatiler, Seddon ve Sunderland tarafından beş ayrı evrede sınıflandırılmıştır. Bu sınıflamada tip 1’de sadece miyelin kılıf etkilenmiştir, tip 2’de akson hasar görmüştür, tip 3’te bazal lamina zarar görmüştür, tip 4’te perinöryum etkilenmiştir, tip 5’te epinöryum hasar almıştır.

Ayrıca lezyonlar, işlevsel ya da yapısal sonuçlarına göre de sınıflanabilir (Güdemez, 2007; Mackinnon, 2002; Novak & Mackinnon, 1998): Metabolik iletim blokunda sadece sinir içindeki mikrosirkülasyon bozulmuştur, yapısal bir hasar bulunmaz. Basının kaldırılmasıyla sinir iletimi hızla normale döner. Nöropraksiste miyelin kılıf bölgesel olarak hasar görmüştür ancak akson sağlamdır. Kompresyon üç ay içinde ortadan kalkarsa genellikle kendiliğinden iyileşir. Aksonotmeziste aksonlar zarar görmüştür fakat Schwann hücreleri ve bazal lamina gibi yapılar korunmuştur. Genellikle cerrahiye ihtiyaç duyulmaz. Nörotmeziste ise endonöryum, perinöryum ya da epinöryumun tamamı ya da büyük bir bölümü hasar görmüştür. Bu durum ileri düzey bir sinir baskısıdır ve tam iyileşme için çoğu zaman cerrahi müdahale gerekir (Güdemez, 2007).

4. TUZAK NÖROPATİLERDE SEMPTOMLAR VE TANI

Tuzağa bağlı nöropatilerden mustarip hastalar; ağrı, karıncalanma, cilt hassasiyeti, uyuşma ve/veya kas güçsüzlüğü gibi şikâyetlerle başvurabilirler. Ancak ağrı, oldukça özgül olmayan bir belirtidir; birçok kas-iskelet sistemi rahatsızlığında da görülebilir. Hastaların kullandığı tanımlayıcı ifadeler – örneğin “yayılma” hissi, “yanma” tarzı ağrı ya da karıncalanma–nöropatik ağrıyı düşündürebilse de bu şikâyetler nöropatik olmayan enflamatuvar durumlarda da tarif edilebilir (Giske, Bautz-Holter, Sandvik & Roe, 2009). Buna karşın, nörolojik muayenede objektif duyu kaybı ve/veya kas güçsüzlüğü saptanması, durumu nörolojik bir nedene bağlamada spesifik bulgulardır ve tanının temelini oluşturur.

Tuzağa bağlı nöropati şüphesi varsa, alt ekstremitte kas gücü, duyu ve derin tendon reflekslerini içeren hedefe yönelik bir nörolojik muayene yapılmalıdır. Ağrı varken kas gücünü değerlendirmek zorlayıcı olabilir, ancak ağrının fonksiyonu sınırladığı durumlar ile gerçek kas güçsüzlüğünü ayırt etmek için çeşitli teknikler kullanılabilir. Ağrı nedeniyle sınırlanan hastalar genellikle sürekli güç uygulamakta zorlanırlar ama kısa süreli güç patlamaları yapabilirler. Buna karşılık, sinir hasarına bağlı güçsüzlüğü olan hastalar kısa süreli bile tam güç üretemezler. Hastayı, kısa bir süreliğine (örneğin bir saniye) tüm gücünü kullanmaya teşvik etmek, ağrılı olsa da ayırıcı tanıda faydalı olabilir. Ayrıca farklı pozisyonlarda kas gücünü değerlendirmek ve hastanın en rahat ettiği pozisyonu tercih etmek de süreci kolaylaştırır. Hareket açıklığının değerlendirilmesi de önemlidir; çünkü eklem kaynaklı sınırlamalar, kas güçsüzlüğü olmaksızın hastanın tam güç uygulamasını engelleyebilir. Duyu muayenesinde ise iğne ucu ile ağrı hissini test etmek avantajlıdır; bu sayede duyu kaybı olan alanlar net bir şekilde haritalanabilir. Reçeteyi yazan

romatolog, çevresel sinir sistemi anatomisinin tüm ayrıntılarına hâkim olmak zorunda değildir. Tuzağa bağlı nöropatiler, belirli yerlerde ortaya çıktığı ve öngörülebilir kayıplar oluşturduğu için hedefe yönelik bir muayene yeterlidir.

Bazı hafif vakalarda ve bazı sıkışma sendromlarında, nörolojik muayene tamamen normal olabilir. Periferik sinirlerin sıkışması ilk aşamada küçük damarların hasar görmesine ve miyelin kılıfın bozulmasına yol açar. Eğer baskı hafif ve aralıklıysa, semptomlar genellikle ağrı ve parestezi ile sınırlı kalır ve kalıcı bir nörolojik bulgu saptanmaz. Baskı uzun süreli ya da tekrarlayıcı hale gelirse, bu durum inflamasyona ve fibroze neden olabilir (Madani & Dougherty, 2020; Rempel & Diao, 2004). Fibrozis, sinirin hareketini daha da kısıtlayarak sıkışmayı artırır. Zamanla bu zincirleme reaksiyon, aksonların hasarına (dejenerasyonuna) yol açar. Bu yalnızca semptomların daha kalıcı hale gelmesine neden olmakla kalmaz, aynı zamanda prognoz açısından da önemlidir. Miyelin yeniden oluşumu birkaç hafta içinde gerçekleşebilirken, aksonların yeniden büyümesi günde yalnızca yaklaşık 1 milimetre hızla ilerler (Trojaborg, 1970). Bu nedenle, nörolojik hasar oluşmadan önce tanı koymak her zaman daha iyidir (Scaia, Baxter & Cook, 2012).

5. TUZAK NÖROPATİLERİN EPİDEMİYOLOJİSİ VE DEMOGRAFİK ÖZELLİKLER

Bugüne kadar gerçekleştirilen araştırmalarda, tuzak nöropatilerin net bir insidans ve prevalans verisine ulaşılamamıştır. Bu hastalık grubunda yaş, cinsiyet, etnik köken ya da sosyoekonomik durum açısından belirgin bir fark ortaya konulamamıştır. Klinik pratikte sık karşılaşılan ve tanı konulan bir tablo olmasına rağmen, literatürde bildirilen olgu sayısının yetersiz olduğu düşünülmektedir. Özellikle 25-30 yaş aralığında

ve 40-60 yaş grubunda bu nöropatilerin görülme oranında artış gözlenmektedir. Bu çift tepeli (bimodal) yaş dağılımının genç erişkinlerde mesleki faktörlerle, ileri yaş grubundaysa hormonal değişimlerle ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Ortalama yaş dağılımı incelendiğinde, erkeklerde 50, kadınlarda ise 51 yaş civarında görüldüğü bildirilmiştir. Ayrıca her iki tarafı da etkileyen (bilateral) tuzak nöropati olgularının oranı %58 olarak belirtilmiştir (Bozkurt, 2005).

6. ALT EKSTREMİTE TUZAK NÖROPATİLERİNE GİRİŞ

Tuzak nöropatileri alt ekstremitelerde ağrı ve parestezinin yaygın bir nedenidir ve bu nedenle romatologlar tarafından klinik pratikte sıkça karşılaşılr. Bacak bacak üstüne atmak ya da biraz fazla dar pantolon giymek gibi günlük aktiviteler bile bu duruma yol açabilir. Romatoid artrit gibi romatolojik hastalıklar, amiloidoz gibi sistemik hastalıklar ve osteoartrit sonrası gelişen durumlar da hastaları tuzak nöropatisine yatkın hale getirir. Bu yatkınlık romatologların bu hastalıklar konusunda bilgi sahibi olmasını gerekli kılmaktadır (Madani & Doughty, 2020).

Alt ekstremitte nöropatileri sıklıkla karın, pelvis ve alt uzuvlara yönelik travmalar veya cerrahi girişimlerle birlikte görülür. Bu nöropatilerin ilk belirtileri, akut yaralanmalarla örtüşebilir ve ancak başlangıçtaki yaralanmadan beklenen iyileşme süresinin ötesine geçen işlevsel kısıtlılıklar olduğunda fark edilebilir. Alt ekstremitte nöropatileri, hareket kabiliyetini ciddi şekilde etkileyebilir. Şüpheli nörolojik yaralanmalara yönelik ilk yaklaşım motor ve duyu kaybının dağılımını belirlemek amacıyla dikkatli bir fizik muayene yapılmasını içerir. Elektromiyografi'nin rolü nörolojik hasarı doğrulamak ve yerini belirlemek, hasarın şiddetini değerlendirerek prognoz hakkında bilgi vermek, tedavi planı oluşturmaya yardımcı olmak

ve eşlik eden veya kafa karıştırıcı başka nörolojik hasarları dışlamaktır (Craig, 2013).

Alt ekstremitedeki periferik sinir sıkışmalarına sahip hastalar, genellikle tam olarak yerini belirleyemedikleri belirtilerle başvururlar ve bacak ile ayaktaki bu semptomların nedenini ayırt etmek hekim için zorlu bir süreç olabilir. Kas güçsüzlüğü ve atrofi gibi motor işlev bozuklukları, ağrı ve parestezi gibi karıncalanma hissini içeren duyu bozuklukları ya da etkilenen cilt bölgesinde ülser gibi otonom sinir sistemine ait sorunlar görülebilmektedir (Bayramoğlu, 2016).

7. ALT EKSTREMİTE TUZAK NÖROPATİLERİ

7.1. Femoral Nöropati

Nervus (n.) femoralis, 2.-4. lumbal spinal sinir köklerinden çıkan bir sinir olup plexus lumbalis'in en büyük dalıdır. Musculus (m.) psoas major ve m. iliacus arasında aşağı doğru iner, bu kaslara motor dallar verir ve ligamentum (lig.) inguinale'nin altından, femoral damarlardan daha dış tarafta seyrederek uyluğa ulaşır burada birkaç dala ayrılır. Motor dalları m. quadriceps femoris'in dört başını, m. sartorius'u ve m. pectineus'u uyarırken, duyu dalları ise uyluğun ön yüzünün ve bacağın medialinin duysal innervasyonunu sağlar.

İzole femoral nöropati oldukça nadirdir ve daha çok retroperitoneal aralıkta ya da lig. inguinale altında meydana gelir (Kim, Murovic, Tiel & Kline, 2004). Pelvis ve karın cerrahileri ile kalça ameliyatları n. femoralis yaralanmasına neden olabilmekle birlikte femoral nöropati, kasık fıtığı onarımında (Lange, Langer, Markus & Becker, 2003), omurga cerrahisinde (Naroji ve ark., 2009; Papastefanou, Stevens & Mulholland, 1994), aorta klemplenirken (Boontje & Haaxma, 1987), acetabulum kırığında (Gruson & Moed, 2003) ve kasık

bölgesinde radyoterapi sonrası (Laurent, 1975) da bildirilmiştir. Femoral nöropatiye yol açan diğer sebepler incelendiğinde vajinal histerektomi sırasında litotomi — kalçada aşırı abdüksiyon ve dış rotasyon meydana gelip sinirin lig. inguinale altında bükülüp kıvrılmasına neden olan fizyolojik olmayan pozisyon — (Baxi, Kaushal, Kadi & Baxi, 2010; Bohrer, Walters, Park, Polston & Barber, 2009), antikoagülan kullanan hastalarda meydana gelen kanamalar (Tosun ve ark., 2014; Ducic, Dellon & Larson, 2005) ve diz kapağı kırığı cerrahisinde turnike kullanımı (Mingo-Robinet, Castaneda-Cabrero, Alvarez, Leon Alonso-Cortes & Monge-Casares, 2013) da göze çarpmaktadır.

Klinik tablo, diz çevresinde tek taraflı instabilite hissi ve diz ekstensörlerinde zayıflık ile karakterizedir; bazen m. quadriceps femoris'te atrofi de görülebilir. Patellar refleks genellikle alınamaz ve uyluğun ön-iç kısmında ve bacağın medialinde duyu kaybı meydana gelebilir. Aynı bölgede nöropatik ağrı da bulunabilir. Eğer lezyon lig. inguinale'nin üzerindeyse, m. iliopsoas'ın tutulması sebebiyle kalça fleksiyonunda zayıflık da ortaya çıkabilir (Narouze, Zakari & Vydyanathan, 2009).

7.2. Safenöz Nöropati

N. saphenus, n. femoralis'in sadece duyu taşıyan terminal dalıdır. Bu sinir, femoral arterle birlikte Hunter (subsartorial) kanalında m. quadriceps femoris'in içinde seyreder. Dizin yaklaşık 10 santimetre (cm) üzerinde kanaldan çıkar ve burada fasyayı delerek dize giden infrapatellar dalını verir. Daha sonra tibia ve malleolus medialis boyunca aşağı iner ve bacağın medial yüzünün duyusunu sağlar.

N. femoralis'in en uzun dalı olan n. saphenus, uzun seyri boyunca uyluk ve bacakta pek çok düzeyde basıya maruz kalabilir. Bu sinir özellikle femur'un condylus medialis'inin

yaklaşık 10 cm proksimalinde, subsartorial kanaldan çıkarken sıkışma eğilimi gösterir (Stewart, 2000). Cerrahi müdahalelerde diz ve bacağın uygun şekilde korunmaması durumunda da yaralanabilir. Nöral kaynaklı kitlelerin varlığı, femoral damar basısı, direkt travma, pes anserin bursiti, varis ameliyatları, medial diz artrotomileri ve menisküs onarım girişimleri de bu sinirin zarar görmesine yol açabilir (Çeliker, 2009; Stewart, 1993; Thoma & Levis, 2003). Belirtiler, sinirin innerve ettiği alanda yalnızca hafif duyu kaybından, şiddetli nöropatik ağrıya kadar değişkenlik gösterebilir. Motor zayıflık beklenmez (Craig, 2013).

7.3. Meralgia Paresthetica

N. cutaneus femoris lateralis, yalnızca duyu ile ilgili bir sinirdir ve 2.-3. lumbal sinirlerden oluşur. M. psoas major'un lateral kenarından çıkar ve m. iliacus'un üzerinden geçerek, spina iliaca anterior superior'un medialinden, lig. inguinale'nin altından pelvis dışına çıkar. Sinir özellikle bu bölgede yaralanmaya karşı hassastır. Daha sonra ön ve arka dallara ayrılır ve anterolateral uyluk bölgesinin duysal innervasyonunu sağlar (Ivins, 2000).

Meralgia paresthetica'ya yol açan etkenler genel olarak intrapelvik, ekstrapelvik ve mekanik nedenler olarak üç ana başlık altında incelenebilir. İntrapelvik etkenler arasında hamilelik, karın içi tümörler, uterus ile ilgili kitleler, abdominal aort anevrizması, divertikülit ya da apandisit gibi karın boşluğunda yer kaplayan oluşumlar yer alır. Ekstrapelvik sebepler arasında spina iliaca anterior superior çevresine gelen darbeler, emniyet kemeri basısı, dar kıyafetler, korse ya da kemer kullanımı, obezite ve karın içinde sıvı birikmesi bulunmaktadır. Mekanik faktörler ise uzun süreli oturma, uzun süre ayakta kalma ya da bacak uzunluklarındaki dengesizlikler gibi durumları kapsamakla birlikte diabetes mellitus gibi bazı

sistemik hastalıklar da bu duruma yol açabilir (Çeliker, 2009; Harney & Patjin, 2007).

Meralgia paresthetica, anterolateral uyluk bölgesinde sınırlı bir alanda duyu kaybı ve parestezilerle karakterizedir. Bacak ekstensiyonu ağrıyı artırabilir; ağrı genellikle ayakta durma ve yürüme ile kötüleşir, oturma ya da kalça fleksiyonu ile azalır. Spina iliaca anterior superior üzerindeki bası da belirtileri kötüleştirebilir; bel bantları ya da hatta iç çamaşırları bile ağrıyı şiddetlendirebilir. Bu sinir yalnızca duyuşal olduğu için motor güç kaybı beklenmez ve patellar refleksler korunmuştur (Lagueny, Deliac, Deliac & Durandeu, 1991).

7.4. Obturator Nöropati

N. obturatorius, 2.-4. lumbal spinal sinir köklerinden, m. psoas major içinde oluşur ve articulatio (art.) sacroiliaca önünden geçerek ilerler. Ön dalı, m. adductor brevis, m. adductor longus ve m. gracilis'in motor, uyluğun iç kısmının ise duyuşal innervasyonunu sağlarken arka dalı m. obturatorius externus'u ve kısmen de m. adductor magnus'u innerve eder. M. adductor magnus aynı zamanda n. ischiadicus tarafından da innerve edilir. Duyu dalları ayrıca diz ekleminin duyuşuna da katkıda bulunur (Sorenson , Chen & Daube, 2002).

İzole n. obturatorius hasarı nadirdir. Sporcularda, obturator nöropatisi, adduktor kompartmanda fasyal tuzaklanma sonucu gelişebilir; bu durum literatürde tanımlanmıştır (Bradshaw, McCrory, Bell & Brukner, 1997). Litotomi pozisyonunun, n. obturatorius hasarına neden olabileceği de bildirilmiştir (Warner, Warner, Harper, Schroeder & Maxson, 2000). Pelvik bölgeye travma ya da tümöre bağlı bası, genellikle diğer sinir hasarlarıyla birlikte görülen n. obturatorius yaralanmalarına yol açar (Pavlov, Nelson, Warren, Torg & Burstein, 1982; Schmalzried, Amstutz & Dorey, 1991; Finan ve ark., 1996; Bischoff & Schönle, 1991).

Ana şikâyet, yürümede zorluk yaşanmasıdır. Ağrı, fiziksel aktiviteyle birlikte artar, özellikle kasık bölgesinde hissedilir ve bu durum n. obturatorius'un ön dalı etkilendiğinde daha da belirgin hale gelir. Os pubis'in adduktor kısmında ağrı oluşabilir. Uyluğun iç tarafında hissedilen duyu kaybı ve adduktor kaslarda güçsüzlük görülebilir (Stewart, 1993; Çeliker, 2009; Oh, 2003).

7.5. Siyatik Nöropati

N. ischiadicus, vücuttaki en büyük ve en uzun sinir olup plexus lumbosacralis'in hemen distalinden başlar, ayaklara kadar uzanır ve alt ekstremitenin çoğu fonksiyonundan sorumludur. 2. lumbal-3. sakral spinal sinirlerin ön dallarından çıkar, gluteal bölgeye foramen ischiadicum majus aracılığıyla girer. M. piriformis ile yakın ilişkisi vardır; bu kas da pelvis boşluğundan incisura ischiadicum majus'tan geçerek çıkar. Ayrıca bu bölgeden n. cutaneus femoris posterior, a. glutea inferior, pudental damarlar ve sinirler de geçer. N. ischiadicus, yaklaşık olarak fossa poplitea'dan 6 cm yukarıda n. fibularis communis ve n. tibialis adlı iki dalına ayrılır. N. fibularis communis, bacağın ön ve yan kompartmanlarını sırasıyla n. fibularis profundus ve n. fibularis superficialis dalları ile innerve eder. N. tibialis, bacağın arka grup kaslarının motor innervasyonunu sağlar; bacağın arka yüzü ve ayağın dış kısmını n. suralis, ayak tabanını n. plantaris medialis ve lateralis, topuğu ise rami calcanei mediales aracılığıyla duyulandırır (Brown, Swanson & Nercessian, 2008; Feinberg & Sethi, 2006; Farrell, Springer, Haidukewych & Morrey, 2005).

N. ischiadicus, proksimalde pelvis veya gluteal bölgede ya da daha nadiren distalde uylukta hasar görebilir. Travma, proksimal yaralanmaların en yaygın nedenidir ve sıklıkla kalça eklemi kırıklarıyla birlikte görülür. Art. sacroiliaca'nın bozulması, n. ischiadicus'a zarar verebilir; ancak bu durum

genellikle diğer sinirler ve pleksusla birlikte olan eşlik eden yaralanmalarla birlikte olur. Sinir, özellikle posterior kalça çıkıklarına karşı hassastır ve kalça bölgesinde yapılan cerrahi operasyonlar sırasında da zarar görebilir (Brown ve ark., 2008).

Siyatik nöropati, hamstring kaslarını etkiler; bu durum kalça ekstensiyonunda ve diz fleksiyonunda zayıflığa yol açar. Ayrıca peroneal ve tibial sinirlerin dağılım alanındaki kaslarda da zayıflık görülür ve bu, ayak ve ayak bileğinde yaygın bir güçsüzlükle kendini gösterir. Aşıl ve hamstring refleksleri azalmış olabilir ya da tamamen kaybolabilirken, patellar refleks genellikle etkilenmez. Duyu bozuklukları, alt bacakta peroneal ve tibial sinirlerin dağılım bölgelerinde görülür (Craig, 2013).

7.6. Tibial Nöropati

N. tibialis, malleolus medialis'in arkasından geçerek tarsal tünel içinden ilerler ve burada rami calcanei, n. plantaris medialis ve n. plantaris lateralis olmak üzere dallarına ayrılır. Daha yüzeysel yerleşimli n. fibularis communis ile karşılaştırıldığında, n. tibialis yaralanmaları sinirin bacağın arka kısmında derin seyretmesi nedeniyle daha nadir görülür. Proksimalde, fossa poplitea'da yer kaplayan oluşumlar, örneğin Baker kistleri, sinir hasarına neden olabilir. Ayrıca m. soleus'un arkı tarafından yapılan bası da rapor edilmiştir.

N. tibialis lezyonları olan hastalarda ayakta plantar fleksiyon ve inversiyon hareketlerinde zayıflık, parmak fleksiyonunun kaybı, bacak kaslarında atrofi, parmak ucuna yükselmede güçlük, ayak tabanında ve bacak ile ayağın posterolateral yüzünde duyu kaybı, Aşıl refleksinin kaybı gibi belirtiler görülebilir (Kashani, Moon & Gaunt, 1985; Iida & Kobayashi, 1997; Singh & Kumar, 2012).

8. SONUÇ

Alt ekstremité sinirlerinin nöropatileri yaygındır ve hareket kabiliyeti ile işlev üzerinde önemli etkiler yaratabilir. Bu tür yaralanmalar sıklıkla travma, cerrahi girişimler ve tıbbi prosedürlerle birlikte görülür. Özellikle şiddetli travma vakalarında, sinir hasarı başlangıçta kas-iskelet sistemi yaralanması tarafından maskelenebilir ve bu nedenle fonksiyonun geç geri dönmesiyle birlikte ortaya çıkabilir. Alt ekstremité sinirlerinin anatomisini, zayıf noktalarını ve fonksiyonel rollerini iyi anlamak, bu tür yaralanmaları tanımda büyük önem taşır.

KAYNAKÇA

- Arnold, W. D., & Elsheikh, B. K. (2013). Entrapment neuropathies. *Neurologic Clinics*, 31(2), 405-424.
- Baxi, A., Kaushal, M., Kadi, P., & Baxi, D. A. (2010). Femoral neuropathy: a curse of vaginal hysterectomy. *Journal of Gynecologic Surgery*, 26(2), 171-174.
- Bayramoğlu, M. (2016). Entrapment neuropathies of the lower extremities. *Acıbadem University Health Sciences Journal*, 2017(3), 123-130.
- Bischoff, C., & Schönle, P. W. (1991). Obturator nerve injuries during intra-abdominal surgery. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, 93(1), 73-76.
- Bohrer, J. C., Walters, M. D., Park, A., Polston, D., & Barber, M. D. (2009). Pelvic nerve injury following gynecologic surgery: a prospective cohort study. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 201(5), 531.e1-531.e7.
- Boontje, A. H., & Haaxma, R. (1987). Femoral neuropathy as a complication of aortic surgery. *The Journal of Cardiovascular Surgery*, 28(3), 286-289.
- Bozkurt, G. (2005). Periferik sinir tuzak nöropatileri. *Türk Nöroşirürji Dergisi*, 15(3), 206-219.
- Bradshaw, C., McCrory, P., Bell, S., & Brukner, P. (1997). Obturator nerve entrapment. A cause of groin pain in athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 25(3), 402-408.
- Brown, G. D., Swanson, E. A., & Nercessian, O. A. (2008). Neurologic injuries after total hip arthroplasty. *American Journal of Orthopedics*, 37(4), 191-197.

- Craig, A. (2013). Entrapment neuropathies of the lower extremity. *The Journal of Injury, Function, and Rehabilitation*, 5(5 Suppl), S31-S40.
- Çeliker, R. (2009). Alt ekstremitelerde tuzak nöropatiler. *Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi*, 55(Suppl 1), 30-34.
- Ducic, I., Dellon, L., & Larson, E. E. (2005). Treatment concepts for idiopathic and iatrogenic femoral nerve mononeuropathy. *Annals of Plastic Surgery*, 55(4), 397-401.
- Farrell, C., Springer, B. D., Haidukewych, G. J., & Morrey, B. F. (2005). Motor nerve palsy following primary total hip arthroplasty. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 87(12), 2619–2625.
- Feinberg, J., & Sethi, S. (2006). Sciatic neuropathy: case report and discussion of the literature on postoperative sciatic neuropathy and sciatic nerve tumors. *The Musculoskeletal Journal of Hospital for Special Surgery*, 2(2), 181–187.
- Finan, M. A., Fiorica, J. V., Hoffman, M. S., Barton, D. P., Gleeson, N., Roberts, W. S., & Cavanagh, D. (1996). Massive pelvic hemorrhage during gynecologic cancer surgery: “pack and go back”. *Gynecologic Oncology*, 62(3), 390-395.
- Giske, L., Bautz-Holter, E., Sandvik, L., & Roe, C. (2009). Relationship between pain and neuropathic symptoms in chronic musculoskeletal pain. *Pain Medicine*, 10(5), 910-917.
- Gruson, K. I., & Moed, B. R. (2003). Injury of the femoral nerve associated with acetabular fracture. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 85(3), 428-431.

- Güdemmez, E. (2007). Üst ekstremitelerde görülen periferik sinir kompresyon nöropatileri. *Türkiye Aile Hekimliği Dergisi*, 11(1), 5-12.
- Harney, D., & Patjin, J. (2007). Meralgia paresthetica: diagnosis and management strategies. *Pain Medicine*, 8(8), 669-677.
- Iida, T., & Kobayashi, M. (1997). Tibial nerve entrapment at the tendinous arch of the soleus: a case report. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 334, 265–269.
- Ivins, G. K. (2000). Meralgia paresthetica, the elusive diagnosis: clinical experience with 14 adult patients. *Annals of Surgery*, 232(2), 281-286.
- Kashani, S. R., Moon, A. H., & Gaunt, W. D. (1985). Tibial nerve entrapment by a Baker cyst: case report. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 66(1), 49–51.
- Kim, D. H., Murovic, J. A., Tiel, R. L., & Kline, D. G. (2004). Intrapelvic and thigh-level femoral nerve lesions: management and outcomes in 119 surgically treated cases. *Journal of Neurosurgery*, 100(6), 989-996.
- Laguëny, A., Deliac, M. M., Deliac, P., & Durandeau, A. (1991). Diagnostic and prognostic value of electrophysiologic tests in meralgia paresthetica. *Muscle & Nerve*, 14(1), 51-56.
- Lange, B., Langer, C., Markus, P. M., & Becker, H. (2003). Paralysis of the femoral nerve following totally extraperitoneal laparoscopic inguinal hernia repair. *Surgical Endoscopy*, 17(7), 1157.
- Laurent, L. E. (1975). Femoral nerve compression syndrome with paresis of the quadriceps muscle caused by radiotherapy of malignant tumours. A report of four cases. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 46(5), 804-808.

- Lundborg, G., & Dahlin, L. B. (1996). Anatomy, function, and pathophysiology of peripheral nerves and nerve compression. *Hand Clinics*, 12(2), 185-193.
- Mackinnon, S. E. (2002). Pathophysiology of nerve compression. *Hand Clinics*, 18(2), 231-241.
- Madani, S., & Doughty, C. (2020). Lower extremity entrapment neuropathies. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 34(3), 101565.
- Mingo-Robinet, J., Castañeda-Cabrero, C., Alvarez, V., León Alonso-Cortés, J. M., & Monge-Casares, E. (2013). Tourniquet-related iatrogenic femoral nerve palsy after knee surgery: case report and review of the literature. *Case Report in Orthopedics*, 2013(6), 368290.
- Naroji, S., Belin, L. J., Maltenfort, M. G., Vaccaro, A. R., Schwartz, D., Harrop, J. S., & Weinstein, M. (2009). Vulnerability of the femoral nerve during complex anterior and posterior spinal surgery. *The Journal of Spinal Cord Medicine*, 32(4), 432-435.
- Narouze, S. N., Zakari, A., & Vydyanathan, A. (2009). Ultrasound-guided placement of a permanent percutaneous femoral nerve stimulator leads for the treatment of intractable femoral neuropathy. *Pain Physician*, 12(4), E305-E308.
- Novak, C. B., & Mackinnon, S. E. (1998). Nerve injury in repetitive motion disorders. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 351, 10-20.
- Oh, S. J. (2003). *Clinical electromyography: nerve conduction studies* (2nd ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Papastefanou, S. L., Stevens, K., & Mulholland, R. C. (1994). Femoral nerve palsy. An unusual complication of

- anterior lumbar interbody fusion. *Spine*, 19(24), 2842-2844.
- Pavlov, H., Nelson, T. L., Warren, R. F., Torg, J. S., & Burstein, A. H. (1982). Stress fractures of the pubic ramus. A report of twelve cases. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 64(7), 1020-1025.
- Rempel, D. M., & Diao, E. (2004). Entrapment neuropathies: pathophysiology and pathogenesis. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14(1), 71-75.
- Scaia, V., Baxter, D., & Cook, C. (2012). The pain provocation-based straight leg raise test for diagnosis of lumbar disc herniation, lumbar radiculopathy, and/or sciatica: a systematic review of clinical utility. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 25(4), 215-223.
- Schmalzried, T. P., Amstutz, H. C., & Dorey, J. F. (1991). Nerve palsy associated with total hip replacement. Risk factors and prognosis. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 73(7), 1074-1080.
- Singh, G., & Kumar, V. P. (2012). Neuroanatomical basis for the tarsal tunnel syndrome. *Foot & Ankle International*, 33(6), 513-518.
- Sorenson, E. J., Chen, J. J., & Daube, J. R. (2002). Obturator neuropathy: causes and outcome. *Muscle & Nerve*, 25(4), 605-607.
- Stewart, J. D. (1993). Compression and entrapment neuropathies. In: *Peripheral neuropathy* (p.961-979). Philadelphia: WB Saunders Company.
- Stewart, J. D. (2000). *Focal peripheral neuropathies* (3rd ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

- Thoma, A., & Levis, C. (2003). Compression neuropathies of the lower extremity. *Clinics in Plastic Surgery*, 30(2), 189-201.
- Tosun, A., İnal, E., Keleş, I., Tulmaç, M., Tosun, Ö., Aydın, G., & Orkun, S. (2014). Conservative treatment of femoral neuropathy following retroperitoneal hemorrhage: a case report and review of literature. *Blood Coagulation & Fibrinolysis*, 25(7), 769-772.
- Trojaborg, W. (1970). Rate of recovery in motor and sensory fibres of the radial nerve: clinical and electrophysiological aspects. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 33(5), 625-638.
- Warner, M. A., Warner, D. O., Harper, C. M., Schroeder, D. R., & Maxson, P. M. (2000). Lower extremity neuropathies associated with lithotomy positions. *Anesthesiology*, 93(4), 938-942.

AKADEMİK PERSPEKTİFTEN

ANATOMİ

yaz
yayınları

YAZ Yayınları

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3

İscehisar / AFYONKARAHİSAR

Tel : (0 531) 880 92 99

yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com