

Bölüm 12

İŞİTME FİZYOLOJİSİ

Kamil Gökçe TULACI¹

GİRİŞ

Bu bölümde işitme fizyolojisinin temel özellikleri sunulacaktır.

İşitme fizyolojisi dış kulak, orta kulak, koklea ve merkezi sinir sistemi olmak üzere dört bölümde anlatılacaktır.

İşitmenin oluşabilmesi için hava ortamındaki ses dalgalarının kulağa ulaşması, ulaşan bu dalgaların kulak kepçesi ve dış kulak yolu aracılığıyla amplifiye edilerek kulak zarına iletilmesi ve orta kulak yapıları tarafından hava ortamından sıvı ortama aktarılması ve orta kulak sonrasında işlenmesi gerekmektedir (1). İşitme sürecinde kulak kepçesi, dış kulak yolu, kulak zarı ve kemikçikler iletim yolunu, koklea ve koklear sinir ise sensörinöral yolu oluşturmaktadır.

DIŞ KULAK

Dış kulak, kulak kepçesi ve dış kulak yolunu içerir. Dış kulak ses dalgalarının toplayarak kulak zarına iletir.

Kulak kepçesi:

Kulak kepçesi dış ortamdaki sesleri toplayan bir huni gibi görev yaparak ses dalgalarının dış kulak yoluna geçişini sağlar. Kulak kepçesinin kendine has anatomik yapısı ve vertikal duruşu nedeniyle gelen sese karşı frekans cevabında farklılıklara yol açar. Bu özellik gelen ses dalgalarının üç boyutlu yerinin saptanmasında etkilidir. Kulak

kepçesi anatomik şeklinden ve rezonans özelliğinden dolayı bazı frekanstaki sesleri dış kulak yoluna daha iyi aktarır. Bu frekanslar genellikle 2000 Hz-7000 Hz frekans aralığındaki seslerdir. Kulak kepçesinin sesleri dış kulak yoluna iletirken sağladığı kazanç üç veya beş desibel kadardır. Bu kazancı optimal olarak 2000 Hz-7000 Hz frekans aralığında sağlar (2).

Dış kulak yolu:

Dış kulak yolunun lateral kısmı kartilaj, medial kısmı ise kemikten oluşur. Dış kulak yolu 2000-5000 Hz frekans aralığındaki ses dalgalarını amplifiye ederek kulak zarına iletir. Buradaki ses enerji kazancı yaklaşık 10-15 dB dir (2).

ORTA KULAK

Ses dalgaları orta kulak aracılığıyla hava ortamından iç kulak sıvılarına iletir. Düşük yoğunluklu hava ortamından yoğunluğu daha yüksek olan sıvı ortamına geçişte eğer empedans eşleştirmesi yapılmaz ise transfer edilmek istenen enerjinin yaklaşık %90' ı kaybedilir (2). Orta kulak ses iletiminde bu kaybı önleme amaçlı impedans eşleştirme aygıtı olarak işlev görür (3). Orta kulak bu impedans dengeleme işini üç şekilde gerçekleştirmektedir (4).

- 1) En önemli mekanizma, kulak zarının etkili şekilde vibrasyon yapan alanının oval pencerenin etkin vibrasyon yapan alanından yaklaşık 17-20 kat daha büyük olmasının yarattığı et-

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Balıkesir Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz A.B.D. Balıkesir, ktulaci@gmail.com

Mediyal genikulat cisimden çıkan üçüncü sıra nöronlar temporal kortekse ulaşırlar. Primer işitme alanı mediyal genikulat cisimden gelen uyarılar ile doğrudan uyarılırken, sekonder işitme alanı primer işitme alanından gelen uyarılar ve mediyal genikulat cisme komşu talamik asosiasyon alanlarından uyarı ile ikincil olarak uyarılırlar (5). Primer işitme merkezi alt bölgelere ayrılır ve bilgiyi bütünleştirir, lokalizasyon, diskriminasyon ve alt sitemlerin kontrolünü yapar (2). İşitme korteksindeki posterior işitme alanı lokalizasyonda, anterior işitme alanı ise diskriminasyonda önem arz eder (13).

SONUÇ

İşitme sürecinde kulak kepçesi, dış kulak yolu, kulak zarı ve kemikçikler iletim yolunu, koklea ve koklear sinir ise sensörinöral yolu oluşturmaktadır.

Kulak kepçesi ve dış kulak yolu ses dalgalarını orta kulağa iletirken 15-20 desibel ses kazancı sağlar.

Orta kulak ses dalgalarını hava ortamından iç kulak sıvılarına iletilir. Orta kulak düşük yoğunluklu hava ortamından yoğunluğu daha yüksek olan sıvı ortamına geçişte oluşacak enerji kaybını önlemek için empedans uyumsuzluğunu dengeleme işlevi yapar ve 30 desibel civarında bir ses kazancı sağlar (2,3).

Koklea skala media, skala vestibüli ve skala timpani adı verilen iç içe geçmiş içi sıvı dolu üç bölme şeklindeki kanallardan oluşmaktadır. Skala vestibüli ile skala timpani içeriği ekstrasellüler sıvıya benzeyen perilemf sıvısı ile, skala media ise içeriği intrasellüler sıvı içeriğine benzeyen endolenf ile doludur (3).

Koklea içinde tonotropik bir organizasyon vardır. Koklea tabanında yüksek frekanslı sesler, apeksinde ise alçak frekanslı sesler algılanır. Baziller membranın mekanik özellikleri bu tonotropik organizasyonu şekillendirmektedir.

Corti organı baziller membran üzerinde bulunur ve corti organı üzerinde üstleri membrana tectoria ile örtülü iç ve dış tüylü hücreler bulunur. Corti organı üzerinde bulunan bu tüylü hücreler ses enerjisinin (mekanik enerji) elektriksel enerjiye dönüştürülmesinde önemli rol oynarlar.

İç tüylü hücrelerin baskın innervasyonu afferent innervasyondur. Dış tüylü hücrelerin baskın innervasyonu ise efferent innervasyondur.

Nöral ses yollarını kokleadan işitme korteksine kadar sıralarsak sırasıyla; tüylü hücrelerden başlayan uyarı afferent sinirler, koklear çekirdekler, süperior olivar kompleks, inferior kollikulus, medial genikulat cisimcik ve son olarak işitsel kortekse ulaşır.

KAYNAKÇA

1. Anniko M, Bernal-Sprekelsen M, Bonkowsky V, Bradley P, Lurato S. Otorhinolaryngology, Head and Neck Surgery. Springer-Verlag Berlin Heidelberg,2010
2. Yiğit Ö, Altındağ M. (2018). İşitme Fizyolojisi. Mete Kiroğlu, Özgür Yiğit, Erol Keleş, Cüneyt Orhan Kara, Zeynep Alkan (Ed.) Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Uzmanlık Eğitimi (453-459). İstanbul: Logos Yayıncılık.
3. Bailey B.J, Johnson J.T. (2011) Baş & Boyun Cerrahisi OTOLARENGOLOJİ (Nazım Korkut, Çev. Ed.). Ankara: Güneş Tıp Kitapevleri
4. Cranford J.L. Basics of Audiology: From Vibrations to Sounds. 1st ed, San Diego: Plural Publishing Inc;2007
5. Guyton A.C&Hall J.E.(2001). Tıbbi Fizyoloji. (Hayrünisa Çavuşoğlu, Çev. Ed.). İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri.
6. Moller A. The acoustic middle ear muscle reflex. In: Keidel WD, Neff WD, eds. Handbook of sensory Physiology. New York: springer-Verlag, 1974;5:312-329).
7. Lalvani, A.K.(2005). Current Otorinolaringoloji-Baş ve Boyun Cerrahisi , Tanı ve Tedavi. (Cemal Cingi, Çev Ed.). İstanbul : Güneş Kitapevi
8. Özdemir S.(2016). İç Kulak, işitme Siniri ve Santral Koklear Yolların Fizyolojisi. Metin Önerci (Ed.). Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi içinde (33-41). Ankara: Matsa Basımevi.
9. Chien W, Lee DJ. Physiology of the Auditory System. In: Cummings CW, ed Cummings Otolaryngology-Head and Neck Surgery. Philadelphia: Mosby Elsevier;6th ed.2001;2:1994-2006
10. Lee KJ. Audiology In: Essential Otolaryngology. (th ed, Lee KJ (ed) McGraw-Hill Companies; 2003.
11. Moller AR. Hearing Anatomy, Physiology and Disorders of the Auditory System. 2nd ed, London: Elsevier Inc; 2006
12. Pickles JO. An Introduction to the Physiology of the Hearing. + th ed, Wa, UK: Emerald Group Publishing Limited; 2012.
13. Pickles JO. Auditory pathways: anatomy and physiology. G.G Celesia and G. Hickok, Editors. Handbook of Clinical Neurology. The Human Auditory System. Elsevier; 2001;1230.3-25.