



2E

GÜDEK

Güvenlik Denetim Kontrol

BÖLÜM:

2- FİZYOLOJİK SİSTEMİMİZ

KONU:

2E- DENGİ SİSTEMİMİZ

İçindekiler

DENGİ SİSTEMİMİZ	2
Denge sistemimiz,.....	2
Gözler:	2
Kaslar propriyoseptif:	3
Duyusal kartezyen bilgiler:	3
Motor korteksi:	5
VERTİGO HASTALIĞI	5
Dix- Hallpike manevrası.....	5
KULAK KRİSTALLERİNİN OYNAMASI	6
Epley Manevrası	6
Semont manevrası	6
PİYASADAKİ TEKNOLOJİK DENGİ ARAÇLARI	6

DUYU ORGANLARIMIZ

**DENGE SİSTEMİMİZ
(VESTİBÜLER SİSTEM)**

DENGE SİSTEMİMİZ

Başın uzaydaki konumunun üç boyutta algılamasını iç kulaktaki yarım daire vestibüler organdan, gözlerden, kaslardan ve eklemlerden aldığı bilgilerle vücudun dengesi sağlanır.

Denge, vücudun kütle merkezini destek tabanı üzerinde tutma yeteneğidir. Taban alanımız ile boyumuz 30/180 cm. oranındadır ve hareket halinde olan bu ölçülerde bir cismi dik tutmanın ne kadar zor olduğunu, en ufak bir sarsıntıda devrilebileceği bilinen bir durumdur. Ortalama ağırlık merkezimizin göbek hizasında olduğunu (yani ortalama 120 cm.) düşünürsek fiziksel denge sisteminin ne kadar zor sağlanabileceği görülür ayrıca yürüme, koşma gibi veya bir şeyi kaldırma gibi hareketlerde ne denli dengeyi bozucu zor hareketler olduğu görülür.

Denge sistemimiz,

Dengemizin sağlanması, beynin üç çevresel kaynaktan aldığı bilgiye bağlıdır, Gözler, kaslar– eklemler ve iç kulaktaki vestibüler¹ organlar. Üçü de beyne duyuşal reseptörler adı verilen özel sinir sistemi (aksonlar) ile uyarılarla şeklinde sinyaller gönderir.

Gözler:

Örneğin, bir yaya olarak, bir cadde boyunca yürüyüşe çıktığında, çevredeki binalar dikey olarak hizalanmış görünür ve geçilen her ortamda, önce çevresel görüş açısına girer sonra detayları algılar, önünde gördüğü küçük engelleri beyne gönderir, görüldüğü tümsek veya eğimli bir zemin bilgileri beyin de bu bilgileri değerlendirilir ve ilgili kaslara uyarı göndererek dengeyi sağlar. Bunun dışında Deri, kas, bacak ve kol eklem duyargalarından alınan proprioseptif² bilgiler de beyne gönderilerek frontal lopta değerlendirilip ilgili adalelere komutlar gönderilerek vücut dengesi sağlanır.

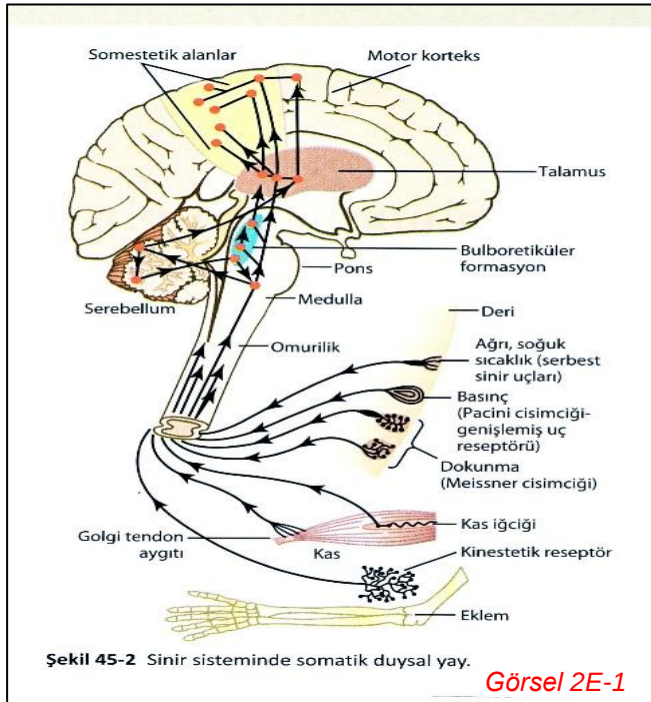
Genel reseptör grafiksel olarak (Görsel 2E- 1) da tekrar gösterilmiştir.

¹ Vestibüler sistem, denge ve uzaysal oryantasyonu, motor koordinasyonu ve denge duyusuna liderlik eden duyu sistemidir.

² Proprioepsiyon, uzayda bilinçli ya da bilinçsiz ekstremiteler pozisyonunu algılama, eklemlerin pozisyonunu algılamadır

Kaslar propriyoseptif:³

Örneğin ayakta duran bir kişi, öne doğru eğildiğinde ayak tabanlarının ön kısmında yani parmak adalelerinde kasılma ile parmaklarda artan bir basınç hissedilir. Bacakların, kolların ve diğer vücut kısımlarının herhangi bir hareketiyle, duyu reseptörleri beyne uyarılar göndererek yanıt verir. Diğer bilgilerle birlikte bu esneme ve basınç ipuçları, beynimizin vücudumuzun uzayda nerede olduğunu belirlemesine yardımcı olur.



Deri, kas ve eklemlerden alınan bilgiler, çevredeki dokulardaki gerilmeye veya basınca duyarlı olan duysal reseptörler tarafından beyne gönderilir.

Örneğin ayakta duran bir kişi, öne doğru eğildiğinde ayak tabanlarının ön kısmında parmak adalelerinde kasılma ile parmaklarda artan bir basınç hissedilir. Bacakların, kolların ve diğer vücut kısımlarının herhangi bir hareketiyle, duyu reseptörleri beyne uyarılar göndererek yanıt verir. Diğer bilgilerle birlikte bu esneme ve basınç ipuçları, beynimizin vücudumuzun uzayda nerede

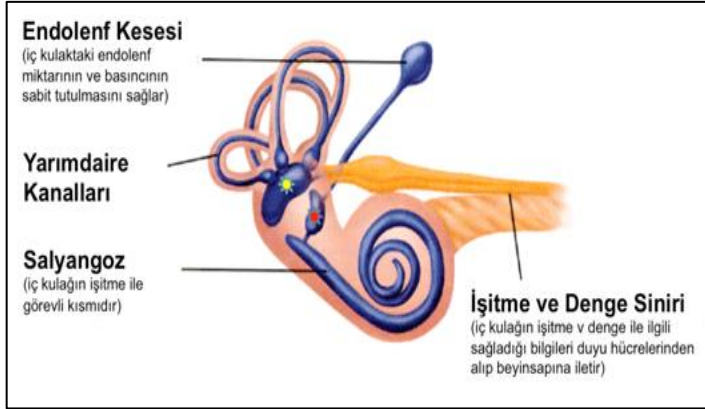
Bu uyarıların en önemlileri, boyun ve ayak bileklerinden gelenlerdir. Boyundan gelen propriyoseptif bilgiler, başın döndürüldüğü yönü gösterir. Ayak bileklerinden gelen bilgiler, hem ayakta durulan yüzeye (zemin), hem de bu yüzeyin kalitesine (örneğin, eğik, sert, yumuşak, kaygan veya düzensiz) göre vücudun hareketini belirler

Duyusal kartezyen bilgiler:

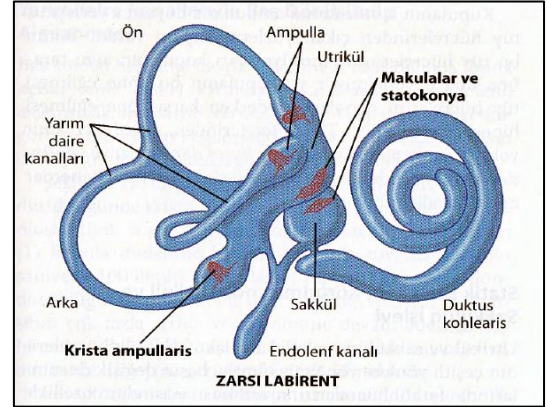
Hareket, denge ve yön hakkındaki duysal bilgiler iç kulakta bulunan utrikül, kese ve üç yarım daire kanalını içeren vestibüler tarafından sağlanır. Utrikül ve kesecik, yerçekimini ve doğrusal hareketi algılar. Dönme hareketini algılayan yarım daire kanalları, birbirine dik açılarla (XYZ) yerleşmiştir ve endolenf adı verilen bir sıvı ile doludur. Baş, belirli bir

³ **Kaslarda Propriyosepsiyon**, tendon organlarında ve kas içiciklerinde, bağ doku, derideki reseptörlerin yanı sıra kasların içinde bulunur.

kanal tarafından algılanan yönde döndüğünde, içindeki endolenfatik sıvı atalet nedeniyle geride kalır ve kanalın duyu reseptörüne karşı basınç uygular ve bilgiyi beyne simetrik uyarılar gönderir. (Görse 2E- 2) ve (Görsel 2E- 3)



Görsel 2E-2



Görsel 2E- 3

Gözler, kaslar– eklemler ve vestibüler organlar tarafından sağlanan denge bilgileri, beyin sapına gönderilir. Orada, beyincik (beynin koordinasyon merkezi) ve serebral korteks (düşünme ve hafıza merkezi) tarafından sağlanan öğrenilmiş bilgilerle düzenlenir ve entegre edilir.

Beyincik, belirli hareketlere tekrar tekrar maruz bırakılarak öğrenilen otomatik hareketler hakkında bilgi sağlar. Örneğin, bir tenis oyuncusu, bir topla defalarca servis atma pratiği yaparak, bu hareket sırasında denge kontrolünü optimize etmeyi öğrenir.

Serebral korteksten gelen katkılar, önceden öğrenilmiş bilgileri içerir. Örneğin, buz tutmuş bir kaldırımda güvenli bir şekilde yürümek için farklı bir hareket modeli kullanmak gerektiğini algılarız.

Girdiler birbiriyle çatışırsa kişi yönünü şaşırabilir. Örneğin, yan tarafımızda bulunan bir otobüsün hareket etmesini aslında kendimiz hareket ediyormuş gibi algılayabiliriz. Ancak kaslardan ve eklemlerden gelen propriyoseptif bilgi, aslında hareket etmediğimizi gösterir. Vestibüler organlar tarafından sağlanan duysal bilgiler bu duysal çatışmanın önüne geçmeye yardımcı olabilir. (2K Proprioseptör duyu sistemimiz) bölümünde daha geniş olarak anlatılmıştır.

Motor korteksi:

Duyusal entegrasyon gerçekleştiğinde beyin sapı, gözlerin, baş ve boyun, gövde ve bacakların hareketlerini kontrol eden kaslara uyarılar iletir. Böylece kişi, hareket ederken hem dengesini koruyabilir hem de net görüş sahibi olur.

Duyusal reseptörlerinden beyin sapına ve ardından kaslara gönderilen uyarılar, tekrarlanarak yeni bir yol oluşturur, bebekler tekrar yoluyla dengelemeyi öğrenir. Bu tür bir sinaptik yeniden düzenlemenin, bir kişinin değişen hareket ortamına uyum sağlama süresi boyunca gerçekleştiğini gösterir, çok karmaşık hareketler bile bir süre sonra neredeyse otomatik hale gelir.

Gözlere Sağlanan Motor Çıktısı: Vestibüler sistem, vestibülo-oküler refleks (VOR) adı verilen otomatik bir fonksiyonla sinir sistemi yoluyla göz kaslarına motor kontrol sinyalleri gönderir. Baş döndüğünde kulak denge sisteminden gelen uyarı iki taraftan gönderilen sinyallerle göz hareketlerini kontrol eder ve aktif kafa hareketleri sırasında bakışları dengeler. Bu konu görme duyusu anlatılırken daha geniş olarak anlatılmaktadır.

İnsan denge sistemi, karmaşık bir sensör-motor kontrol sistemleri setini içerir. Birbirine bağlı geri bildirim mekanizmaları; Bazen veya yaşlandıkça bozulabilir ve baş dönmesi, sersemlik, görme sorunları, bulantı, yorgunluk ve konsantrasyon güçlükleri gibi diğer semptomlar belirebilir.

VERTİGO HASTALIĞI

Baş dönmesi veya denge bozulması durumlarda uygulanabilecek bilimsel yöntemler.

Dix- Hallpike manevrası

- Bu testi yapabilmek için öncelikle hasta sedyede oturtulur. Hasta yattığında başı sedyeden sarkacak şekilde arada mesafe bırakılır. Hastanın başı sağ tarafa döndürülür ve iki el arasına alınır. Hastanın sürekli gözünü açık tutması ve size bakması istenir. Hızlıca elle tutulan hastanın kafası 45 derece açıyla arkaya doğru başı sarkacak şekilde yatırılır. Baş dönmesi ve gözlerde titreme var mı bu tarafta da sorgulanır. Eğer varsa hastanın kulak kristalleri oynadığı düşünülür.

KULAK KRİSTALLERİNİN OYNAMASI

Kulak kristallerinin oynamasının tedavisinde ilaçlar etkili olmamaktadır. Fakat o an oluşan şikayetleri azaltmak için ilaçlar kullanılabilir.

Epley Manevrası

Yerlerinden oynamış baş dönmesi durumu oluştuğunda Kristalleri yerine yerleştirmek için hasta sedyeye oturtulur. Hastanın başı 45 derece yana çevrilerek hızlı şekilde yatırılır. Hastanın kafası sedyeden sarkacak şekilde pozisyon verilir.

Bu ara da hasta da baş dönmesi ve göz titremeleri olmaktadır. Ardından aynı pozisyondayken yani kafası sedyede sarkarken hastanın kafası ortaya getirilir. Ardından diğer tarafa 45 derece çevrilir. Eğer kişide baş dönmesi ve göz titremesi yaşıyorsa geçene kadar beklenir. Eğer yaşanmıyorsa bir dakika beklenir. Ardından hasta ve başı 90 derece döndürülür ve bir dakika beklendikten sonra hasta oturur pozisyona getirilir.

Semont manevrası

Evde dahil yapılabilecek kolay bir manevradır. Eğer sağ kulağınızdaki kulak kristali oynadıysa hareket sola doğru yapılır, sol tarafın kulak kristali oynadıysa sağa doğru hareket yapılır. Eğer sağ taraftaki kulak kristalleriniz oynadıysa; hasta kanepede veya sedyeye ayakları yere sarkacak şekilde oturur ve 45 derecelik açıyla baş sol üst tarafa çevrilir.

Ardından sedyeye sağ omuz üzerine yatırılır. Sonra baş 45 derece açıyla sağ üst tarafa çevrilir ve sol omuz üzerinde sedyeye yatırılır.

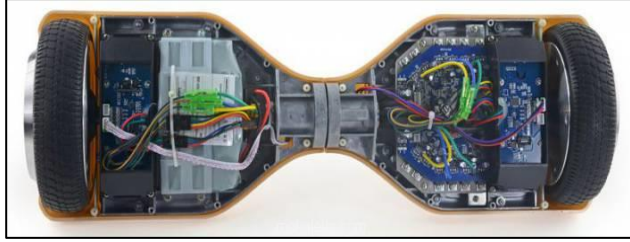
Tekrar sağa tekrar sola yatılarak bu manevra 5 defa daha tekrarlanır ve set tamamlanmış olur. Eğer sol tarafınızda bulunan kulak kristallerinizde oynama varsa bu hareketler tam ters yönünde yapılır.

PİYASADAKİ TEKNOLOJİK DENGİ ARAÇLARI

Teknolojide elektronik ve bilgisayar (micro processor) sistemi ile yapılan **Hoverboard** (piyasada cıncır olarak adlandırılan) genellikle kendi kendini dengeleyebilen, iki tekerlekli ve tekerlek göbeklerinde elektrikli hub motoru bulunan, enerji depolama işlemini batarya ile yapan, elektrikli mikro mobilite araçları piyasada bulunmaktadır. Hoverboardu oluşturan başlıca elemanlar; elektrikli motorlar, batarya, jiroskop ve mikro işlemcilerdir. Üzerindeki elektrik düğmesiyle **hoverboard** kullanılmaktadır. (Görsel 2E- 4) (Görsel 2E- 5) hoverboard, elektronik yapısı, görülmektedir.



Görsel 2E-4 hoverboard görünümü



Görsel 2E-5 hoverboard iç devre

Genellikle 250 Watt ve 350 Watt motor gücüne sahip 2 adet elektrik motoru ile konum değişikliği sağlanır, Hoverboard duyarlı İvme⁴ ölçer, Jiroskop⁵ ve Manyetometre⁶, her üç sensörün her biri 3 eksene (Kartezyen⁷ koordinatlar) sahip reseptörler gibi çalışmaktadır. İvme ölçer, Jiroskop ve Manyetometre, elektronik bir jiroskop Coriolis Etkisini kullanır.

Buradaki karışık sistemle insan dengesi mukayese edildiğinde (üç eksende) vücudun denge sisteminin ne kadar karışık olabileceğini düşünmek gerekir.

İş Güvenliği Uzmanını ilgilendiren, İş Sağlığı ve Güvenliği konularının başında denge sistemi bozukluğu, duyma rahatsızlıkları ve görme bozuklukları gelir. Bilgi ve dikkatsizliğin dışında çalışanın fizyolojik bozuklukları kaza nedeni olmaktadır. Bu nedenle İş Güvenliği Uzmanları bu konular hakkında bilgi sahibi olmaları kazaları önlemede kök neden araştırmalarında sağlıklı sonuca ulaşmaları başlıca bu bilgilere sahip olmalarından geçtiğini bilmeleri gerekir.

Bundan sonraki konu görme duyumuzdur.

Kaynak: *TIBBİ FİZYOLOJİ Prof. Dr. Halis KÖYLÜ (Böl:6, S: 161- 164)*

TIBBİ FİZYOLOJİ Guyton ve Hall (Böl: 55, S: 674- 678)

Odyolog Özlem Ruhioğlu Çınar (odyologozlemcinar.com)

PRINCIPLES OF NEURALSCIENCE James H. Schwartz (Böl: 30 S:591- 592)

<https://vestibular.org/article/what-is-vestibular/>

⁴ **İvme:** Hareket eden bir cismin birim zamanda hızında meydana gelen değişime **ivme** denir.

⁵ **Jiroskop:** içindeki kütle kayması ile açısal değişimi ölçer

⁶ **Manyetometre:** Manyetik momentleri ve manyetik alanların momentlerini ölçmeye, karşılaştırmaya yarayan alet;

⁷ **Kartezyen:** Uzayda bir objenin yerini belirlemek için **kartezyen koordinat** sisteminden yararlanılır.