

Medulla Spinalis Anatomisi ve Yolları

ANATOMY AND TRACTS OF THE SPINAL CORD

Mehmet ERSOY*, Ali İhsan KALKAN**

* Uz.Dr. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi ABD, ANKARA

** Dr. Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi ABD, KONYA

Medulla spinalis vertebraların cisimleri ile arkuları arasında bulunan canalis vertebralis denen kanalin içerisinde bulunur ve atlasın üst kenarından başlayarak erkeklerde 1. ve 2. lumbal vertebralar arasındaki discus intervertebralis, kadınlarda ise 2. lumbal vertebranın ortasına kadar uzanır. Uzunluğu şahısa göre değişmekle beraber 40-50 cm kadardır. Medulla spinalis spinal sinirlerin çıkış yerlerine göre servikal, torakal, lumbal, sakral olmak üzere dört bölüme ayrılır.

Medulla spinalis'in ön yüzünde yukarıdan aşağıya doğru uzanan fissura mediana anterior denen derin bir yarık, arka yüzünde sulcus medianus posterior denen hafif bir oluk görülür. Yan taraflarda ise biri önde diğeri arkada olmak üzere iki hafif oluk daha görülür. Sulcus lateralis anterior denen ön yan oluktan spinal sinirlerin ön kökleri çıkar. Sulcus lateralis posterior denilen arka yan oluktan ise spinal sinirlerin arka kökleri medulla spinalise girerler. Medulla spinalis'in servikal parçasının arka yüzünde sulcus medianus posterior ile sulcus lateralis posterior arasında üçüncü bir oluk daha görülür ki bu oluşa sulcus intermedius posterior adı verilir.

Medulla spinalis, hem renk hem de yapı bakımından farklı iki cevherden yapılmıştır. Bunlardan içte olanına gri cevher, dışta olanına ise beyaz cevher adı verilir. Gri cevher medulla spinalis'in hem ön tarafına hem de arka tarafına doğru birer çıkıntı yapmıştır. Öndeki çıkıntılara cornu anterius, arkadaki çıkıntılara ise cornu posterius adı verilir. Her iki taraftaki ön ve arka boynuzları birleştiren gri cevher kitlesine ise pars intermedia denir. Medulla spinalis'in torakal ve servikal kısımlarında ön boynuzların kaidesinden yanlara doğru üçüncü bir çıkıntı daha görülür ki, buna cornu laterale denir.

Substantia alba denilen beyaz cevher miyelini sinir lifleri ile glia hücrelerinden yapılmıştır. Beyaz cevher gri cevherin her tarafını sarar. Fissura mediana anterior'un

arka tarafında, gri tarafında, gri cevherin pars intermediasının ön tarafında, her iki medulla spinalis beyaz cevherlerini birbirine bağlayan beyaz cevher kısmına commissura alba anterior adı verilir. Beyaz cevher, gri cevherin uzantıları ile üç ana huzmeye ayrılmıştır. İki ön boynuz arasında kalan huzmeye funiculus anterior adı verilir. Funiculus anterior, fissura mediana anterior vasıtasıyla sağ ve sol olmak üzere iki simetrik parçaya ayrılmıştır. Bu parçaları commissura alba birbirine bağlar. Medulla spinalis'in yan tarafında ön ve arka boynuzlar arasında kalan beyaz cevher parçasına ise funiculus lateralis ismi verilir. Funiculus anterior ve funiculus lateralis'i oluşturan huzmeler fonksiyon bakımından birbirleriyle çok yakından ilgilidir. Bu yüzden her ikisine birden funiculus anterolateralis adı verilir. Arka tarafta iki cornu posterius arasında uzanan huzmelere funiculus posterior denir. Funiculus posterior sulcus medianus posterior'dan substantia intermedia centralis'e kadar uzanan ince bir bölme ile sağ ve sol olmak üzere iki simetrik parçaya ayrılmıştır. Medulla spinalis'in servikal kısmında funiculus posterior, sulcus intermedius posterior'dan içeriye doğru sokulan bölmeler vasıtasıyla iki huzmeye ayrılmıştır. Bunlardan içte olanına fasciculus gracilis, dışta olanına fasciculus cuneatus adı verilir.

Beyaz cevherde seyreden sinir lifleri ya medulla spinalis'in değişik segmentlerini birbirlerine bağlayan kısa yollardır ya da çeşitli medulla spinalis segmentlerini beyin merkezlerine birleştiren uzun yollardır.

Aynı menşeyli ve aynı fonksiyonu gören sinir lifleri bir araya toplanarak traktusları oluştururlar ve bu traktuslar beyaz cevherde belli bir yer işgal ederler. Bununla birlikte traktusların hudutları pek kesin değildir ve çok defa komşu traktusların lifleri birbirine karışmış olarak seyrederler. Kısa yollar beyaz cevherin gri cevhere yakın kısımlarında seyreder. Bu yolların lifleri medulla spinalis'in çeşitli segmentlerini birbirlerine bağlarlar. Uzun yollar afferent ve efferent olmak üzere ikiye ayrılır. Afferent yollar spinal ganglionlardaki ya da medulla spinalis'in gri cevherindeki hücrelerin uzantılarından oluşur. Efferent yollar ise, beynin çeşitli kısımlarındaki çekirdeklerde bulunan hücrelerin uzantılarından oluşur. Afferent yolları oluşturan huzmeler yukarıya çıktıkça

Geliş Tarihi: 17.11.1994

Yazışma Adresi: Dr. Mehmet ERSOY
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anatomi ABD, ANKARA

bütün medulla spinalis segmentlerinden sinir lifleri alacağından kalınlaşır. Beyinden gelen efferent yolları oluşturan huzmeler ise aşağı doğru inerken medulla spinalis'in her segmentine lifler verdiği için gittikçe incilir.

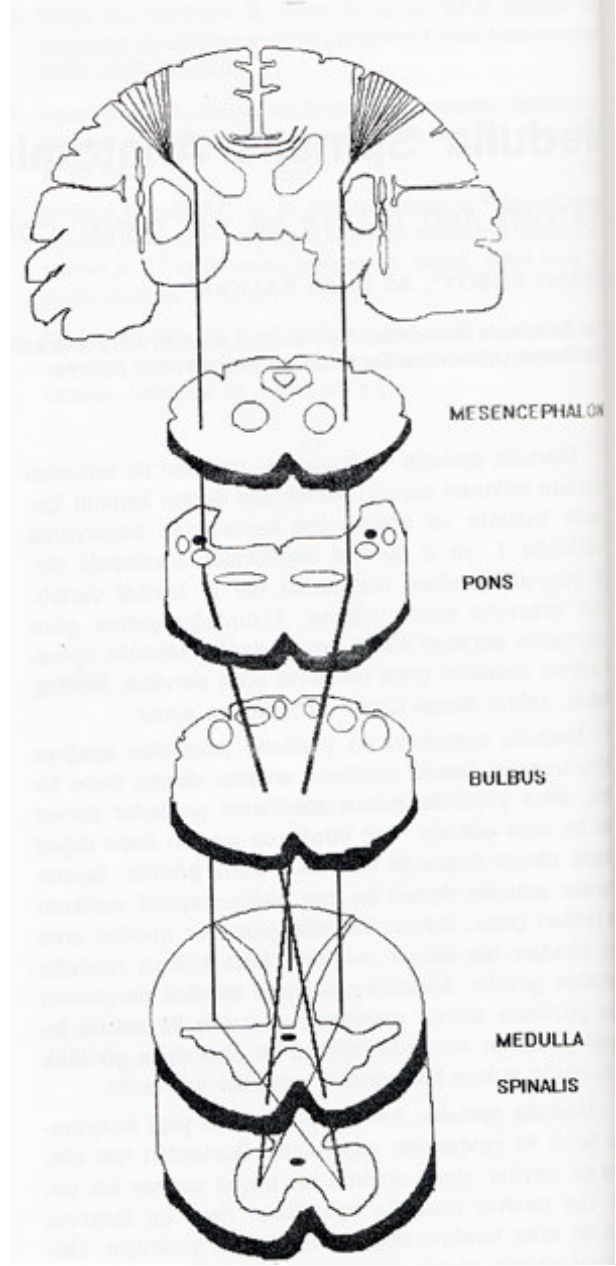
Aynı segmente ait sinir lifleri beyaz cevherde seyrederken bir araya toplanırlar. Değişik segmentlerden gelen bu bir araya toplanmış sinir lifleri beyaz cevherde belli bir sıraya göre lameller halinde sıralanırlar. Biri diğerini dıştan saran bu lameller funiculus anterolateralis'te üst segmente ait olanlar içte, alt segmente ait olanlar dışta olacak şekilde sıralanmıştır. Demek ki, funiculus anterolateralis'e gri cevhere en yakın lifler servikal bölgenin lifleridir. Bunun dışında sırasıyla torakal, lumbal, sakral bölgenin lifleri yer alır. Funiculus posterior'da ise içte sakral bölgenin lifleri, dışta ise sırasıyla lumbal, torakal ve servikal bölgenin lifleri bulunur. Yani alt segmente ait olanlar içte, üst segmente ait olanlar ise dış tarafta yer almıştır.

EFFERENT YOLLARI

A- Tr. corticospinalis (piradimal yollar)

İstemli hareketleri yapmamızı sağlayan bu yol gyrus precentralis'teki 4. alanda bulunan Betz hücreleri ve diğer piramidal hücrelerden başlar. Fakat bununla birlikte bütün korteksten lifler alır. Bu yola pyramis'ten geçtiği için piramidal yollar da denir. Bu nöronların aksonları corona radiata'dan, diensephalon'da capsula interna'dan, mesencephalon'da crus cerebri'den, pons'un basillar parçasından, bulbus'ta pyramis'ten geçer ve bulbus'un 2/3 üst kısmı ile 1/3 alt kısmının birleştiği noktada %85-90 oranında çapraz yaparlar. Bu çapraz yaptıkları yere decussatio pyramidum adı verilir. Bir kısım lifler ise burada çapraz yapmazlar. Çapraz yapan lifler çapraz yaptıktan sonra funiculus lateralisten aşağı doğru inerler. Bu yüzden Tr. corticospinalis'in bu bölümüne tr.corticospinalis lateralis adı verilir. Çapraz yapmayan %10'luk kısım ise funiculus anterior'da seyrederekler. Tr. corticospinalis'in bu bölümüne de tr. corticospinalis anterior denir. Daha sonra aşağı inen bu lifler sonlanacağı ön boynuz seviyesine gelince comissura alba anterior'da çapraz yapıp karşıya geçerler ve ön motor nöronları ile sinaps yaparlar (Şekil 1). Tr. corticospinalis içerisinde seyreden birtakım lifler medulla spinalis'e doğru inerken beyin sapında birtakım nükleuslara lifler verirler. Bu liflerin yaptığı yola tr. corticonuclearis (tr. cortico bulbaris) adı verilir.

Medulla spinalis ön boynuzundaki yerleşmiş motor nöronlara alt motor nöron ya da 2. motor nöron adı verilir. Bunun uzantıları iskelet kaslarına gider. Alt motor nöronların istemli hareketleri yaptırabilmeleri için impulslar gelmelidir. İşte yukarıda anlatmış olduğumuz kortikospinal yolla gelen motor nöronlara da üst motor nöron (1. motor nöron) adı verilir. Üst motor nöronlar genellikle bir ara nöron yoluyla alt motor nöronlara



Şekil 1. Tr. corticospinalis.

ulaşırlar. Bazen de direkt olarak bu nöronla sinaps yaparlar.

Alt motor nörona buradan başka bulbus, pons, mesencephalon gibi beyin diğer üst merkezlerinden de lifler gelir. Ayrıca periferden de lifler alır. Periferden gelen lifler spinal reflekslerle ilgilidirler.

4. alandaki piramidal hücrelerden ve Betz hücrelerinden gelen lifler özellikle ekstremite distal kısımlarındaki kasları kontrol ederler. Bu kaslarla yapılan ince ve beceri isteyen hareketler piramidal yol lezyonlarında öncelikle bozulur.

Diğer kısımlardan gelen lifler ise geniş ve kaba hareketlerle kas tonusu kontrolünden sorumludurlar. Bunların tahribinde kas tonusu ve DTR artar.

B- Ekstrapiramidal yollar

Piramidal yol dışında ekstrapiramidal sistemle ilgili yollar da vardır. Bilindiği gibi ekstrapiramidal sistem insanda istemli hareketlerin yapılabilmesi için gerekli olan postural tonusu sağlar. Yani kasları duruma göre değişen belirli bir gerginlik içinde tutar. Bundan başka yürüme, koşma, yüzme gibi otomatik hareketleri, esneme vücudun gerilmesi gibi birbirine bağlı (assosiye) hareketleri de ekstrapiramidal sistem yönetir. Normal insanlarda istemsiz hareketlerin çıkmasına engel olur. Buradan inen yollarda alt motor nöronlara giderler. Ekstrapiramidal yollar birtakım subkortikal merkezleri beyinde ve medulla spinalis'te bulunan motor merkezlere bağlarlar. Ekstrapiramidal sistemin idare ettiği hareketler irademiz dışında olsa da muntazam ve maksata uygun hareketlerdir. Kortikal merkezlerin etkisi altına girebilirler. Ekstrapiramidal yollar şunlardır:

1- Tractus reticulospinalis: Bulbus ve pons'un formatio reticularis'teki çekirdeklerinden başlar ve medulla spinalis'teki motor nöronlarla ilişki kurar. Özellikle gövdenin ve ekstremitelerin proksimal kısımlarının hareketi ile ilgilidir. Pons'tan başlayana tr. reticulospinalis medialis (pontoreticulospinalis) denir. Bu yol kaslar üzerine fasilite edici etki gösterir. Bu yol ayrıca nuc. phrenicus ve nuc. accessorius'un motor çekirdekleri ile ilişkidir. Bundan dolayı solunum sayısı ve ritmi üzerine etki gösterir. Tr. pontoreticulospinalis'teki liflerin çoğu çaprazlaşmaz ve aynı taraftaki funiculus anterior içinde aşağı doğru iner. Bu yolun bulbus'tan başlayan kısmına ise tr. reticulospinalis lateralis (bulboreticulospinalis) adı verilir. Bu yollar kas üzerine inhibe edici etki gösterir.

Tr. reticulospinalis yürüme koşma gibi koordineli hareketlerin yapılmasını sağlar. Retikulospinal yollar istemli hareketlere ve spinal reflekslere karışır. Ayrıca otonom sinir sisteminin birçok faaliyetinin yapılmasında rol alır. Retikulospinal yolların etkilerini şöyle sıralayabiliriz.

- a) İstemli hareketleri ve spinal refleksleri kolaylaştırır ya da inhibe eder.
- b) Kas tonusuna etki eder.
- c) Solunum hareketlerinde rolü vardır.
- d) Dolaşım üzerine pressör veya depressör olarak etki eder.
- e) Duyu impulslarının merkeze iletilmesine kısmen engel olur.

Tr. bulboreticulospinalis liflerinin bir kısmı çaprazlaşır, bir kısmı ise çaprazlaşmaz. Bu lifler funiculus lateralis içinde aşağı doğru uzanır.

2- Tr. vestibulospinalis: Bu yol medulla oblongata'da nuc. vestibularis lateralis'den (Deiters)

başlar. Buradaki nöronların aksonları funiculus anterior içinde ilerler. Servikal ve lumbosakral segmentlerindeki ön boynuz motor nöronlarında sonlanır.

Nucleus vestibularis lateralis başın hareketleri sonucu iç kulakta oluşan impulsları ve cerebellum'dan gelen impulsları alır. Kasların tonusunu ayarlar. Ekstensör kaslar üzerine kolaylaştırıcı, fleksör kaslar üzerine inhibe edici etki gösterir. Vücudun dengesinin sağlanması için çok önemli bir yoldur. Tr. vestibulospinalis ekstensör kas tonusu ile ilgili bir yol olup ekstensör kas tonusunu kontrol eder.

3- Tr. rubrospinalis: Medulla spinalis'in tümü boyunca bulunur. Mesencephalon'daki nuc. ruber'den başlar. Çekirdekten çıkar çıkmaz çaprazlaşır. Buna decussatio tegmentalis ventralis (Forel çaprazı) adı verilir. Bu lifler medulla spinalis karşı funiculus lateralis'inde ilerlerler. Nuc. ruber korteks ve beyincikten aldığı uyarıları tr. rubrospinalis yoluyla medulla spinalis'in ön boynuz motor nöronlarına gönderir. Bu yol fleksör kaslara fasilite edici, ekstensör kaslara inhibe edici etki gösterir. Tr. rubrospinalis fleksör kas tonusu ile ilgilidir.

4- Tr. tectospinalis: Mesencephalon'daki colliculus superior'dan başlar. Buradan çıkan liflerin çoğu çaprazlaşır. Buna decussatio tegmentalis dorsalis (Meynert çaprazı) adı verilir. Çaprazdan sonra bu lifler funiculus anterior içinde aşağı iner. Bu yola ayrıca colliculus inferior'dan birtakım lifler gelir. Tr. tectospinalis lifleri sadece servikal segmentlerdeki ön boynuz motor nöronlarında sinaps yapar. Bu yol ışık ve sese bağlı refleks baş ve boyun hareketlerini yönetir.

5- Tr. olivospinalis: Bulbus'taki nuc. olivaris inferior'dan başlar. Sadece servikal bölgede gözlenir. Funiculus lateralis'ten aşağı doğru iner. Baş ve boyun hareketleri ile ilgili olduğu sanılmaktadır.

OTONOM MERKEZLER

Otonom ganglionlara giden preganglioner lifler merkezi sinir sisteminde üç ana kısımdan çıkarlar.

A) Kranial Bölüm: Buradan n. oculomotorius, n. facialis, n. glossopharyngeus, n. vagus'a giden parasempatik lifler çıkar.

B) Torakolumbal Bölüm: Medulla spinalis'in columna intermediolateralis'teki hücrelerinden meydana gelir. Th1-L2(3) arasında bulunur. Sempatik sistemin merkezidirler.

C) Sakral Bölüm: Medulla spinalisin S2-5 hücrelerinden meydana gelir. Bu kısımdan çıkan lifler sadece parasempatiktir. Pelvis organlarını innerve ederler.

İNEN OTONOMİK YOLLAR

Medulla spinalis'te inen ekstrapiramidal yollardan başka columna intermediolateralis hücrelerine inen otonom yollar da vardır. Bunlar visseral organların innervasyonu ile ilgilidirler. Medulla spinalis'teki otonom merkezleri kontrol eden yüksek merkezler cortex cerebri'de, hypothalamus'ta, corpus amygdaloideum'da

ve formatio reticularis'te bulunur fakat en önemli koordinasyon merkezi hypothalamus'tur. Bu yollar genellikle tr. reticulospinalis içinde aşağı inerler. Bu lifler beyin sapında (pons, bulbus ve mesencephalon) çaprazlaşırlar.

FUNICULUS POSTERIOR'DA İNEN YOLLAR

Funiculus posterior'da az miktarda inen yol vardır. Bu yollar arka kökler yoluyla arka kordona giren liflerin inen dallarından ve arka boynuz hücrelerinden arka kordona çıkan liflerin inen dallarından oluşur. Bu lifler medulla spinalis'in bazı seviyelerinde küçük alanlar halinde görülürler. Servikal ve üst torakal bölgelerde fasciculus cuneatus ve fasciculus gracilis arasına sıkışmış olan bu lifler kesitlerde virgül şeklinde görülür. Bundan dolayı buna Shultz'un virgül demeti (fasciculus interfascicularis) adı verilir. Torakal bölgenin alt yarısı ve daha aşağı seviyelerde ise bu lifler septum medianum posterius'un her iki yanında izlenir. Buna da fasciculus septomarginalis denilir. Bu lifler kesitlerde torakal bölgenin alt yarısında ovaldır. Bu yüzden Fleshing'in oval alanı denir. Sakral bölgede ise üçgene benzer ve Philipe-Gombault üçgeni olarak isimlendirilir. Fasciculus interfascicularis arka kökler yoluyla medulla spinalis'e giren ve arka kordonda inen dallardan meydana gelmiştir. Fasciculus septomarginalis ise arka boynuz hücrelerinden çıkıp arka kordona giren liflerin inen dallarından oluşur.

AFFERENT YOLLAR

1- Tr. spinotectalis: Ganglion spinale'deki 1. nöronun santral uzantıları arka kökler yoluyla medulla spinalis'e girer. Arka boynuzdaki 2. nöronla sinaps yapar. 2. nöronun aksonları çaprazlaşıp karşı tarafa geçer ve tr. spinotectalis'i oluşturur. Tr. spinotectalis'i oluşturan lifler funiculus lateralis'te yukarıya doğru çıkarak colliculus superior'da sonlanırlar. Bu traktus spinovisual reflekslerle ilgilidir. Baş, boyun ve gözün uyarana doğru refleks hareketini sağlar. Örneğin; herhangi bir yerimize sivri bir cisim batırıldığında o tarafa doğru bakar ve ondan uzaklaşmaya çalışırız.

2- Tr. spino-olivaris: Funiculus anterior ile funiculus lateralis arasında dış yüze yakın seyreder. Deriden yüzeysel duyuları kas, kırıç, ligament ve eklemlerden proprioseptif duyuları alan 1. nöron arka kökler yoluyla medulla spinalis'e girer. Arka boynuzdaki 2. nöronla sinaps yapar. Buradan çıkan 2. nöron aksonları çaprazlaşıp karşı taraf funiculus lateralis'inde tr. spino-olivaris oluştururlar. Bu lifler nuc. olivaris accessorius medualis ve posterior'da sonlanırlar. Bu çekirdeklerde bulunan 3. nöronun uzantıları karşı tarafa geçer ve pedunculus cerebellaris inferior yoluyla beyinciğin purkinje hücrelerinde sonlanırlar ve bu hücreleri uyarırlar.

3- Tr. spinoreticularis: Bu traktus tr. spinothalamicus lateralis'in lifleri ile karışmış olarak seyreder. Ganglion spinale'de bulunan 1. nöronun sant-

ral uzantıları arka boynuzdaki hücrelerle sinaps yapar. Buradaki 2. nöronun çıkan lifler tr. spinoreticularis'i oluştururlar. Bu liflerin çoğu çapraz yapmaz. Bir kısmı ise çapraz yapar. Sonuçta bulbus'ta, pons'ta ve mesencephalon'daki formatio reticularis çekirdeklerinde sonlanırlar. Bu yol özellikle eksternal ve visseral ağrı duyularını taşır. Bu yolla taşınan ağrı duyusu kimi otörlere göre thalamus'ta kabaca algılanmaktadır. Kimi yazarlar ise bu liflerin sekonder duyusal kortekste sonlandığını ve ağrı duyusunun burada kabaca algılandığını ileri sürmektedirler.

DUYU YOLLARI

Spinal sinirlerce alınan bütün duyu yollarının 1. nöronu ganglion spinale'de bulunur. Bu nöronlar psödonipolar nöronlardır. Bu nöronun periferik uzantıları periferik sinirlerin duyusal liflerini oluştururlar. Bu lifler deri, kas, kırıç ve eklemlerdeki özel reseptörlerde sonlanırlar. Santral uzantıları ise arka kökler yoluyla medulla spinalis'e girerler. Bu lifler somatik ve visseral çeşitli tipteki bütün duyuları medulla spinalis'e taşırlar. Bu liflerin medial kısımdan girenleri funiculus posterior yoluyla arka boynuzda gelirler. Miyelinden zengindirler. Epikritik dokunma duyusunu (dokunma diskriminasyonu) ve proprioseptif duyuları taşırlar. Lateral kısmından giren lifler ise fasciculus dorsolateralis yoluyla medulla spinalis'te taşınırlar protopatik (basit) dokunma duyusunu, ağrı ve ısı duyularını taşırlar. Bu lifler miyelinsiz ya da az miyelinlidirler.

1- Yüzeysel duyular: Yüzeysel duyular, epikritik ve protopatik duyu olmak üzere ikiye ayrılır. Protopatik duyu temas, ağrı, ısı duyularını kabaca algılar. Bu duyular arasındaki büyük farkları ayırt edebilir. Epikritik duyu ise uyarılar arasındaki ufak derece farklarını ayırt edebilir. Örneğin 40 derece ile 50 derece arasındaki ısı farkını veya çeşitli ağrı stimulusları arasındaki ufak farkları ayırt etmek epikritik duyunun işidir.

a- Tr. spinothalamicus anterior: Yalnızca temas basınç duyularını iletir. Temas duyusu basit dokunma (protopatik duyu) ve dokunma diskriminasyonu (epikritik duyu) olmak üzere iki çeşittir. Basit dokunma duyusu temas edilen cisim kabaca algılayabilir. Dokunma diskriminasyonu ise temas halindeki uyarının derece ve şiddet farkını ayırt eder. Bu duyuları taşıyan lifler medulla spinalis'e girdikten sonra farklı yollar izlerler.

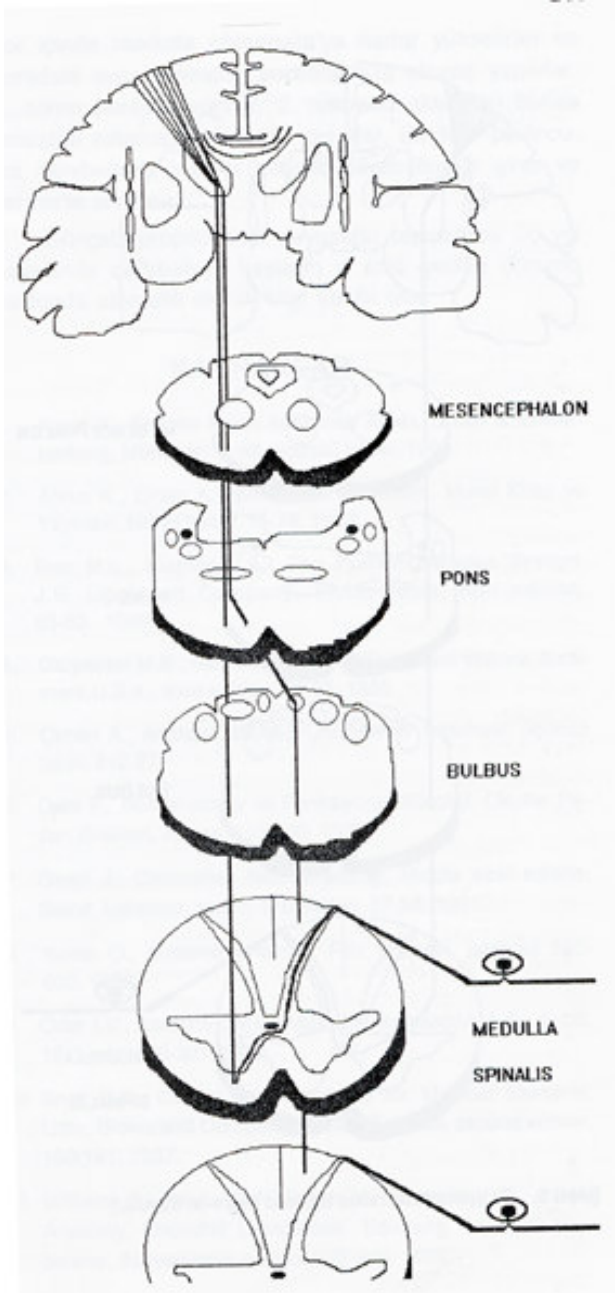
Basit dokunma (protopatik) duyu yolları: Bu yolun 1. nöronu ganglion spinale'de bulunur. Bunlar az miyelinli liflerdir. Bu nöronun santral uzantıları arka köklerin lateral bölümünden medulla spinalis'e girerler. Medulla spinalis'e girdikten sonra 1-2 segment aşağı 10-15 segment yukarı doğru çıkabilir. Tr. dorsolateralis yoluyla arka boynuzda ulaşarak buradaki nöronlarla sinaps yaparlar. 2. nöron arka boynuzdaki substantia gelatinosa'da bulunur. Bu nöronun uzantıları canalis centralis önünde comissura alba anterior'dan karşı tarafa geçer ve karşı taraf beyaz cevherinde yukarı

doğru uzanırlar. Bu çapraz geçiş sırasında birkaç segment yukarıya çıkarlar. Karşı tarafta tr. spinothalamicus anterior'u yaparlar. Tr. spinothalamicus anterior'u oluşturan lifler medulla spinalis ve beyin sapı boyunca yukarı doğru ilerler. Thalamus'un nuc. ventralis posterolateralis'inde sonlanırlar (3. nöron). Bu nöronun uzantıları da tr. thalamocorticalis yoluyla beyin gyrus postcentralis'inde sonlanırlar (3,1,2 sahalar). Bu yol basit dokunma duyusunu taşır. Derinin herhangi bir yerine pamuk yada tüyle dokunduğumuzda alınan duydur. Bir duyunun huzur ve zevk verici ya da huzur kaçıracı nitelikte olması bu yolla ilgilidir. Örneğin; gıdıklama, kaşınma, libido gibi (Şekil 2).

Dokunma diskriminasyonu (epikritik duyu) yolları: Bu yolun 1. nöronunu ganglion spinale'dedir. Bu nöronun santral uzantıları arka köklerin medialinden medulla spinalis'in funiculus posterior'una girerler. Bu lifler medulla spinalis'te sinaps yapmazlar. Funiculus posterior'dan yukarı çıkıp bulbus'taki nuc. gracilis ve nuc. cuneatus'taki 2. nöronlarla sinaps yaparlar. Bu yola tr. spinobulbaris adı verilir. Buradan çıkan lifler öne ve içe doğru ilerlerler ve fibriae arcuatea interna adını alırlar. Bu lifler canalis centralis'in önünde çapraz yaparlar. Bu çaprazla decussatio lemniscorum adı verilir. Daha sonra yukarı doğru çıkarak orta hattın her iki tarafında uzanırlar. Yukarıya doğru uzanan bu iki taraflı lifler topluluğuna lemniscus medialis adı verilir. Lemniscus medialis içinde ilerleyen lifler thalamus'un ventral posterolateral çekirdeğindeki 3. nöronlarda sonlanırlar. Bu yola da tr. bulbothalamicus adı verilir. Thalamus'tan cortex'e uzanan lifler ise tr. thalamocorticalis adı altında gyrus postcentralis'te (3., 1. ve 2. alanlarda) sonlanırlar.

Görüldüğü gibi temas duyusu merkeze hem funiculus posterior içinde hem de tr. spinothalamicus anterior içinde iletilmektedir. Bu iki yoldan gidiş nedeniyle medulla spinalis'te canalis centralis civarında kavite teşekkülü ile birlikte giden bir hastalık olan sirengomiyeli'de ağrı ve ısı duyusu kaybolduğu halde dokunma duyusu kaybolmamaktadır. Kavite hemen daima ön boynuzda kadar uzanır. Olay medulla spinalis'in anterolateral kısmındadır, posterior kısım sağlam kalır.

b- Tr. spinothalamicus lateralis: Bu yol ağrı ve ısı duyarını taşır. Ağrı duyusunu taşıyan lifler daha içte, ısı duyusunu taşıyan lifler ise dışta bulunur. Spinal ganglion'daki 1. nöronun santral uzantıları arka köklerin lateralinden medulla spinalis'e girerler. Az miyelinli lifler ısı duyusunu, miyelinsiz lifler ise ağrı duyusunu iletirler. Medulla spinalis'te fasciculus dorsolateralis'te ilerlerler. 1-2 segment yukarı çıkıp arka boynuzdaki sustantia gelentinosadaki hücrelerde sinaps yaparlar (2. nöron). Bu nöronun uzantıları comissura alba anterior'dan karşıya geçerek çapraz yaparlar ve karşı taraf tr. spinothalamicus lateralis içinde yukarıya doğru uzanırlar. Tr. spinothalamicus lateralis bulbus'ta nuc. olivaris'in dorsolateralinde tr. spinothalamicus anterior ile birleş-

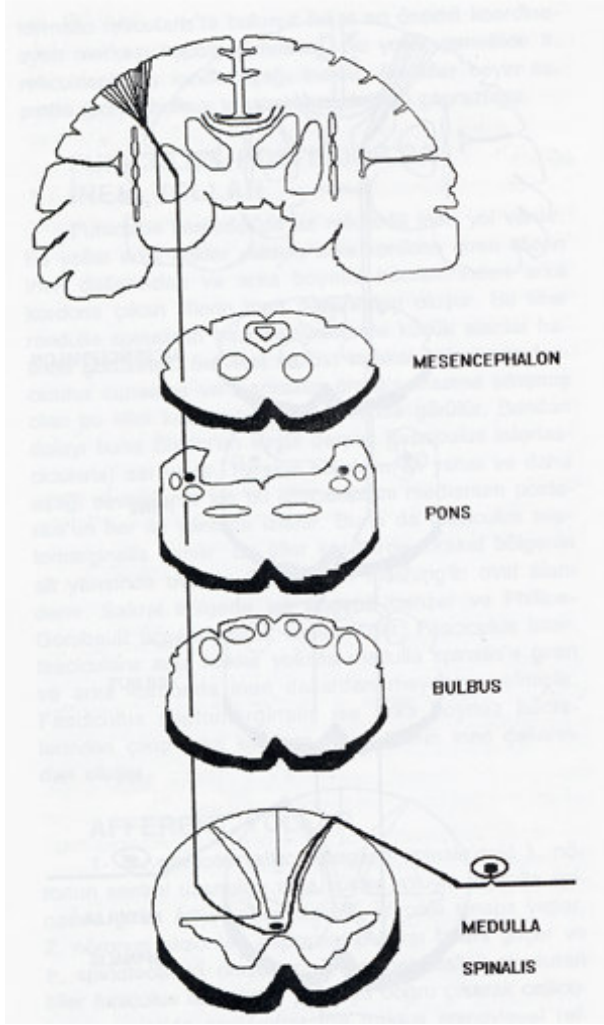


Şekil 2. Tr. spinothalamicus anterior (Temas-basınç duyusu).

rek lemniscus spinalis'i oluşturur. Daha yukarıda lemniscus medialis'e tr. bulbothalamicus da katılır. Sonuçta bu lifler thalamus'un ventral posterolateral çekirdeğindeki 3. nöronlar ile sinaps yaparlar. Buradan çıkan lifler de tr. thalamocorticalis yoluyla parietal kortekste sonlanırlar (Şekil 3).

2- Proprioseptif duyarlar

A) Şuurlu proprioseptif duyarlar: Bu yolun da 1. nöronu ganglion spinale'de bulunur. Bu nöronun periferik uzantıları kas içcikleri, golgi tendon organları, Paccini



Şekil 3. Tr. spinothalamicus lateralis (Ağrı-ısı duyusu).

cisimcikleri ve Meissner cisimcikleri gibi reseptörlerden aldıkları duyuşsal impulsları taşırlar. Santral uzantıları ise arka kökler yoluyla medulla spinalis'e girerek funiculus posterior'da inen ve çıkan iki dala ayrılır. İnen dallar spinal reflekslerle ilgilidir.

Thorakal bölgenin alt yarısı (T6'nın altı) ile lumbal ve sakral bölgelerden gelip medulla spinalis'e arka kordon'dan giren liflerin çıkan dalları iç tarafta seyrederek ve fasciculus gracilis'i oluştururlar. Bu lifler arka kordonda ilerleyerek bulbustaki nuc. gracilis'te bulunan 2. nöronlarla sinaps yaparlar.

Torakal bölgenin üst yarısı (T6'nın üstü) ile servikal bölgeden gelen liflerin çıkan dalları dış tarafta seyrederek ve fasciculus cuneatus'u oluştururlar. Bu lifler de

medulla spinalis'te sinaps yapmadan ilerler ve bulbus'ta bulunan 2. nöronlarla sinaps yaparlar.

Ancak bazı yazarlar vücudun alt yarısından gelen şuurlu proprioseptif duyu liflerinin medulla spinalis gri cevherindeki nuc. thoracicus'taki hücrelerde sinaps yaptıklarını ve buradaki 2. nörondan çıkan liflerin aynı taraf tr. spinocerebellaris posterior'a katılarak bulbus'taki nuc. gracilis'in hemen yanındaki nuc. Z'de sonlandığını ileri sürmektedirler.

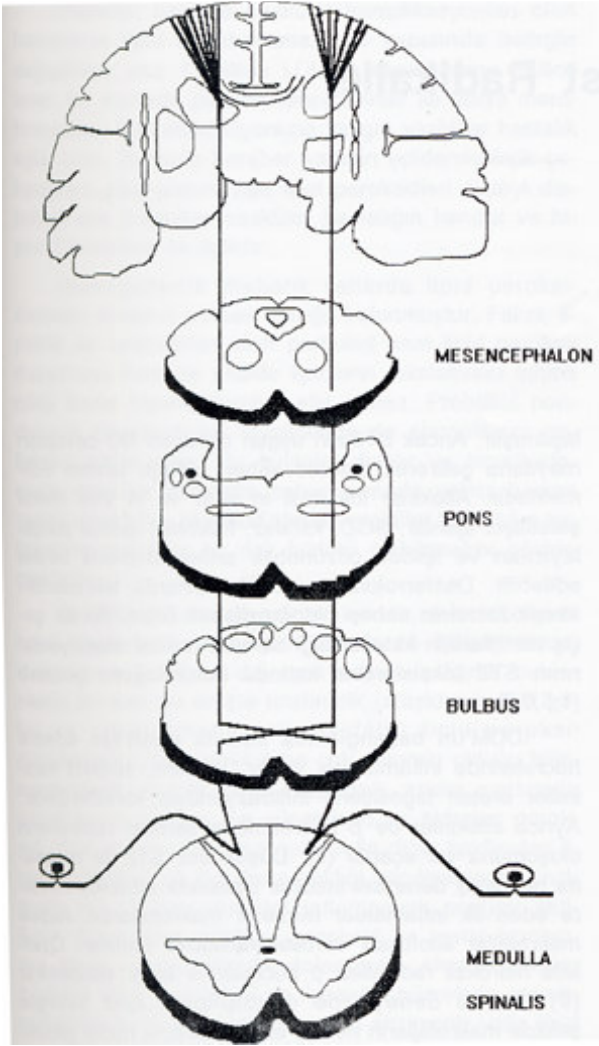
Nuc. gracilis ve nuc. cuneatus'taki 2. nöronlardan çıkan aksonlar epikritik temas duyusunu taşıyan liflerle birlikte fimbria arcuatae interna'yı yaparlar. Bu lifler öne içe doğru ilerlerler ve canalis centralis'in önünde çaprazlaşarak karşıya geçerler. Bu çaprazlaşma decussatio lemniscorum adı verilir. Çaprazlaşan bu lifler orta hattın her iki yanında yukarıya doğru uzanırlar. Çaprazdan sonraki bu iki lif demetine lemniscus medialis adı verilir. Lemniscus medialis'teki lifler yukarıda thalamus'un ventral posterolateral çekirdeğinde sonlanırlar. Buradaki nöronlardan çıkan aksonlar da beyin korteksinin gyrus postcentralis'inde (3,1,2 alanlar) sonlanırlar (Şekil 4).

B) Şuursuz proprioseptif duyuşlar: Şuursuz proprioseptif duyuşları taşıyan iki yol doğrudan medulla spinalis'ten cerebellum'a uzanır. Diğer bir üçüncü yol ise bulbus'a uğradıktan sonra cerebellum'a gider. Bunlar bilinç düzeyine ulaşmadığından şuursuz proprioseptif duyuşlar ismini alırlar. Bu yolların reseptörleri periferdeki kas içcikleri ve golgi tendon organlarıdır.

Tr. spinocerebellaris anterior (Gowers huzmesi): Yolun 1. nöronu ganglion spinale'dedir. Lifler arka kökün medial kısmından girerler ve miyelinden zenginler. Medulla spinalis'e girdikten sonra arka boynuzdaki nucleus thoracicus'ta (Clarke sütunu) sinaps yaparlar (2. nöron). Bu nörondan çıkan aksonların hemen hemen hepsi comissura alba anterior'dan karşıya geçerek çaprazlaşırlar (az bir kısmı çapraz yapmaz). Bulbus ve pons'u geçip pedunculus cerebellaris superior'un üstünden döner ve bu pedunculus ile cerebelluma girer, vermis'te sonlanır.

Tr. spinocerebellaris posterior (Flesching huzmesi): Ganglion spinale'deki nöronların santral uzantıları yine gelip aynı taraf gri cevherin nucleus thoracicusunda sinaps yaparlar. (2. nöron) Bu nörondan çıkan aksonlar aynı taraf beyaz cevherindeki tr. spinocerebellaris posterior'u oluştururlar. Tr. spinocerebellaris posterior'un lifleri çapraz yapmazlar. Aynı tarafta yukarı çıkıp pedunculus cerebellaris inferior yoluyla cerebellum'a girer vermis'te sonlanır.

Tr. cuneocerebellaris: Bilindiği gibi Stilling-Clark sütunu sadece C8-L2(3) medulla spinalis segmentleri arasında yer alır. Bu segmentlerin altında ve üstündeki segmentlerde bu sütun bulunmaz. Bu nedenle L2(3) seviyesinin altından gelen proprioseptif duyuş lifleri bu seviyeye kadar yükselirler ve burada sinaps yaparlar.



Şekil 4. Tr.spinobulbaris (Şuurlu proprioseptif duyu yolları).

C8 seviyesinin üstünden gelen lifler ise nuc. dorsalis'te hiç sinaps yapmazlar. Bu lifler funiculus posterior içinde medulla oblongata'ya kadar yükselirler ve buradaki nuc. cuneatus accessorius'ta sinaps yaparlar. 2. nöron burada bulunur. 2. nöronun aksonları fibrae arcuatae externa posterior'u yaparlar. Bu lifler pedunculus cerebellaris inferior yoluyla cerebellum'a girer ve vermis'te sonlanır.

Bilinçsiz proprioseptif duyunu taşıyan bu üç yol sayesinde cerebellum kasların o anki gerilim durumu hakkında otomatik olarak bilgi sahibi olur.

KAYNAKLAR

1. Arıncı K. Sobotta İnsan Anatomisi Atlası Urban & Schwarzenberg, Müncher, 1. cilt. 3. baskı, 1990.
2. Arıncı K., Elhan A. Merkezi Sinir Sistemi. Murat Kitap ve Yayınevi. 1. Baskı, 1993. p.15-78.
3. Barr ML, Kiernan JA. The Human Nervous System. J. B. Lippincott Company, Philadelphia. 5th ed. 1988;63-83.
4. Carpenter MB. Neuroanatomy. Williams and Wilkins, Baltimore, U.S.A. 3rd ed. 1985;52-95.
5. Çimen A. Anatomi. Uludağ Üniversitesi Basımevi, 3. baskı, 412-27.
6. Dere F., Nöroanatomy ve Fonksiyonel Nöroloji. Okullar Pazarı Kitabevi, Adana, 1990;113-60.
7. Groot J., Correlative Neuroanatomy. Middle east edition, Beirut, Lebanon. 21st ed.1991;27-54.
8. Kuran O. Sistemik Anatomi. Filiz Kitabevi, İstanbul, 1983;592-630.
9. Odar İV. Anatomi Ders Kitabı. Elif Matbaacılık A.Ş., 1. cilt. 12. baskı; 1978. p.299-321.
10. Snell RS. Clinical Neuroanatomy for Medial Students. Little, Brown and Company, Boston/Toronto. 2nd ed. 1987;163-81
11. Williams PL, Warwick R, Dyson M, Bannister LH. Gary's Anatomy. Churchill Livingstone, Edinburg, London, Melbourne. 37th ed. 1989;922-49.