

Duyusal ve Motor Yolların Fonksiyonel Organizasyonu ve İnen–Çıkan Yollar

Derya Demir¹

Mehmet Emirzeoğlu²

Özet

Duyusal uyarıları medula spinalis'ten; beyin sapı, duyu korteksi ya da cerebellum'a taşıyan yollara afferent (çıkan) yollar, motor korteks ve beyin sapından periferik bilgi götüren yollara efferent (inen) yollar denir.

Afferent yollar: fasciculus gracilis, fasciculus cuneatus, tractus spinothalamicus lateralis, tractus spinothalamicus anterior, tractus spinocerebellaris posterior, tractus spinocerebellaris anterior, tractus cuneocerebellaris, tractus spinotectalis, tractus spinoreticularis, tractus spinoolivaris, tractus spinovestibularis, trigeminal yollar.

Efferent yollar: tractus corticospinalis lateralis, tractus corticospinalis anterior, tractus corticospinalis anterolateralis, tractus corticonuclearis, tractus reticulospinalis, tractus tectospinalis, tractus rubrospinalis, tractus vestibulospinalis, tractus olivospinalis.

1. Afferent (Çıkan) Yollar

Duyusal uyarıları medula spinalis'ten; beyin sapı, cortex cerebri ya da cerebellum'a taşıyan yollara afferent (çıkan) yollar denir.

Duyusal uyarılar cortex cerebri'ye 3 nöron aracılığıyla taşınır:

- 1. nöronun hücre gövdesi ganglion spinale'de bulunurken; periferik uzantısı çeşitli reseptörlerden başlar, merkezi uzantısı medula spinalise arka kökten girerek farklı laminalarda bulunan ikinci nöron ile sinaps yapar.

1 Arş. Gör., Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, derya.demir@omu.edu.tr, 0000-0003-4602-2785

2 Prof. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, memirze@omu.edu.tr, 0000-0002-5038-0473

- 2. nöronun aksonu çapraz yaparak karşı tarafa geçer ve üst merkezlerde bulunan üçüncü nöron ile sinaps yapar.
- 3. nöron thalamus'taki nucleus ventralis posterolateralis'te bulunur. 3. nöron aksonları primer duyu korteksine bağlanır. (1,2)

Afferent yollarla ilgili genel kurallar:

- Duyular medulla spinalis'in funiculus anterior, funiculus lateralis veya funiculus posterior'unda taşınırlar.
- Basınç ve hafif dokunma duyuları funiculus anterior'da, ağrı ve ısı duyusu funiculus lateralis'te, şuurlu proprioseptif duyu, vibrasyon ve iki nokta diskriminasyonu (ayrımı) duyusu ise funiculus posterior'da taşınan duylara örnektir.
- Tüm duysal lifler medulla spinalis'e arka kök aracılığıyla girer.
- Duyu primer somatik duyu korteksine gidiyor ise bilinçli (şuurlu) duyu, gitmiyor ise bilinçaltı (şuuraltı) duyu olarak adlandırılır.
- Duyu liflerinin tümü arka kök ganglionundan geçer.
- Tüm duylar 3 nöronla taşınırken, koku duyusu 2 nöronla taşınan tek duyudur.
- Gövdeye ait afferent yolların 1. nöronları ganglion spinale'de, 2. nöronları ise medulla spinalis veya beyin sapında bulunur.
- Çapraz yapan lifler, 2. nöronların uzantılarından oluşur.
- Şuurlu bütün duyların (koku duyusu hariç) üçüncü nöronu thalamus'tadır.
- Çapraz öncesi lezyonlar ipsilateral belirti gösterirken, çapraz sonrası lezyonlar kontralateral belirti gösterirler. (2,3)

Medulla spinalis'e gelen duylar:

- Yüzeysel duylar
- Derin duylar
- Proprioseptif duylar
- Vibrasyon duyusu
- Diskriminatif duylar

Afferent yollar:

1. Fasciculus gracilis

2. Fasciculus cuneatus
3. Tractus spinothalamicus lateralis
4. Tractus spinothalamicus anterior
5. Tractus spinocerebellaris posterior
6. Tractus spinocerebellaris anterior
7. Tractus cuneocerebellaris
8. Tractus spinotectalis
9. Tractus spinoreticularis
10. Tractus spinoolivaris
11. Tractus spinovestibularis
12. Trigeminal yollar

1.1. Fasciculus gracilis

T6 ve altındaki segmentlerden (özellikle alt ekstremiteden) şuurlu proprioseptif duyu, iki nokta diskriminasyonu ve vibrasyon duyusunu taşır. Ganglion spinale'de bulunan 1.nöronun merkezi uzantıları funiculus posterior'da yukarı doğru yükselir. Bulbus'taki tuberculum gracilis'te bulunan nucleus gracilis'te sinaps yaparlar (2. nöron). Buradan çıkan lifler fibrae arcuata interna adını alır ve decussatio lemnisci medialis'te çapraz yaparlar. Çapraz yaptıktan sonra lemniscus medialis adı ile thalamus'a yükselir ve nucleus ventralis posterolateralis'te sinaps yaparlar (3. nöron). Sonra capsula interna'nın crus posterius'undan geçerek Brodmann'ın 3, 1, 2 nolu sahasında sonlanır (4. nöron). (3,6)

Taşıdığı duyu: Vibrasyon, iki nokta diskriminasyonu, şuurlu proprioseptif duyu

1. nöron: Ganglion spinale

2. nöron: Nucleus gracilis

Çapraz: Decussatio lemnisci medialis

3. nöron: Thalamus'ta nucleus ventralis posterolateralis (VPL)

4. nöron: Brodmann'ın 3, 1, 2 nolu sahası

1.2. Fasciculus cuneatus

T6 ve üstündeki segmentlerden (özellikle üst ekstremiteden) şuurlu proprioseptif duyu, iki nokta diskriminasyonu ve vibrasyon duyusunu taşır.

1. nöron ganglion spinale'dedir. Bu ganglionun merkezi uzantıları bulbus'ta bulunan nucleus cuneatus'ta sinaps yaparlar. Buradan çıkan lifler fibrae arcuata interna adını alır ve decussatio lemnisci medialis'te çapraz yaparlar. Çapraz sonrası lemniscus medialis adı ile thalamus'a yükselir ve nucleus ventralis posterolateralis'te sinaps yaparlar (3. nöron). Daha sonra capsula interna'nın crus posterius'undan geçerek Brodmann'ın 3, 1, 2 nolu sahasında sonlanır (4. nöron). (3,8)

Taşıdığı duyu: Vibrasyon, iki nokta diskriminasyonu, şuurlu proprioseptif duyu

1. nöron: Ganglion spinale

2. nöron: Nucleus cuneatus

Çapraz: Decussatio lemnisci medialis

3. nöron: Thalamus'ta nucleus ventralis posterolateralis'te (VPL)

4. nöron: Brodmann'ın 3, 1, 2 nolu sahası

Klinik Bilgi: Fasciculus gracilis ve fasciculus cuneatus lezyonlarında, kas ve eklemlerden gelen bilinçli duyumlar etkileneceğinden dolayı; lezyon seviyesinin altında ipsilateral (aynı taraf) ekstremitelerin pozisyonu ve hareketleri hakkında bilgi sahibi olamama görülür. Kişi uzuvlarının uzaydaki konumunu gözleri kapalı iken belirleyemez.

Bununla birlikte lezyon seviyesinin altında vibrasyon duyusu kaybı vardır. Diapozonun (titreşim çatalı) malleolus lateralis veya processus styloideus radii gibi kemik çıkıntılara temas ettirilmesi ile bu durum test edilebilir.

Ek bir bulgu olarak lezyon tarafında taktıl diskriminasyon duyusu kaybı görülür.

Hafif dokunma duyusu impulsları tractus spinothalamicus anterior ile taşındığı için, bu yaralanmalarda etkilenmemiştir. (4,9,11)

1.3. Tractus spinothalamicus lateralis

Ağrı ve ısı duyusunu taşıyan bu yol medulla spinalis'in funiculus lateralis'inde seyreder. 1. nöron ganglion spinale'dedir. Birinci nöronların merkezi uzantıları medulla spinalis'e radix posterior'dan girer ve girdikleri seviyede lamina I, II, IV, V' teki 2. nöronlar ile sinaps yapar. Buradaki nöronların aksonları commissura alba anterior'da çapraz yaparak tractus spinothalamicus lateralis'i oluşturur. Bu yola ait liflerin büyük çoğunluğu nucleus ventralis posterolateralis'te bulunan üçüncü nöronlar ile sinaps yapar. Bu nöronların aksonları capsula interna'nın

crus posterius'undan geçerek Brodmann'ın 3, 1, 2 nolu sahasında sonlanır. (1-3)

Taşıdığı duyu: Ağrı, ısı

1. nöron: Ganglion spinale

2. nöron: Lamina I, II, IV, V'teki nucleus'lar

Çapraz: Commissura alba anterior

3. nöron: Thalamus'ta nucleus ventralis posterolateralis (VPL)

4. nöron: Brodmann'ın 3, 1, 2 nolu sahası

Klinik Bilgi: Tractus spinothalamicus lateralis hasarlanmaları, lezyon seviyesinin altında ve karşı tarafta ısı ve ağrı duyusunun kaybına neden olur. Kişi, cilt yüzeyine temas eden nesnelerin sıcak-soğuk hissini anlayamaz veya iğne batırılmasına tepki gösteremez. (4,7)

1.4. Tractus spinothalamicus anterior

Hafif dokunma, kaşınma, gıdıklanma duyularını taşıyan bu yol; medulla spinalis'in funiculus anterior'unda seyreder. 1. nöron ganglion spinale'dedir. Birinci nöronların merkezi uzantıları lamina I, IV, V' te bulunan 2. nöronlar ile sinaps yapar. Buradaki nöronların aksonları commissura alba anterior'da çapraz yaparak tractus spinothalamicus anterior'u oluşturur. Bu yola ait liflerin büyük çoğunluğu nucleus ventralis posterolateralis'te bulunan üçüncü nöronlar ile sinaps yapar. Bu nöronların aksonları capsula interna'nın crus posterius'undan ve corona radiata'dan geçerek Brodmann'ın 3, 1, 2 nolu sahasında sonlanır. (1-3)

Taşıdığı duyu: Hafif dokunma, kaşınma, gıdıklanma

1. nöron: Ganglion spinale

2. nöron: Lamina I, IV, V'teki nucleus'lar

Çapraz: Commissura alba anterior

3. nöron: Thalamus'ta nucleus ventralis posterolateralis (VPL)

4. nöron: Brodmann'ın 3, 1, 2 nolu sahası

Klinik Bilgi: Tractus spinothalamicus anterior hasarlanmalarında, lezyon seviyesinin altında, vücudun karşı tarafında, basınç ve hassas dokunma duyusunun kaybı ortaya çıkar. Diskriminatif duyu fasciculus cuneatus ve fasciculus gracilis yoluyla taşındığı için bu yaralanmalarda etkilenmez. (4,11)

1.5. Tractus spinocerebellaris posterior

Flechsig demeti olarak adlandırılan bu yol; funiculus lateralis'te seyreder. Gövde ve alt ekstremiteden gelen şuurlu proprioseptif duyuları cerebellum'a taşır. 1. nöron ganglion spinale'de, 2. nöron nucleus thoracicus posterior'da bulunur. Buradan başlayan lifler vermis cerebelli'deki 3. nöronlarda sonlanır. (1,2,5)

Taşıdığı duyu: Şuurlu proprioseptif duyu

1. nöron: Ganglion spinale

2. nöron: Nucleus thoracicus posterior (Clarke nükleusu)

3. nöron: Vermis cerebelli

1.6. Tractus spinocerebellaris anterior

Gowers demeti olarak adlandırılan bu yol; funiculus lateralis'te seyreder. Gövde ve alt ekstremiteden gelen şuurlu proprioseptif duyuları cerebellum'a taşır. 1. nöron ganglion spinale'de, 2. nöron nucleus thoracicus posterior'da bulunur. Buradan başlayan lifler ilk olarak commissura alba anterior 'da sinaps yapar. Daha sonra tekrar çapraz yaparak vermis cerebelli'deki 3. nöronlarda sonlanır. (2,12)

Taşıdığı duyu: Şuurlu proprioseptif duyu

1. nöron: Ganglion spinale

2. nöron: Nucleus thoracicus posterior (Clarke nükleusu)

Çapraz: Commissura alba anterior

Decussatio pedunculorum cerebellarium superiorum

3. nöron: Vermis cerebelli

1.7. Tractus cuneocerebellaris

Üst ekstremit ve boyun bölgesinden gelen şuurlu proprioseptif duyuyu cortex cerebelli' ye taşıyan bu yol tractus spinocuneocerebellaris olarak da isimlendirilir. (2,14)

Taşıdığı duyu: Şuurlu proprioseptif duyu

1. nöron: Ganglion spinale

2. nöron: Nucleus cuneatus accessorius

3. nöron: Cortex cerebelli

1.8. Tractus spinotectalis

Tractus spinothalamicus lateralis'in ön tarafında funiculus lateralis'te seyreder.

Bu yolun 1. ve 2. nöronları tractus spinothalamicus lateralis ile aynıdır. 2. nörondan sonra lifler çapraz yaparak karşıya geçer ve colliculus superior'da sonlanır. Spinovisual refleksiyle ilgili olduğu düşünülmektedir. (1,2)

Taşıdığı duyu: Nosiseptif duyumlar

1. nöron: Ganglion spinale

2. nöron: Lamina I, II, IV, V'teki nucleus'lar

Çapraz: Commissura alba anterior

3. nöron: Colliculus superior

1.9. Tractus spinoreticularis

Medulla spinalis'in her segmentinde görülen bir tractus'tur. Funiculus anterolateralis'te seyreden bu yol çapraz yapmaz. Beyin sapında bulunan nucleus reticularis'lerde sonlanır. Uyku ve uyanıklık mekanizması üzerinde etkilidir. (1-3)

Taşıdığı duyu: Nosiseptif duyumlar

1. nöron: Ganglion spinale

2. nöron: Lamina V, VII, VIII'deki nucleus'lar

3. nöron: Formatio reticularis

1.10. Tractus spinoolivaris (Helweg tractusu)

Medulla spinalis'in çeşitli seviyelerinden gelen şuurlu proprioseptif duymu, bulbus'ta yer alan oliva içerisindeki çekirdekler aracılığıyla cerebellum'a iletir. (3,9)

Taşıdığı duyu: Şuurlu proprioception

1. nöron: Ganglion spinale

2. nöron: Lamina IV, V, VI, VII'deki nucleus'lar

Çapraz: Commissura alba anterior

3. nöron: Nucleus olivaris inferior

1.11. Tractus spinovestibularis

Kas tonusu ile ilgili olduğu düşünülen bu yol medulla spinalis'in alt lumbal segmentlerinden başlar. Çapraz yapmadan yukarı ilerleyerek nucleus vestibularis medialis ve nucleus vestibularis lateralis'te sonlanır. (2,3)

1.12. Trigeminal yollar

Yüzün ön bölümü ve baştan gelen ağrı, ısı, dokunma ve şuurlu proprioseptif duyularının taşıdığı yoldur.

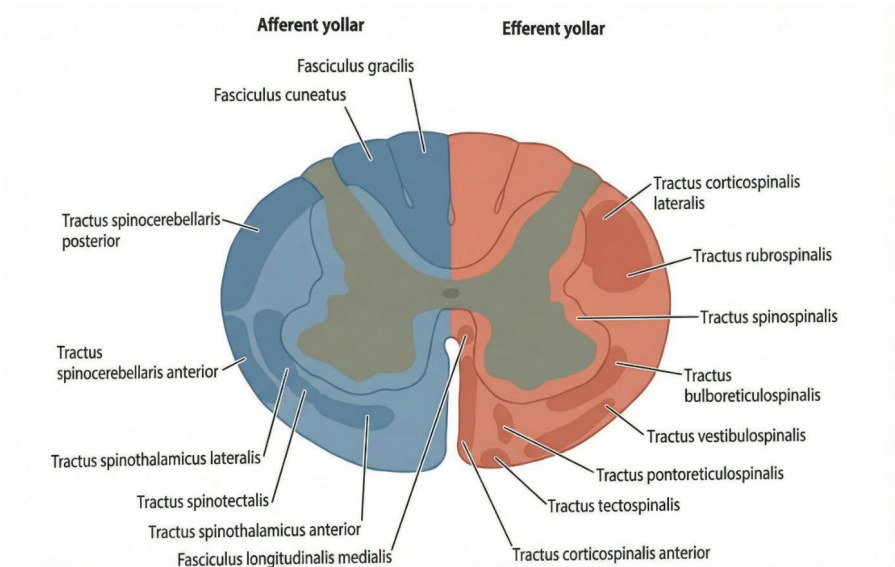
1. nöron: Ağrı ve ısı duyularının 1. nöronu ganglion trigeminale'de bulunurken şuurlu proprioseptif duyunun 1. nöronu nucleus mesencephalicus nervi trigemini'de bulunur.

2. nöron: Ağrı ve ısı duyularının 2. nöronu nucleus spinalis nervi trigemini'de bulunurken dokunma ve basınç duyusunun 2. nöronu nucleus principalis nervi trigemini'de bulunur.

Çapraz: Bu çekirdeklerden çıkan 2. nöronların santral uzantıları çapraz yaparak lemniscus trigeminalis adı verilen yolu oluşturur.

3. nöron: Bu lifler thalamus'taki nucleus ventralis posteromedialis'te bulunan 3. nöronlar ile sinaps yapar.

4. nöron: 3.nöronların aksonları capsula interna'nın crus posterius'undan geçerek Brodmann'ın 3, 1, 2 nolu sahasında sonlanır. (2,10)



Şekil 1.1 Medulla spinalis'in önemli afferent ve efferent yollarının şematik gösterimi

2. Efferent (İnen) Yollar

Cortex cerebri, cerebellum ve beyin sapındaki çeşitli nöronlardan başlayarak periferdeki nöronlara ulaşan liflere efferent yollar denir. Efferent yolların ilk nöronlarına **üst motor nöron** adı verilir. Üst motor nörona ait aksonlar crus cerebri'deki cranial sinir motor nucleus'larında ya da medulla spinalis'te bulunan ara nöronlar ile ön boynuz nöronlarında sinaps yapar. Medulla spinalis ve beyin sapında bulunan bu nöronlara **alt motor nöron** denir.

Efferent yollar, visseral fonksiyonlar, somatik motor ve segmental refleksler ile ilgilidir.

Tractus corticospinalis ve tractus rubrospinalis ekstremitelerin distal kas gruplarının hareketleri ile ilgili iken diğer yollar gövde kasları ve ekstremitelerin proksimal kas gruplarının hareketleri ile ilgilidir. (6)

Omuriliğin inen yolları; kas tonusu, hareketlerin koordinasyonu ve postürden sorumludurlar. (7,13)

Efferent yollarla ilgili genel kurallar:

- Cortex cerebri'den çıkan uyarılar 2 veya 3 nöron ile kaslara ulaşır.
- Çapraz öncesi lezyonda kontralateral paralizi görülürken, çapraz sonrası lezyonda ipsilateral kaslarda paralizi görülür.
- Cortex cerebri'den başlayan yollara **piramidal yollar**, diğer merkezlerden başlayanlara ise **ekstrapiramidal yollar** denir.
- İnen yollara ait internöronlar, medulla spinalis'in cornu anterius'unun VIII. lamina'sında bulunur. (1-4)

Efferent yollar:

1. Tractus corticospinalis
Tractus corticospinalis lateralis
Tractus corticospinalis anterior
Tractus corticospinalis anterolateralis
2. Tractus corticonuclearis
3. Tractus reticulospinalis
4. Tractus tectospinalis
5. Tractus rubrospinalis
6. Tractus vestibulospinalis

7. Tractus olivospinalis

2.1. Tractus corticospinalis

Efferent yolların en büyüğüdür. Bu yol bulbus'un ön yüzündeki pyramis bulbi denilen kabartıları oluşturur. Bu nedenle bu yolun diğer adı tractus pyramidalis'tir. Bu yoldaki nöronlar üst motor nöron olarak adlandırılır. (3)

Tractus corticospinalis, motor korteksteki Brodmann'ın 4, 6 ve 8 nolu sahalarından başlar ve motor aktivite ile ilgilidir.

Tr. corticospinalis'in ara nöron kullanmaksızın, ön boynuz motor nöronlarla bağlantı kuran kısımları distal ekstremité kaslarına impuls götürürken; ara nöronlar ile bağlantı sağlayan kısımları gövde ve proksimal ekstremité kaslarına impuls götürür. (8)

Motor korteksten başlayan lifler sırasıyla;

- Cortex cerebri
- Corona radiata
- Capsula interna'nın crus posterior'u
- Mesencephalon'da crus cerebri
- Pons'un pars basillaris'i
- Bulbus'taki pyramis bulbi'de ilerler.
- % 90'ı decussatio pyramidorum'da çapraz yapar.
- Çapraz sonrası medulla spinalis'in funiculus lateralis'inde ilerleyerek
- Cornu anterius'ta bulunan motor nöronlarda sonlanır.

Tractus corticospinalis lateralis

Motor korteksten başlayan lifler sırasıyla; cortex cerebri, corona radiata, capsula interna'nın crus posterior'u, mesencephalon'da crus cerebri, pons'un pars basillaris'i, bulbus'taki pyramis bulbi'de ilerler. Bu liflerin % 90'ı decussatio pyramidorum'da çapraz yaparak karşıya geçer. Medulla spinalis'in funiculus lateralis'inde aşağıya doğru ilerleyen bu lifler tractus corticospinalis lateralis adını alır.

Tractus corticospinalis lateralis istemli hareketlerin kontrolünden sorumludur. (2)

Tractus corticospinalis anterior

Tractus corticospinalis liflerinin % 8'i çapraz yapmadan funiculus anterior'da tractus corticospinalis anterior olarak uzanır. Bu lifler commissura alba anterior'da çapraz yaparak lamina IX'da bulunan alt motor nöronlar ile sinaps yapar.

Bu yol medulla spinalis'in alt seviyelerinde bulunmaz. Servikal ve üst torakal segmentlerinde bulunur. (1-3)

Tractus corticospinalis anterolateralis

Çapraz yapmayan tractus corticospinalis liflerinin % 2'si funiculus lateralis'te seyreder ve alt motor nöronlarda sonlanır. Bu yola tractus corticospinalis intermedius (Barns traktusu) da denir. (1,3)

Tractus corticospinalis lezyonunda ortaya çıkan belirtiler (üst motor nöron felci)

- Ekstremitelerin distalinde belirgin olan istemli hareket kaybı (paralizi) ya da azalması (parezi) görülür.
- Derin tendon reflekslerinde artış görülür.
- Babinski belirtisi pozitiftir.
- Yüzeyel karın refleksleri ve cremaster refleksi kaybı görülür. (1,4)

2.2. Tractus corticonuclearis

Cerebral cortex ile kranial sinir motor çekirdekleri arasındaki bağlantıyı sağlayan bu yola tractus corticopontinus veya tractus corticobulbaris de denir. Brodmann'ın 4, 6 ve 8 nolu sahalarından başlar. Tractus corticospinalis içerisinde ilerleyerek capsula interna'nın genu bölümünden ve crus cerebri'den geçerek beyin sapındaki kranial sinir motor çekirdeklerinde sonlanır.

Tractus corticonuclearis; baş, boyun, yüz ve pharynx kaslarının istemli hareketlerinden sorumludur. Konuşma, yüz ifadeleri, çiğneme, yutma gibi fonksiyonlar bu yol aracılığıyla düzenlenir. (1,2)

2.3. Tractus reticulospinalis

Pons ve bulbus'ta bulunan retiküler formasyon çekirdeklerinden başlayan bu yol dengenin kontrolü ve postürün düzenlenmesinde önemli rol oynar. (1). Gövde ve ekstremiteler kaslarını innerve eden motor nöronlarda aktivasyon veya inhibisyon sağlar. Tractus pontoreticulospinalis ve tractus bulboreticulospinalis olarak iki yoldan oluşur. (2,4)

Tractus pontoreticulospinalis

Pons'ta bulunan nucleus reticularis pontis caudalis ve nucleus reticularis pontis rostralis'ten başlar. Funiculus anterior'da seyreder. (2)

1. nöron: Pons, formatio reticularis

Ara nöron: Lamina VII, VIII

2. nöron: Cornu anterius

Tractus bulboreticulospinalis

Bulbus'ta bulunan nucleus reticularis lateralis ve nucleus reticularis gigantocellularis'ten başlar. Funiculus lateralis'te seyreder. (2)

1. nöron: Bulbus formatio reticularis

Çapraz: Var

Ara nöron: Lamina VI, IX

2. nöron: Cornu anterius

2.4. Tractus tectospinalis

Mesencephalon'da bulunan colliculus superior'dan başlayarak decussatio tegmentalis dorsalis'te çapraz yaptıktan sonra servikal segmentlerde funiculus anterior boyunca seyreder. Tractus tectospinalis görmeye bağlı baş ve boyun refleks hareketleri ile ilgilidir. (3)

1. nöron: Colliculus superior

Çapraz: Decussatio tegmentalis posterior

Ara nöron: Lamina VII, VIII

2. nöron: Cornu anterius (servikal segment)

2.5. Tractus rubrospinalis

Mesencephalon'daki nucleus ruber'den başlayan bu yol fleksör kas tonusu kontrolünde görev alır. Tractus corticospinalis lateralis'in önündedir. (2,3)

1. nöron: Nucleus ruber

Çapraz: Decussatio tegmentalis

Ara nöron: Lamina V-VII

2. nöron: Cornu anterius

2.6. Tractus vestibulospinalis

Funiculus anterior'dadır. Başlangıç yeri nucleus vestibularis lateralis'tir. Ekstansör kas tonusu kontrolünde görev alır. (2)

1. nöron: Nuclei vestibulares

Ara nöron: Lamina VII-VIII

2. nöron: Cornu anterius (servikal ve lumbosakral segment)

2.7. Tractus olivospinalis

Helweg demeti olarak da bilinen bu tractus, nucleus olivaris inferior'dan başlar, çapraz yaptıktan sonra medulla spinalis'in funiculus lateralis'inde seyrederek servikal segmentlerin cornu anterius'unda sonlanır. Fonksiyonu tam olarak bilinmeyen bu traktusun, baş ve boyun hareketlerinde rol oynadığı düşünülmektedir. (2)

1. nöron: Nucleus olivaris inferior

Çapraz: Var

Sonlanma: Cornu anterius (Servikal segment)

Ekstrapiramidal yolların lezyonunda ortaya çıkan belirtiler:

- Kas atrofisinin çok az olduğu veya olmadığı ağır paralizi gözlemlenir.
- Kasların spastisite veya hipertonisitesi; üst ekstremitenin sürekli fleksiyon, alt ekstremitenin ise sürekli ekstansiyonda olması durumudur.
- Derin kas reflekslerinde artış ve klonus; bacak arka grup kasları, quadriceps femoris kasında ve parmak fleksör kaslarında gözlemlenir.
- Çakı belirtisi; pasif hareket ettirilen eklem, kasların spastisitesi nedeniyle direnç oluşturmaktadır. (4,15)

Kaynakça

1. Ozan H. Anatomi. 3. Baskı. Ankara: Klinisyen Tıp Kitabevleri; 2014.
2. Şahin B, editör. Temel İnsan Anatomisi: Nöroanatomi ve Özel Duyu Organları. 3. cilt. Ankara: WOPPHO (World Physicians Publishing House); 2025.
3. Arifoğlu Y. Her Yönüyle Anatomi. İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevi; 2016.
4. Snell RS. Klinik Nöroanatomi. 8. Baskı. Ankara: Nobel Tıp Kitabevleri; 2020.
5. Gould DJ, Fix JD. BRS Nöroanatomi. 4. Baskı. İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevleri; 2018.
6. Taner D, editör. Fonksiyonel Nöroanatomi. 1st ed. Ankara: ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim AŞ – METU; 1998.
7. Erzurumlu R, Şengül G, Ulupınar E. Nöroanatomi. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri; 2019.
8. Arıncı K, Elhan A. Anatomi. Cilt 2. 4. baskı. Ankara: Güneş Kitabevi; 2006.
9. Marieb EN, Wilhelm PB, Mallatt J. Human Anatomy. 6th ed. Media update. San Francisco: Pearson Benjamin Cummings; 2012.
10. Yıldırım M. Resimli Sistematiik Anatomi. 1. baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2013.
11. Standring S, editor. Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice. 41st ed. London: Elsevier; 2016.
12. Alkoç OA. Medulla spinalis'deki afferent yollar ve ilgili lezyonlar. Sağlık & Bilim Güncel Tıp–IV. 2023;67.
13. Yıldırım EB. Medulla spinalis inen ve çıkan. Sağlık & Bilim Anatomi–I. 2024;37.
14. Wang LH, Ding WQ, Sun YG. Spinal ascending pathways for somatosensory information processing. Trends Neurosci. 2022;45(8):594-607.
15. Kuypers HG. The descending pathways to the spinal cord, their anatomy and function. Prog Brain Res. 1964;11:178-202.