

Serebellum Flokkulonodüler Sistemin Mikrocerrahi Anatomisi: Kadavra Çalışması

Microsurgical Anatomy of the Cerebellum Flocculonodular System: Cadaveric Study

Baran BOZKURT^a, Musa ÇIRAK^b

^aAcıbadem Maslak Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, İstanbul, TÜRKİYE

^bBakırköy Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, İstanbul, TÜRKİYE

ÖZET Amaç: Vestibüloserebellum olarak da isimlendirilen flokkulonodüler lobun serebellumun özellikle inferior serebellar pedinkül ile olan bağlantısını incelemektir. **Gereç ve Yöntemler:** Beş adet post-mortem insan kadavra kafası incelendi. Kafaların serebellumu kafatasından çıkarıldı ve ameliyat mikroskobu altında diseksiyon edildi. Flokkulonodüler sistemin, özellikle inferior serebellar pedinkül ile olan bağlantısını ve bu bağlantının özellikleri ve fonksiyonel dağılımı değerlendirildi. **Bulgular:** Lateral reses ve flokülüsün hemen anteriorunda, mikrodiseksiyon yöntemi ile inferior serebellar pedinkül ile nodül ve piramit arasında uzanan flokkulonodüler bağlantı ortaya kondu. Flokkulonodüler bağlantının ortalama kalınlığı 0,48 mm (dağılım 0,35-0,7 mm) ve ortalama uzunluğu 5,8 mm (dağılım 5,2-7,2 mm) bulundu. Diseksiyonlarda herhangi bir varyasyon gözlenmedi. **Sonuç:** Meduller bölge orta hat ve 4. ventrikül tabanına yaklaşımlarda tarif edilen güvenli giriş yollarının yanı sıra bu bölgeye yapılan cerrahi yaklaşımlarda flokkulonodüler sistem de mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Vestibüloserebellum; flokkulonodüler sistem; kadavra çalışması; anatomi

ABSTRACT Objective: To investigate the connection of the flocculonodular lobe (vestibulocerebellum) to the cerebellum, especially the inferior cerebellar peduncle. **Material and Methods:** Five post-mortem human cadaver heads were examined. The cerebellum of the heads was removed from the skull and dissected under the operating microscope. The connection of the flocculonodular system with the inferior cerebellar peduncle, and the characteristics and functional distribution of the flocculonodular system were evaluated. **Results:** The flocculonodular connection between the inferior cerebellar peduncle and the nodule and pyramid was revealed by microdissection method in the anterior of the lateral recess and flocculum. The mean thickness of the flocculonodular connection was 0.48 mm (range 0.35-0.7 mm) and the average length was 5.8 mm (range 5.2-7.2 mm). No variation was observed in dissections. **Conclusion:** In addition to the safe access routes described in the approaches to the medullar region midline and floor of 4th ventricle, the flocculonodular system also needs to be considered.

Keywords: Vestibulocerebellum; flocculonodular system; cadaveric study; anatomy

Serebellum denge; duruş, motor aktivite ve konuşma gibi istemli hareketlerin genel koordinasyonunu sağlayarak, dengeli bir kas aktivitesi ortaya çıkarır. Bütün bu koordinasyonu ise motor korteksten, omurilikten, beyin sapından ve duysal sistemlerden bilgi olarak düzenler. Serebellumu anatomik, filogenetik ve fonksiyonel bulgulara göre bölmek için yapılan çalışmalarda çeşitli sınıflandırmalar rapor

edilmiştir.¹ Özellikle fonksiyonel olarak sınıflandırma serebellar afferentlerin ve efferentlerin sonlanma bölgelerine göre yapılmıştır.² Son yıllarda histolojik, fonksiyonel ve anatomik çalışmaların sayısının artması ile serebellumun anatomo-fonksiyonel parseasyonunda ciddi ilerleme kaydedilmiştir. Flokkulonodüler sistem ile ilgili literatürde fonksiyonel olarak çok sayıda çalışma olmasına rağmen, bu sistemin ana-

Correspondence: Musa ÇIRAK

Bakırköy Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, İstanbul, TÜRKİYE

E-mail: musacirak@hotmail.com



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences.

Received: 13 Jan 2020 **Accepted:** 22 Jan 2020 **Available online:** 27 Jan 2020

2146-9040 / Copyright © 2020 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

tomik özellikleri ve bağlantıları üzerine net bir çalışma yer almamaktadır. Biz bu çalışmamızda, fonksiyonel özelliği ön plana çıkan serebellumun flokkulonodüler sisteminin anatomik bağlantılarını göstermek istedik.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

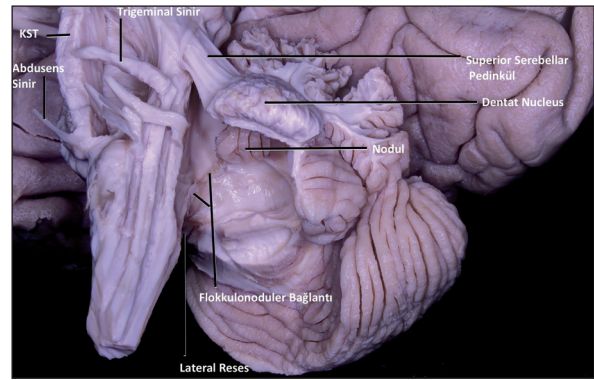
Bu çalışma, Virginia Üniversitesi (UVA) Skullbase Laboratuvarı'nda yapıldı. Çalışma, anatomik kadavra çalışması olduğundan etik kurul onayı alınmamıştır. Çalışma Helsinki Deklarasyonu Prensipleri'ne uygun olarak yapılmıştır. İki ay süre ile %10'luk Formalin solüsyonunda bekletilerek fiksasyonu yapılmış ve silikon enjekte edilmiş 5 adet postmortem insan kadavra kafası incelendi. Kafaların serebellumu beyin sapı ile birlikte kafatasından diseksiyon tekniklerine uygun bir şekilde çıkarıldı. Araknoid ve yüzeysel vasküler yapılar ayrıldıktan sonra, %5 alkol solüsyonunda 1 hafta bekletildi. Daha sonra diseksiyon aşamasına geçildi. Zeiss cerrahi ameliyat mikroskobu altında x6 ve x40 büyütmede diseksiyonlar yapıldı. Diseksiyonlar uçları 1-3 mm arasında değişen mikropensetler, mikromakas, mikrohook, bistüri ve disektörlerden oluşan mikrocerrahi set kullanılarak fiber diseksiyon tekniği ile gerçekleştirildi. Diseksiyonlar arası serebellum dokusu %70 alkol solüsyonu içinde ve oda sıcaklığında muhafaza edildi. Diseksiyonun tüm aşamaları fotoğraf makinesi kullanılarak görüntülendi. Flokkulonodüler bağlantı ortaya konulduktan sonra kalınlığı ve uzunluğu ölçüldü. Flokkulonodüler sistemin, özellikle inferior serebellar pedinkül ile olan bağlantısı, bu bağlantının özellikleri ve fonksiyonel dağılımı değerlendirildi.

BULGULAR

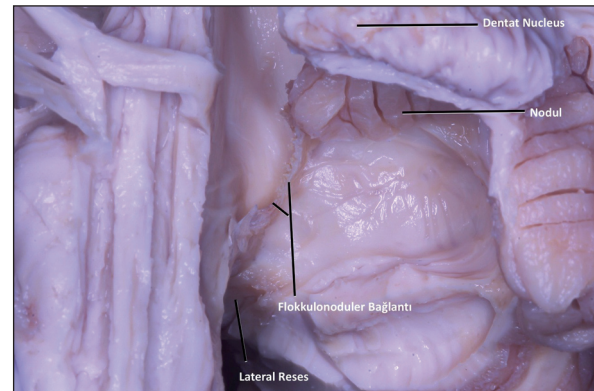
Lateral reses ve flokülüsün hemen anteriorunda, mikrodiseksiyon yöntemi ile inferior serebellar pedinkül ile nodül ve piramit arasında uzanan flokkulonodüler bağlantı ortaya kondu. Flokkulonodüler bağlantının komşu anatomik yapılarla ilişkisi incelendi. Flokkulonodüler bağlantının ortalama kalınlığı 0,48 mm (dağılım 0,35-0,7 mm) ve ortalama uzunluğu 5,8 mm (dağılım 5,2-7,2 mm) bulundu (Tablo 1). Diseksiyonlarda herhangi bir varyasyon gözlenmedi (Resim 1, Resim 2).

TABLO 1: Flokkulonodüler bağlantının diseksiyon sonrası ölçümleri.

Diseke edilen Kadavralar	Flokkulonodüler kalınlığı	Flokkulonodüler bağlantının uzunluğu
Kadavra 1	0,35 mm	6,00 mm
Kadavra 2	0,40 mm	5,30 mm
Kadavra 3	0,70 mm	5,30 mm
Kadavra 4	0,55 mm	5,20 mm
Kadavra 5	0,40 mm	7,20 mm
Ortalama	0,48 mm	5,8 mm



RESİM 1: Beyin sapı ve serebellum lateralden görünüm. Lateralinden mediale diseksiyon yapılmış, flokkulonodüler bağlantıyı göstermektedir.



RESİM 2: Beyin sapı ve serebellum lateralden görünüm büyük büyütme. Flokkulonodüler bağlantı.

TARTIŞMA

Serebellum beyin sapına 3 adet pedinkül ile bağlanır. Serebellar pedinküller olarak bilinen bu 3 bağlantı yolu; medulla ve spinal kordla bağlantıyı sağlayan inferior serebellar pedinkül, pons ile bağlantıyı sağla-

yan orta serebellar pedinkül ve talamusla bağlantıyı sağlayan superior serebellar pedinküldür.³ Inferior serebellar pedinkül, büyük kısmı restiform gövdeden ve daha küçük bir kısmı da juxtarestiform gövdeden oluşur. Restiform gövde, medulla rostralının dorso-lateral cepesinde obeks seviyesine kadar olan geniş sırt bölgesidir. Bu demet, esas olarak omurilikte veya medullada ortaya çıkan lifleri içerir. Juxtarestiform gövdesi 4. ventrikülün duvarında bulunur.⁴ Bu demet temel olarak serebellum ve vestibüler yapılar arasında karşılıklı bağlantılar oluşturan liflerden oluşur. Posterior 4. ventrikül tabanına baktığımızda, dentat tüberkülün hemen altında yer alan inferior medulla velum, lateralde flokkulus ile medialde nodül arasındaki bağlantıyı sağlar ve flokkulonodüler sistemi oluşturur.

Flokkulonodüler lob ve bitişik vermal lobül IX (paraflokkulus) kısımları, ipsilateral vestibüler gangliyonlardan (primer vestibuloserebellar lifler) ve vestibüler çekirdeklerden (primer vestibuloserebellar lifler) afferentler alır.² Bu nedenle, bu kortikal bölgelere genel olarak vestibuloserebellum denir. Bu bölüm, filogenetik olarak serebellumun en eski kısmı olduğundan, vestibuloserebellum bazen archicerebellum olarak adlandırılır. Ancak bu terim nadiren kullanılır.

Vestibuloserebellar lifler, flokkulonodüler kortekse ve fastigial çekirdeğe, juxtarestiform gövde yoluyla erişir ve hareketler sırasında gözlerin yönlendirilmesinde yararlı olan bilgilerin yanı sıra, uzayda kafa ve vücudun konumu ile ilgili bilgileri iletir.

Flokkulonodüler lob veya nodulus ve fastigial nükleus gibi orta hat yapılarına zarar verilmesi, sabit bir sallanma yürüyüşü (trunkal ataksi) ile sonuçlanacaktır. Bu dengesizlik, alt ekstremitelerin abartılı hareketleri ve yanlara, öne veya geriye doğru düşme eğilimi olarak da kendini gösterir.^{5,6} Aynı zamanda, nistagmus sık gözlenir ve göz takibinde bozukluklar da görülebilir. Anatomik diseksiyonlarımıza baktığımızda, inferior serebellar pedinkülün juxtarestiform kısmı ile ilişkili olan flokkulonodüler bağlantının bu fonksiyonlarla bağlantılı olabileceği düşünülmektedir (Resim 1, Resim 2). Tüm bunlar düşünüldüğünde, flokkulonodüler sistemin göz ve baş hareketleri ile il-

gili bağlantılar taşıdığı ve hasar görmesi, görsel izleme ve okülomotor kontrol, göz ve kafa kontrolü için vestibüler bilgilerin entegrasyonu ve denge için ekselel kasların kontrolünde birden fazla klinik sorunla sonuçlanabilir. Bu sistem ayrıca, dengenin korunması ve kas tonusunun korunmasında da rol oynar.^{7,8} Flokkulonodüler sistemin en yaygın hasar nedeni, çocukluk çağında sık görülen medulloblastomdur.⁹ Bu bölge cerrahisinde planlama yaparken, bu sistemin cerrahi sırasında zarar görmesi hâlinde beklenen klinik sonuçların göz önünde bulundurulması ve anatomisine iyi hâkim olunması gerekmektedir.

Dorsal medulla yüzeyi için 3 dorsal yüzey sulkusu güvenli giriş bölgesi olarak önerilmiştir. Bunlar; obeksin altında orta hatta bulunan posterior median sulkus, gracile tüberkül ile cuneate tüberkül arasında seyreden posterior intermediale sulkus ve cuneate tüberkülün lateral kenarı boyunca uzanan posterior lateral sulkustur.¹⁰ Anatomik diseksiyonlarımızda flokkulonodüler sistem, inferior serebellar pedinküle restiform gövdeden ziyade juxtarestiform gövde ile bağlanır. Juxtarestiform gövde, restiform gövdeye göre daha medialde olup, 4. ventrikül tabanı ve orta hat girişimlerinde ataksi ve nistagmus gibi vestibuloserebellar bulgularının, flokkulonodüler sistemin inferior serebellar pedinkül ile olan bu bağlantısının zedelenmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Beyin sapı lezyonlarına yaklaşımlarda kullanılan güvenli giriş bölgelerine baktığımızda ise posterior medulla yüzey ve 4. ventrikül tabanında obeks üstünden ve infrafasiyal kollikular alandan giriş yapılan yaklaşımlarda vestibuloserebellar sistemin yaralanma riski yüksek olmasına rağmen, daha lateralden giriş yapılan alanlarda daha çok inferior serebellar pedinkülün medulla ve spinal kordla ilişkili yapıları etkilenebilir ve motor bulgular daha ön planda olabilir.

SONUÇ

Medulla bölge orta hat ve 4. ventrikül tabanına yaklaşımlarda tarif edilen güvenli giriş yollarının yanı sıra, bu bölgeye yapılan cerrahi girişimlerde flokkulonodüler sistemde mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi

bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: Musa Çırak, Baran Bozkurt; **Tasarım:** Musa Çırak; **Denetleme/Danışmanlık:** Baran Bozkurt, Musa Çırak; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Musa Çırak, Baran Bozkurt; **Analiz ve/veya Yorum:** Baran Bozkurt, Musa Çırak; **Kaynak Taraması:** Baran Bozkurt, Musa Çırak; **Makalenin Yazımı:** Baran Bozkurt; **Eleştirel İnceleme:** Musa Çırak; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Musa Çırak, Baran Bozkurt; **Malzemeler:** Musa Çırak, Baran Bozkurt.

KAYNAKLAR

- Voogd J, Glickstein M. The anatomy of the cerebellum. Trends Cogn Sci. 1998;2(9):307-13. [Crossref] [PubMed]
- Timmann D, Diener HC. Coordination and ataxia. Textbook of Clinical Neurology. 1st ed. Philadelphia: WB Saunders; 2007. p.307-25. [Crossref]
- Yagmurlu K, Rhoton AL Jr, Tanriover N, Bennett JA. Three-dimensional microsurgical anatomy and the safe entry zones of the brainstem. Neurosurgery. 2014;10 Suppl 4:602-20. [Crossref] [PubMed]
- Haines DR, Mihailoff GA, Bloedel JR. The cerebellum. In: Haines DE, ed. Fundamental Neuroscience. 2nd ed. New York, NY: Churchill Livingstone; 2002. p.423-44.
- Tam E, Benders MJ, Heine VM, Polin RA, Abman SH, Rowitch D, et al. Cerebellar development: the impact of preterm birth and comorbidities. Fetal and Neonatal Physiology. 2016;12(5):1350-62. [Crossref]
- Duus P. Topical Diagnosis in Neurology: Anatomy, Physiology, Signs, Symptoms. 3rd ed. Stuttgart, Germany: Thieme; 1998. p.350.
- Lance JW, McLeod JG. The cerebellum and its disorders. A Physiological Approach to Clinical Neurology. 3rd ed. Oxford: Butterworth-Heinemann; 2013. p.191-214. [Crossref]
- Johns P. Clinical Neuroscience: An Illustrated Colour Text. 1st ed. UK: Churchill Livingstone; 2014. p.208.
- Guerra M, Antunes L. [Medulloblastomas and the syndrome of the flocculonodular lobe of the cerebellum]. Gaz Med Port. 1955;8(6): 657-68. [PubMed]
- Spetzler RF, Kalani MY, Nakaji P, Yağmurlu K. Color Atlas of Brainstem Surgery. 1st ed. New York: Thieme; 2017. p.416. [Crossref]