



Derleme

# Schwannomalarda Radyolojik Değerlendirme

## Radiological Evaluation of Schwannomas

M. Erdem YILDIZ, Alp DİNÇER

Acıbadem Üniversitesi, Radyoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

### ÖZ

Benign sinir kılıfı tümörleri grubunda yer alan schwannomalar, santral veya periferik, vücudun birçok lokalizasyonunda görülebilmektedir. Çoğunlukla sporadik, bazen genetik tümör yatkınlık sendromlarında ortaya çıkmaktadır. Schwannomaların morfolojik ve radyolojik bulguları, yerleşim yerlerine bağlı farklılıklar gösterebilmektedir. Bunların dışında da ayrıca schwannomaların farklı histopatolojik özelliklerine bağlı olarak farklı radyolojik görüntüleme bulguları tanımlanmıştır. Yazıda yerleşim ve histopatolojik alt gruplarına bağlı schwannomaların radyolojik değerlendirilmesinde farklı modalitelere ait görüntüleme özellikleri ve birbirlerine olan üstünlükleri ve tanıda yardımcı olabilecek radyolojik bulgular belirtilmiştir.

**ANAHTAR SÖZCÜKLER:** Schwannoma, Görüntüleme, Radyolojik değerlendirme

### ABSTRACT

Schwannomas are included in the group of benign nerve sheath tumors and can be seen in many parts of the body centrally or peripherally. They are mostly sporadic but sometimes they arise in genetic tumor predisposition syndromes. Morphological and radiological findings of schwannomas may vary depending on their location. Schwannomas may also show different radiological findings depending on the different histopathological features. In this article, we explain various imaging modality findings and their advantages that can help the diagnosis of schwannomas depending on the location and the histological subgroup.

**KEYWORDS:** Schwannoma, Imaging, Radiological evaluation

## ■ GİRİŞ

### Tanımlama

Schwannomalar, genelde soliter, iyi huylu, yavaş büyüyen, enkapsüle sinir kılıfı tümörleri olup spinal ve periferik sinirlerin etrafında, myelin üreten, tümüyle farklılaşmış schwann hücrelerinden oluşurlar. Daha az kullanılan terminolojide nörinoma veya nörilemmoma olarak adlandırılırlar (75).

### Lokalizasyon

Schwannomaların büyük çoğunluğu santral sinir sistemi dışında, en sık baş-boyun ve ekstremitelerin ana sinir gövdelerinden gelişirler. Schwannomaların en yaygın yerleşim yerleri, spinal

kökler ve servikal pleksus, vagus, peroneal ve ulnar sinirlerdir. Derin yerleşimli schwannomalar ağırlıklı olarak posterior mediasten ve retroperitoneal alanlarda bulunur (19, 50).

### Demografi-Klinik

Schwannomalar iyi huylu yumuşak doku tümörlerinin yaklaşık % 5'ini temsil etmektedir. İntrakraniyal schwannomalar tüm primer tümörlerin yaklaşık % 7'sini oluşturur (74).

Tüm yaş grupları etkilenebilir, ancak insidans dördüncü-altıncı dekalarda pik yapar. Çocuklarda schwannomalar nörofibromatozis tip 2 ile ilişkili durumlar haricinde ender görülürler. Cinsiyet farkı görülmez (19, 50).



Yazışma adresi: M. Erdem YILDIZ

E-posta: merdemyil@yahoo.com

Küçük schwannomalar genelde asemptomatiktir. Semptomlar, genellikle boyutları arttığında çevre basısı nedeniyle ilgili sinir trasesinde fonksiyon kaybı, ağrı, parestezi veya kas atrofisi vb. gibi değişkendir (24).

### Tümör Sendromları

Schwannomaların çoğunluğu genetik yatkınlığı olmayan hastalarda sporadik ortaya çıkar.

#### • Nörofibromatozis Tip 2

Multipl schwannomaların gelişmesine yol açan en sık görülen tümör yatkınlık sendromu neurofibromatozis tip 2'dir (NF2). Genetik çalışmalar sporadik ve NF2 bağlantılı schwannomaların (özellikle vestibüler schwannomaların) 22. kromozom üzerindeki tümör baskılayıcı gen ile ilişkili olduğunu göstermektedir (80). NF2, ya da schwannomatozis durumlarında histolojik özdeş tümörler görülmesine karşın daha genç hastalarda meydana gelme eğilimindedir. Bilateral vestibüler schwannoma varlığı NF2 için patognomoniktir (26).

#### • Schwannomatozis

Schwannomatozis, NF2'nin diğer özellikleri olmaksızın multipl, periferik ve ağrılı schwannomaların geliştiği bir durumdur. Schwannoması bulunan hastaların yaklaşık %2 ile 4'ünde görülür. Schwannomatozis'in sporadik ve ailesel tipleri mevcuttur ve hem nonvestibüler intrakraniyal ve hem de spinal schwannomalar ile ilişkili olabilmektedir.

Schwannomatozis'li olgular soliter schwannoma olgularına göre daha genç yaşta olup ortalama başlangıç yaşı 28,5 yıldır (26).

#### • Pleksiform Schwannoma

Pleksiform (multinodüler) schwannomalar, etkilenmiş sinir demeti boyunca oluşmuş, iyi sınırlı, multipl, schwann hücre tümörleri olup birçoğu gövde, baş-boyun ve dermal-subkütan ekstremitelerde tümörleridir. Pleksiform schwannomalarının yaklaşık %90'ı sporadik olarak görülür.

### Histopatoloji ve Alt Türlerine Göre Schwannomaların Ortak Genel Görüntüleme Bulguları

Küçük schwannomalar yuvarlak, daha büyükleri ise oval, elonge veya lobüle konturlu olabilmektedir. Aksonların aralarına giren nörofibromaların aksine, schwannomalar aksonları dıştan iterler. Bu bulgu ultrasonografi veya MR ile görüntülenebildiğinde tanı açısından değerlidir.

Nöropatologlar schwannomaların konvansiyonel, sellüler, pleksiform ve melanositik olmak üzere 4 histolojik alt grubunu ve bunların dışında birçok morfolojik varyasyonlarını tanımlamışlardır (62, 73). Kranial sinirleri tutan schwannomaların birçoğu konvansiyonel tiptedir. Melanositik schwannomalar hariç diğer histolojik alt gruplar arasında görüntüleme bulguları arasında belirgin farklılık gözlenmez. Schwannomaların görüntülemeye yoğun kontrastlanmalarının nedeni olan yoğun damar oluşumları spontan trombozu takiben nekroz ve bazen kanamaya yol açabilirler (24,68).

Konvansiyonel schwannomalarda sık hücre alanları (Antoni A) ve bazen nükleer palisadlar (Verokay cisimcikleri) ve az sellüler

gevşek yapıda hücre alanları (Antoni B) içeren bifazik pattern görülür (21, 85). Bu farklı yoğunluktaki hücre alanları, lezyon büyüdükçe belirginleşen vasküler tromboz ve sonrasında gelişen nekroza bağlı kistik ve yağlı dejenerasyon alanları, bazen bilgisayarlı tomografi (BT) veya manyetik rezonans görüntüleme (MRG) de homojen olmayan görünümünü açıklar (22). Kalsifikasyonlar schwannomalarda, nörofibromalara göre daha nadir görülür (10).

Sellüler schwannomalar çoğunlukla yoğun hücre (Antoni A) paternindedir ancak Verokay cisimcikleri görülmez. Sellüler schwannomalar çoğunlukla retroperiton ve posterior mediasten gibi derin yapılardan kaynaklanır. Kemikte erozyon ve lokal nüks yapabilirler (47, 50, 86).

Pleksiform schwannomalar, konvansiyonel veya sellüler tipte görülebilir. Çoğunlukla genç erişkinlerde, birçoğu gövde, baş-boyun ve dermal-subkütan ekstremitelerde tümörleri olup görüntülemeye bu morfoloji önemlidir. Beyin lezyonları rapor edilmemiştir (30).

Melanositik schwannoma ise benign olmakla birlikte yaklaşık %10 oranında malign özellik ve uzak metastazlar gösterebilir. Schwann hücrelerinin melanositik farklılaşması ile karakterizedir. Spinal sinir köklerini tutma eğiliminde olup çoğunlukla orta hat ve yakınında görülürler. Melaninin paramagnetik özelliklerinden dolayı T1 ağırlıklı MR görüntülerinde sinyal artışı gösterirler (44, 51, 54, 67).

## ■ LOKALİZASYON

### Intrakraniyal

Intrakraniyal schwannomalar, tüm primer tümörlerin yaklaşık % 7-8'ini oluşturmakta olup 3-12 kranial kafa çift sinirlerini çevreleyen glial-schwann hücre geçişi düzeylerinden kaynaklanırlar (74). Yalnızca motor innervasyonu olan kranial sinirlere kıyasla, duyu sinirleri daha sık tutulmaktadır. Vestibülökoklear sinir içlerinde en sık görülen intrakraniyal tutulum yeridir (yaklaşık %95). Trigeminal sinir ise % 2-4 oranla ikinci en sık tutulum lokalizasyonudur. Vestibülökoklear ve trigeminal sinir dışı schwannomalar çok nadir olup yaklaşık %1-2 oranında görülürler. Bütün bir grup olarak juguler foramen schwannomaları (glossofaringeal, vagal ve aksesuar sinirlerden kaynaklanan) üçüncü sıklıkta görülen lokalizasyondur. Bunları fasial, ve hipoglossal sinir schwannomaları takip eder. NF 2'nin yokluğunda okülomotor, troklear ve abduzens sinir schwannomaları çok nadirdir (21, 63).

Intrakraniyal schwannomaların birçoğu küçük boyuttadır. Bazıları, özellikle trigeminal schwannomalar büyük boyutlara erişebilirler ve intrakraniyal hem ekstrakraniyal kompartmanları içerebilirler. Birçok intrakraniyal schwannoma soliter olarak, sağlıklı bireylerde görülür. Multipl schwannoma varlığı altta yatan tümör yatkınlık sendromu olasılığını düşündürür (74).

#### • Vestibüler Schwannoma

Erişkinlerde görülen en sık prezentasyon biçimi, yavaş gelişen tek taraflı sensörinöral işitme kaybıdır. Küçük olanları başlangıçta çınlama şikayetine neden olabilirler. Geniş lezyonlar genelde trigeminal veya fasial nöropatiye neden olabilir.

Vestibüler schwannomalar ortalama olarak yılda 1-2 mm genişleme eğilimi gösterirler. NF 2-ilişkili vestibüler schwannomalar sporadik olanlara göre büyüme hızları daha agresiftir (25, 49).

Görüntülemedeki en önemli amaçlardan birisi vestibüler schwannomanın boyut ve uzanımını kesin bir şekilde belirlemektir (59).

#### BT Bulguları

Lezyon internal akustik kanalı genişletmedikçe veya pontoserebellar köşe sisternine protrüzyon göstermedikçe BT bulguları genelde negatiftir. Vestibüler schwannomalar kontrastsız BT'de genelde nonkalsifiye, hafif hiperdens şekilde görünürler, kontrast sonrası homojen yoğun şekilde kontrastlanma gösterirler. Kemik pencere görüntülerinde internal akustik kanalda semptomatik tarafta genişleme görülebilir (89).

#### MR Bulguları

Vestibüler schwannomaların klasik MR görüntüleme bulgusu, külahta dondurmaya benzeyen ve yoğun kontrast tutan ekstraaksiyal kitle şeklindedir. Birçoğu internal akustik kanal içerisindeki orijinlerinden mediale doğru uzanım gösterirler. Tümörün intrakanaliküler kesimi külahı temsil eder, porus akustikustan pontoserebellar köşeye uzanan kısmı genelde genişleyerek külahın üzerindeki dondurmaya andırır (Şekil 1A-C) (39).

Tüm beyine yönelik FLAIR ve pontoserebellar köşe ile internal akustik kanala yönelik yağ baskılı aksiyel ve koronal planda T1 ağırlıklı kontrastlı görüntüler standarttır. Tek taraflı komplike olmayan sensörinöral işitme kaybı bulunan erişkinlerde tarama görüntülenmesinde genelde yüksek çözünürlüklü T2 ağırlıklı, CISS veya FIESTA sekansları kullanılır. Pontoserebellar köşede internal akustik kanalın ayrıntılı incelenmesi bu sekanslarda gerçekleştirilir. Ayrıca kontrastlı çalışmalar tarama görüntüleme şüpheli bulunan olgularda yapılır. Vestibüler schwannomalar genelde T1 ağırlıklı incelemelerde beyin parankimi ile izointensitir (17, 53) (Şekil 2A).

İntrakanaliküler vestibüler schwannomalar CISS sekans görüntülerinde BOS ile dolu kanal içerisinde dolun defekti şeklinde görülürler (Şekil 2 C). Daha geniş vestibüler schwannomalar T2 ağırlıklı incelemelerde izointens veya heterojen hiperintens izlenirler. T2\* görüntülerde mikrohemorajiye bağlı sinyal görünümü izlenebilir ancak makroskopik kanama nadirdir (8).

Kontrast enjeksiyonu sonrasında, vestibüler schwannomaların tamamına yakını yoğun opaklaşırlar. Schwannoma ile ilişkili dural tail bulgusu pontoserebellar köşe meningiomaları ile karşılaştırıldığında çok nadir görülür (23) (Şekil 2D).

Vestibüler schwannoma cerrahisi planlamada preoperatif dönemde 3 boyutlu tümör modellemesi ile kullanılan MR traktografi incelemeleri vestibüler schwannomaları çevreleyen komşu kraniyal sinirleri doğru lokalize etmede faydalı olabilir (9).

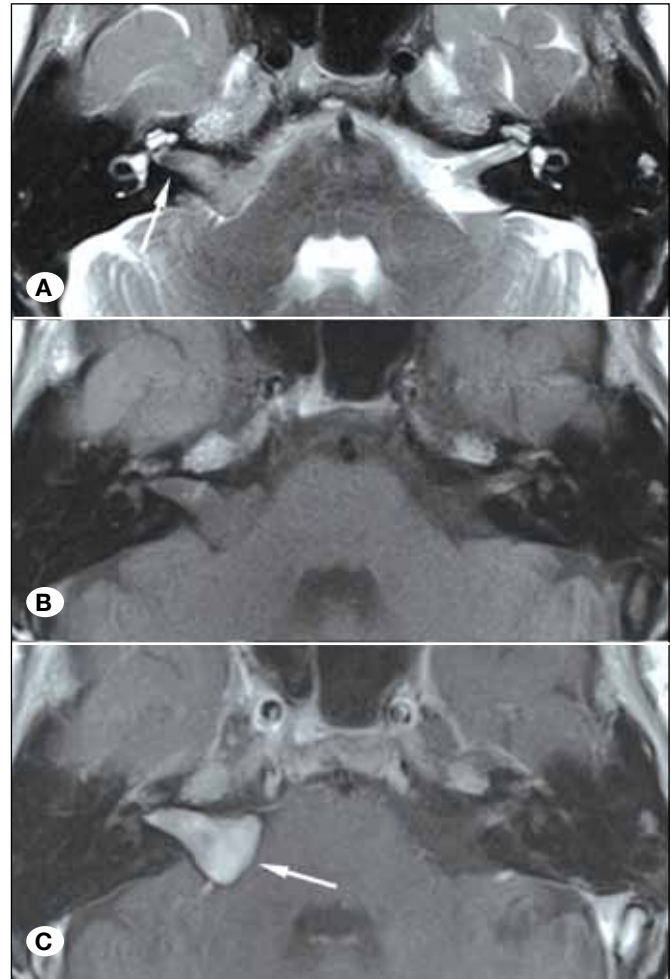
Bazı vestibüler schwannomalar, yavaş büyüyen tümüyle kanal içi yerleşimli şeklindedir. Birçok intrakanaliküler vestibüler schwannomalarda lezyon ile modiolus arasında beyin omurilik

sıvısından oluşan fundal kep görülmektedir (Şekil 2B, C). Diğerleri internal akustik kanal derinliğine ve hatta bazen koklea apertürüne ve modiolus içine de uzanabilirler (36).

#### Ayırıcı Tanı

Vestibüler schwannomaların ayırıcı tanısında öncelikle pontoserebellar köşe meningiomaları yer alır. Birçok meningioma internal akustik kanalı kapatacak şekilde oluşur ve porus akustikus derinliğine uzanmaz. Buna karşın internal akustik kanal içerisindeki reaktif dural tail bulgusu vestibüler schwannoma ile meningioma arasındaki farkı ayırt etmede yararlıdır.

İnternal akustik kanal içerisinde lokalize fasyal sinir schwannomalarını, vestibüler schwannomalardan ayırt etmek güç olabilir (82). Fasyal sinir schwannomaları daha az sıklıkla görülür ve genelde labirentin segment "tail" bulgusu gösterir. Fasyal sinirin labirentin segmenti boyunca lezyonun uzanımı lezyonun vestibüler schwannomadan daha çok, fasyal sinirden çıktığını düşündürür. Metastazlar internal akustik kanal



**Şekil 1:** Vestibüler schwannoma, klasik MR görüntüleme bulguları. Sağ internal akustik kanalda, külahta dondurmaya benzeyen, pontoserebellar köşeye uzanan, T2 heterojen hiperintens (A), T1 izo-hipointens (B), kontrast sonrası homojen yoğun sinyal artışı gösteren vestibüler schwannoma brakium pontise hafif bası oluşturmakta (ok) (C).

içerisindeki fasiyal ve vestibülokoklear sinirleri sarabilirler. Metastazlar genelde bilateral olup başka eşlik eden lezyonlar da görülebilir (70).

- Trigeminal Schwannomalar

Trigeminal schwannomalar intrakraniyal schwannomalar içerisinde ikinci en sıklıkta görülen lezyonlar olmasına karşın çok nadir tümörlerdir. Beşinci sinir kompleksinin ekstrakraniyal periferik dalları dahil, herhangi bir bölgesini tutabilirler. Meckel cave tümörlerinin yaklaşık üçte ikisi trigeminal schwannomalardır. Klinikte beşinci sinirin 3 dalından bir veya daha fazlasında duyu kusuru görülebilir, trigeminal nevralji görülebilir ancak nadirdir (76).

#### Görüntüleme

Trigeminal schwannomalar, trigeminal sinir kökü ile gasserian gangliyon bileşkesinden kaynaklanırlar. Küçük lezyonlar genelde meckel cave ile sınırlıdır. Koronal T2 kesitlerde tutulan taraf meckel cave oblitere olduğundan, diğer normal taraftaki parlak beyin omurilik sıvısı sinyaline göre kontrast oluşturur. Bikompartmantal tümörler sık görülür. Meckel cave'den kaynaklanan schwannomalar porus trigeminus aracılığıyla

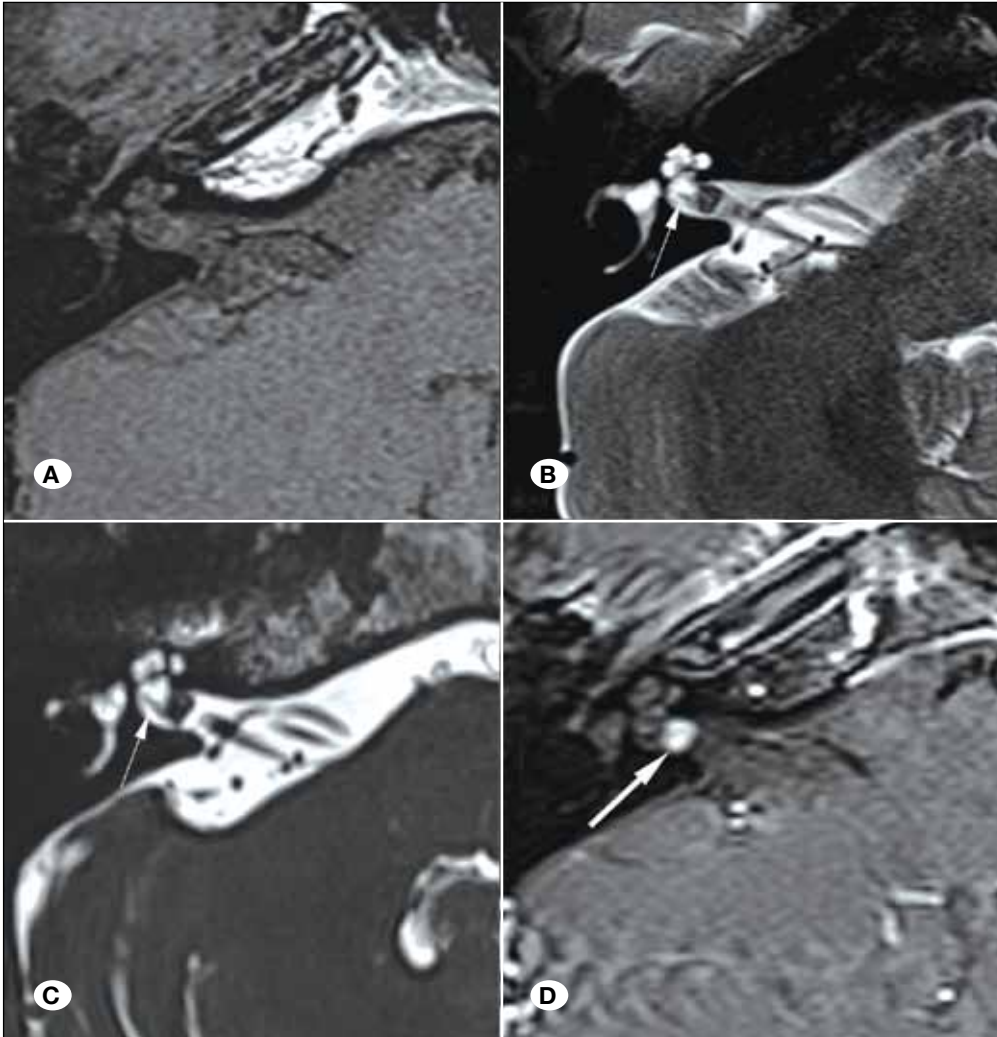
posterior fossaya uzanabilirler ve bu tümörler genelde karakteristik “kum saati” konfigürasyonundadırlar (Şekil 3A-D). Daha nadir olmak üzere bikompartmantal tümörler foramen ovale aracılığı ile mastikatör boşluğa uzanabilirler. Bu her üç lokalizasyona da uzanan tümörler nadir olup “üç kompartmanlı trigeminal schwannomalar” olarak adlandırılırlar. Beşinci kraniyal sinirlerin mandibüler dalını tutan schwannomalar, mastikatör adedelelerde denervasyon atrofisine yol açabilirler.

#### Ayırıcı Tanı

Bikompartmantal veya trikompartmantal yapıdaki trigeminal schwannomaların morfolojik görünümü tipik ve belirgindir. Meckel cave schwannomalarının ayırıcı tanısında sıklıkla meningiomalar veya metastazlar yer alır (55, 57).

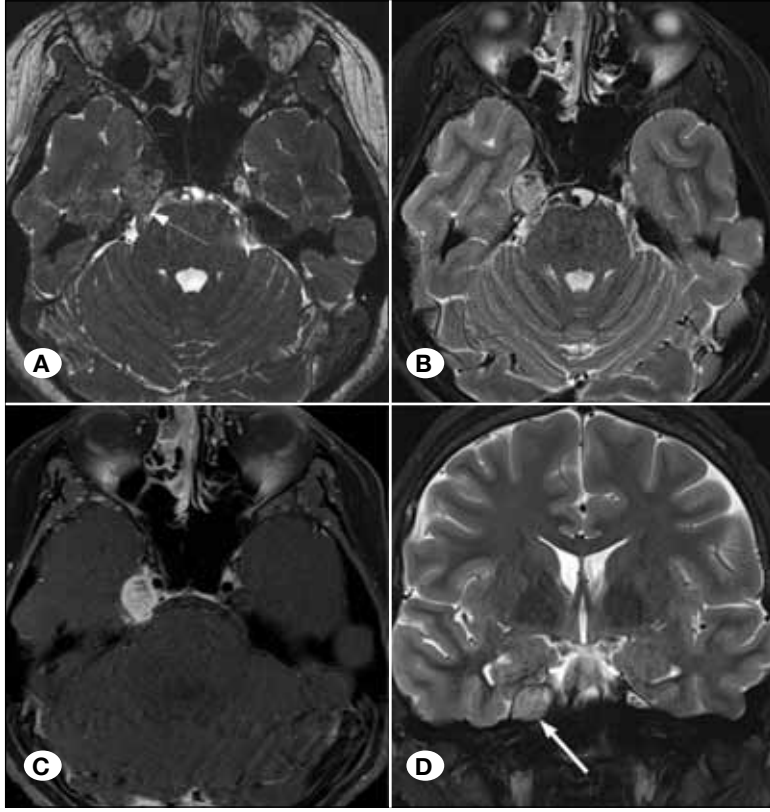
- Jugular Foramen Schwannomaları

Jugular foramen schwannomaları tüm intrakraniyal schwannomaların yaklaşık %2-4'ünü oluştururlar. Jugular foramen tümörlerinin ise yaklaşık %40'ını schwannomalar oluşturur (Şekil 4A-D). Glossofaringeal schwannomalar, jugular foramen schwannomalarının içinde en sık görülenidir; ancak buna rağmen nadir görülen lezyonlardır. Olguların birçoğunda vestibü-

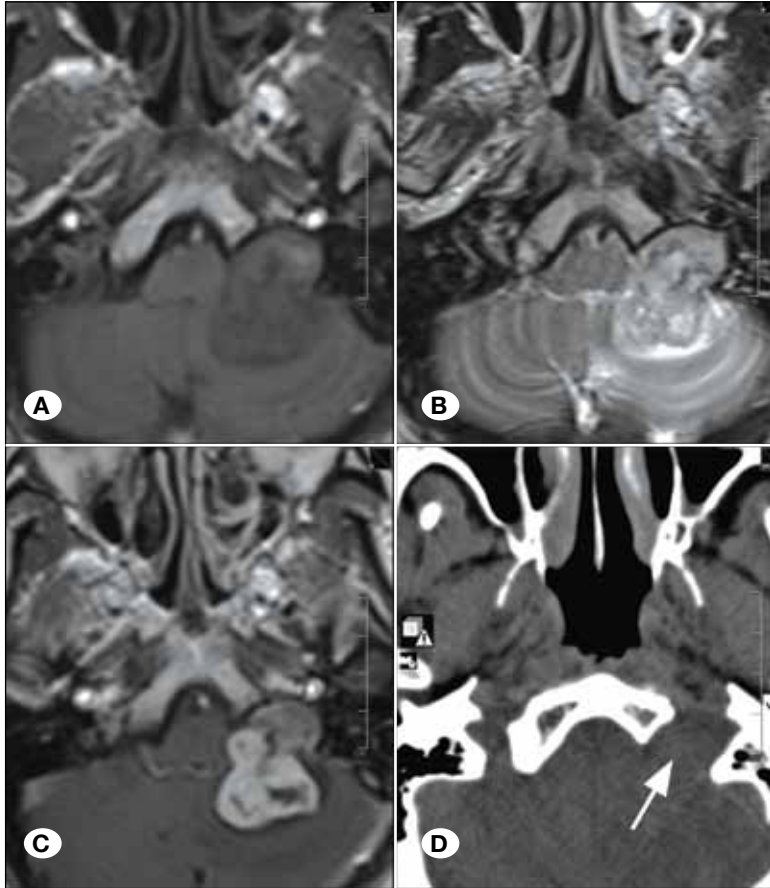


**Şekil 2:** İntrakanaliküler vestibüler schwannoma. T1 sekansta izointens ve seçilmesi güç iken (A), T2 sekansta (B) ve CISS (C) sekanlarda beyin omurilik sıvısı ile kontrast oluşturmada ve kolaylıkla ayırt edilebilmekte, lateralinde fundal kep şeklinde beyin omurilik sıvısı görülmekte (ince oklar) (B ve C). Kontrast enjeksiyonu sonrası yoğun ve homojen sinyal artışı izleniyor (ok) (D).





**Şekil 3:** Sağ meckel cave yerleşimli ve porus trigeminustan pontoserebellar köşeye kısmen uzanan trigeminal schwannoma. Sisternal uzanımı ince kesit aksiyal CISS sekansta izlenmekte (ince ok) (A), T2 heterojen (B), anteriorunda kontrast tutmayan milimetrik dejenere odaklara karşın büyük kesimi yoğun ve homojen kontrastlanmakta (C), koronal T2 kesitte sağ meckel cave oblitere ve genişlemiş olarak izlenmekte (ok) (D).



**Şekil 4:** Sol jugular foramen schwannoma. T1 hipointens (A), T2 belirgin heterojen (B), kontrast sonrası santral dejenere nekrotik alanlar daha belirgin (C), BT de kemik pencerede sol jugular foramende genişleme izlenmekte (ok) (D).

lokolar semptomlar genelde bası veya itilme sonucu oluşur. Glossofaringeal schwannomalar, dokuzuncu sinirin trasesi boyunca herhangi bir yerde gelişebilir ama semptomatik olgularda genelde intrakraniyal veya interosseöz yerleşimli lezyonlar mevcuttur (83).

Ekstrakraniyal karşılıkları ile kıyaslamada, intrakraniyal vagal schwannomalar nadir görülür. Tümüyle intraosseöz olanlar ise daha nadirdir. Birçok vagal schwannomalar kum saati şeklinde lezyonlardır. Vagal schwannomalar bazal sisternalardan jugular foramen aracılığı ile derin karotid boşluğa uzanırlar. Geniş olduklarında ventrolateral medullaya bası oluşturarak refrakter nörojenik hipertansiyona yol açabilirler (5).

Spinal aksesuar sinir schwannomaları nörofibromatozis ile ilişkili değildir ve çok nadir görülürler. İntrakoklear veya intraosseöz yerleşimli olabilirler. Jugular foramen schwannomalarının ayırıcı tanısında meningioma, glomus jugulare tümörleri ve metastazlar yer alır.

#### • Fasiyal Sinir Schwannoma

Fasiyal sinir schwannomaları nadir görülen lezyonlar olup serebellopontin köşedeki orijinden parotid boşluk içerisindeki dallanmalarına dek fasiyal sinirin trasesi boyunca herhangi bir noktadan kaynaklanabilirler. En sık prezentasyon fasiyal nöropatidir.

Görüntülemelerde temporal kemiğe yönelik kemik pencerede ince kesit BT ve aynı bölgeye yönelik ince kesit yağ baskılamalı postkontrast T1 sekanslar önemlidir (11).

Serebellopontin köşe ve akustik kanal fasiyal sinir schwannomaları fasiyal sinir kanalının labirentin segmentine uzanım göstermezler ise radyolojik olarak vestibüler schwannomalardan ayırt edilmesi çok güçtür. Labirentin segmenti çapraz geçen lezyonlar sıklıkla "kum saati" görünümündedirler.

Fasiyal sinir schwannomalarının yaklaşık % 90'ı, birden fazla fasiyal sinir segmentini tutarlar. Genikülat fossa en sık görülen yerleşim yeridir ve fasiyal sinir schwannomalarının yaklaşık % 80'inde tutulur.

Genikülat fossa fasiyal sinir schwannomaları tipik olarak düzgünce genişlemiş fasiyal sinir kanalı içerisinde yuvarlak veya tübüler kontrast tutan kitle şeklinde görülürler. Greater superficial petrosal sinir trasesi boyunca yerleşim gösteren fasiyal sinir schwannomaları orta kraniyal fossada yuvarlak ekstraaksiyel kitle şeklinde görülürler. Timpanik segment fasiyal sinir schwannomaları sıklıkla orta kulak boşluğuna sap şeklinde uzanarak tübüler konfigürasyonlarını yitirirler. Mastoid segment tutulduğunda, lezyon bitişikteki mastoid hücre hava hücrelerine girerek daha agresif görünüm alabilir ve malign tümörleri taklit edebilir (87).

#### • Diğer İntrakraniyal Sinirlerin Schwannomaları

İntrakraniyal schwannomalar %1' den daha az oranda üçüncü, dördüncü, altıncı, yedinci ve sekizinci sinirlerden kaynaklanır. Radyolojik olarak bahsi geçen daha sık görülenlerine benzerlik gösterirler. Tanıda ince kesit çalışmaları ve anatomik detay önemlidir. Birçok motor sinir schwannomaları küçük, yuvarlak ve oval şekilli, iyi sınırlı ve yoğun kontrast tutan lezyonlardır.

#### Olfaktor Schwannoma

İntrakraniyal olfaktör sinirleri çevreleyen hücreler modifiye glial hücreler olup gerçek schwann hücreleri değildirler. Olfaktör sinirlerin primer sinir kılıfı tümörleri çok nadirdir. Önceleri olfaktör oluk veya subfrontal schwannoma olarak adlandırılan bu tümörler günümüzde olfaktör ensheating hücre tümörleri olarak adlandırılmışlardır. Olfaktör ensheating hücre tümörleri ile gerçek schwannoma ayırımı ancak immünohistokimya boyamalar ile yapılabilir (14).

#### Optik Sinir Schwannomaları

Optik sinirin tümörleri astrositomlardır, schwannomalar değildir. İntraorbital schwannomalar ise dördüncü, beşinci siniri birinci dalı veya altıncı sinir ile sempatik ve parasempatik liflerden gelişirler.

#### Okülomotor Sinir Schwannomaları

Nadir görülmekle beraber pür motor sinir schwannomalarındandır. En sık midbrain düzeyinde interpedinküler sisterne yakın sinir çıkışından kaynaklanırlar. İkinci en sık kavernöz sinüs düzeyidir. Okülomotor schwannomalarının birçoğu 5 mm'den daha küçük boyuttadır. Kombine orbitokavernöz sinüs schwannomaları daha geniş olup orbitadan süperior orbital fissür yoluyla kavernöz sinüse erişirler.

İntraorbital schwannomalar nadir olup grup olarak tüm intraorbital tümörlerin %1'ini oluştururlar. Yavaş gelişen proptozis ve nadiren diplopi görülür (31).

#### Troklear Schwannomalar

Troklear schwannomalar nadir olup diplopi (izole tek taraflı süperior oblik palsi) ve kompensatuar başta eğilmeye yol açarlar. Bu olgulara yanlışlıkla tortikollis tanısı alırlar. Troklear sinir schwannomalarının birçoğu küçük olup genelde takip edilirler (18).

#### Abdusens Sinir Schwannomaları

Abdusens sinir schwannomaları çok nadir olup hastalarda diplopi öyküsü mevcuttur. İntrakavernöz ve orbital segmentler dahil sinirin herhangi bir yerinden kaynaklanabilirler. Birçoğu pontoserebellar köşe sisternasında pontomezensefalik bileşkeye bitişiktirler. Fasiyal/vestibülokoklear sinir kompleksini arka ve yukarı iterek, görüntülemelerde bunlardan kaynaklanabilecek schwannomalardan ayırt edilmelerini güçleştirirler (61).

#### Hipoglossal Schwannomalar

Hipoglossal schwannomalar tüm non-vestibüler intrakraniyal schwannomaların yalnızca %5'ini oluştururlar. Dilde denervasyon hemiatrofiye yol açarlar. Birçoğu intrakraniyal olup bazen ekstrakraniyal uzanım göstererek BT' de hipoglossal kanalda remodelinge yol açabildikleri rapor edilmiştir (60).

#### Parankimal Schwannomalar

Beyin parankimi schwann hücresi içermediğinden kraniyal sinirler ile ilişkili olmayan intrakraniyal schwannomalar çok ender görülür. Rapor edilen birçok vaka frontal ve temporal lobların içerisinde intraparakimal schwannomalar şeklindedir. Embriyogenez esnasında yer değiştirmiş ektopik nöral krest hücrelerinden veya damarları çevreleyen sempatik sinir

pleksuslarından kaynaklandıkları düşünülmektedir. En sık görüntüleme şekli, iyi demarke kist içi mural nodül ve periferik kontrastlanma şeklindedir. Bildirilen olguların üçte birinde yoğun homojen veya heterojen kontrastlanan solid tümör şeklindedir. Peritümöral ödem ya hiç görülmez ya da çok minimaldir (7, 58).

### Baş-Boyun

Schwannomalar ve nörofibromalar infrahyoid boyun düzeyinde bulunan en sık nörojenik tümör tipleridir (3,84,91). Tipik olarak vagus, sempatetik sinir trunkusları, servikal sinir kökleri ve brakial pleksusu tutarlar. Klinikte sinir trasesinde motor disfonksiyonu veya ağrı görülebilir.

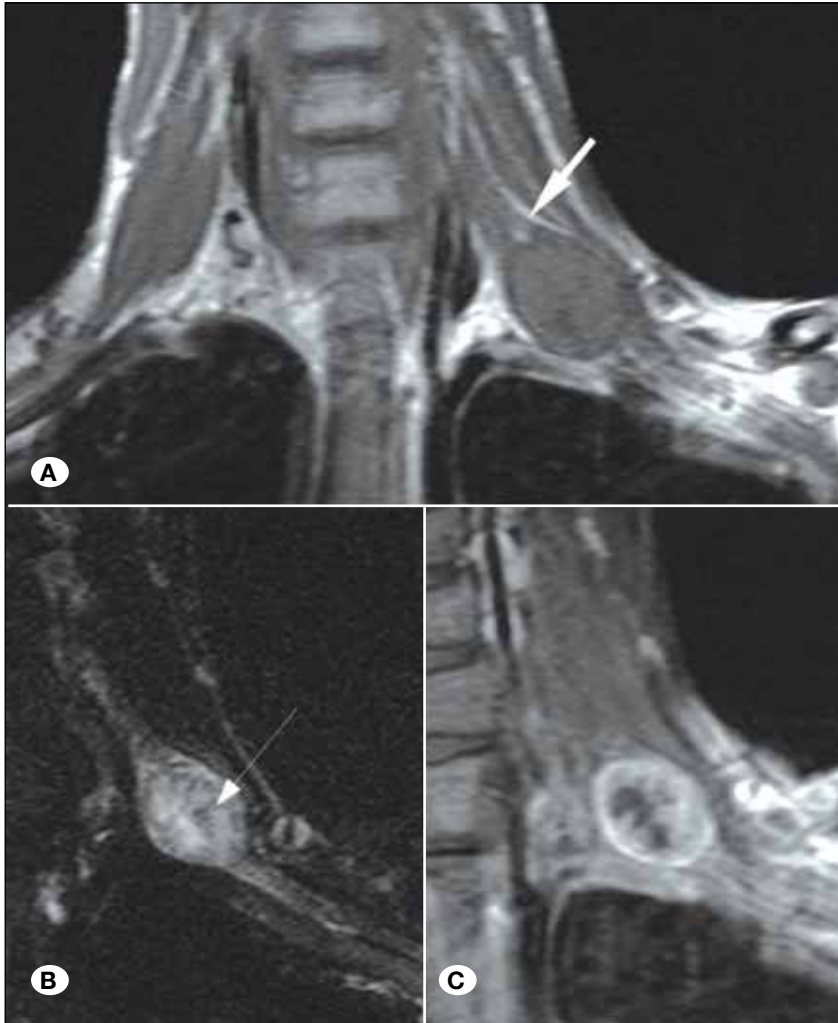
Görüntüleme bulguları genelde periferik ve ekstremitelerde schwannomaları ile benzerdir. Ultrasonografide iyi sınırlı, oval-yuvarlak, hipoekoik homojen solid, orta düzeyde akustik zenginleşme gösteren kitleler olarak görüntülenirler. Sonografik olarak baş ve boyun schwannomalarının kaynaklandıkları sinir ile direkt ilişkisini tespit etmek periferik yüzeysel schwannomalara göre güçtür (42).

BT'de komşuluklu kas dokusuna göre hipodens olup, kontrast sonrası ile izo veya hiperdens hale gelirler.

MRG'de T1 ağırlıklı sekanslarda kas dokusuna göre hipointens, T2'de ise homojen veya heterojen hiperintens, bazen santral T2 hipo, periferik hiperintens "target sign (hedef bulgusu)" görülebilirler (Şekil 5 B). Hipervasküler olmalarına karşılık flow-void damar görülmez. İntravenöz kontrast sonrası periferik hiperintens rim ve santral düşük intensite tanıda yardımcıdır (90). Ayrıca MR, kaynaklandığı sinir ve bununla olan ilişkisini demonstre etmede yararlıdır (29). Büyük lezyonlarda regresif değişiklikler, nekroz ve kistik dejenerasyon görülebilir (Şekil 5 C). Görüntüleme bulguları kesin tanı açısından genelde nonspesifiktir, ancak içlerinde en duyarlı tetkik MR'dır (28, 29). Bazı olgularda ince iğne aspirasyon biyopsisine gerek duyulabilir. Ancak ince iğne aspirasyon sitolojisinin doğruluk oranının da spesifik schwannoma tanısı için yüksek olmadığı bildirilmiştir (46).

### Spinal

Spinal schwannomalar, yaklaşık %30 oran ile en sık görülen intradural-ekstramedüller spinal tümörlerdir (13, 88). Servikal ve lomber bölgelerde, torakal bölgeye göre daha sık görülür. Genelde dorsal duyu köklerinden orijin aldıklarından buna bağlı radiküler duyu değişiklikleri ve yavaş artan ağrı görülür. Birçoğu spinal schwannoma soliter ve sporadik olarak görülür.



**Şekil 5:** Brakial pleksus schwannomu. Sol brakial pleksusta T1 sekansta lifleri yukarı iten (ok) (A), T2 'de ortası hipointens "target sign (hedef bulgusu)" (ince ok) (B), kontrast sonrası T1'de çeperi yoğun kontrastlanan, ortası nekrotik-dejenere olarak izleniyor (C).



(37). Birçok durumda nörofibromalardan görüntüleme ile ayırt edilmesi güçtür. Genelde yuvarlak lezyonlar olmalarına karşılık spinal kanalda sosis benzeri oval şekil alabilirler ve nöral foramenlerden dışarı taşarak "kum saati" benzeri görünebilirler.

Direkt grafi ve BT'de kemik yapıda remodellinge yol açıp foraminal genişlemeye, pediküler incelmeye veya posterior vertebral indentasyona neden olabilirler.

MR görüntülemesinde solid, iyi sınırlı, düşük T1, yüksek T2 sinyal intensitesinde olup yoğun kontrast tutulumu gösterirler (Şekil 5A-C). Eşlik eden hemoraji, tromboz, sinüzoidal dilatasyon, kist formasyonu veya yağlı dejenerasyona bağlı T2 ve postkontrast heterojenite gösterebilirler (Şekil 6A-C). MR'da nörofibromalar ile benzer görünümde olabilmekte beraber schwannomalar daha sık olarak hemoraji, intratümöral vasküler değişiklikler, nekroz-kist formasyonu ve yağlı dejenerasyona uğrarlar ve heterojen görülürler. Bu bulgular nörofibromalarda daha nadirdir (1,13). Ayırıcı tanıda neurofibroma, meningioma ve mikspapiller ependimoma ilk sıralarda yer almaktadır (1, 23).

### Toraks

Nörojenik tümörler, erişkinlerde torasik paravertebral bölgede görülen en sık yer kaplayan lezyonlardır. Schwannomalar, intratorasik sinir kılıfı tümörleri grubu (schwannoma, nörofibroma, malign periferik sinir kılıfı tümörü) içerisinde en sık görülen lezyonlardır. Ayrıca sempatik (nöroblastoma, ganglionöblastoma, ganglionöroma) ve parasempatik (paraganglioma) ganglionlardan gelişen birçok nörojenik tümör tipi mevcuttur. 20 yaş altı seyrek görülürler (41, 66, 79).

Toraks yerleşimli schwannomaların ve diğer sinir kılıfı tümörlerinin birçoğu interkostal sinirlerden, daha nadir olarak vagus, frenik veya rekürrent sinirden kaynaklanır (72). Düzgün konturlu, iyi sınırlı, sferik, paravertebral lezyonlar olup birçoğu kosto-vertebral açıda lokalizedir. Yaklaşık %5'i kum saati şeklinde nöral foramen içerisine uzanır (35).

Küçük schwannomalar asemptomatiktir. Akciğer grafisinde posterior mediasten kitlesi yüzde 30 oranında nörojenik tümör olasılığını akla getirir. İnterkostal sinir schwannomalarında BT'de veya oblik göğüs grafilerinde, kostalarda çentiklenme ve vertebral foramenlerde genişleme görülebilir (15). Kontrastsız BT'de posterior mediastende paraspinal, iyi sınırlı homojen hipodens, yer yer sıvı dansitesinde alanlar içeren ve kontrast sonrası kas ile izo-hiperdens görünen lezyonlardır. (12).

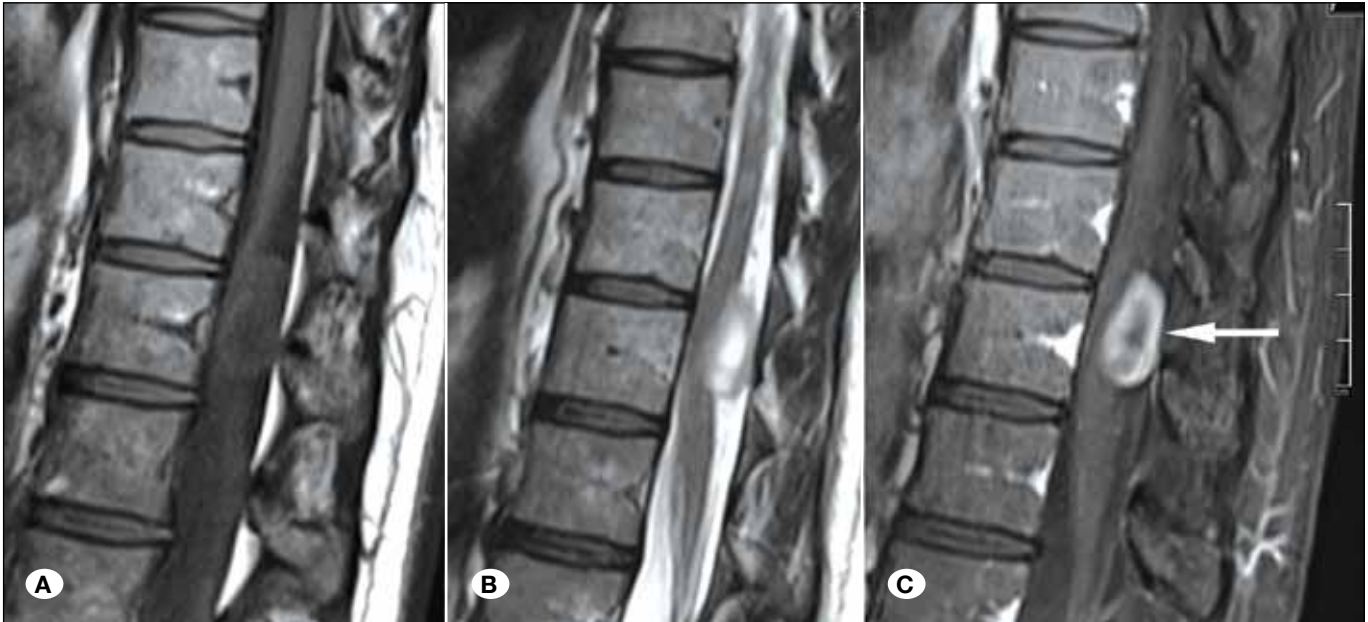
MR'da T1 ağırlıklı görüntülerde izo-hipointens, T2'de homojen ve heterojen bariz hiperintens görünürler. Kontrastlanma paternleri BT ile benzerdir. Spinal ve epidural tutulum, tümör içi inhomojenite ve lezyon kapsülünü göstermede MR en etkin metottur (81). Schwannomaların MR karakteristikleri birçok diğer tümör tarafından taklit edilebilir, bunların içinde en sık miksoid fibrosarkoma (malign fibröz histiositoma) ve metastazlar yer alır (69).

### Batın

Schwannomalar batında nadir olmakla beraber daha çok retroperitoneal ve presakral alanlarda ve gastrointestinal sistemde görülürler. Gastrointestinal traktta yer alan tüm mukozal tümörlerin yaklaşık % 0, 4-1'ini schwannomalar oluşturur (67). Gastrointestinal schwannomalar midede yaklaşık %60-70 oranında, daha seyrek olarak kolon ve rektumda görülürler (52, 71).

Primer retroperitoneal tümörlerin yaklaşık % 6'sını schwannomalar oluşturur (40). Genelde paravertebral bölgelerde, böbreğe yakın veya presakral-pelvik retroperitonda da yer alırlar (33, 34). Retroperitoneal yerleşimliler hariç genelde 5 cm çapı aşmazlar. Hafif karın ağrısı ve alt dorsal ağrıya yol açabilirler.

BT ve MR bulguları abdominal schwannomaların kesin tanısı açısından spesifik değildir, diğer lokalizasyonlardaki schwannomalar ile benzerdir. Küçük lezyonlar homojen yapıda ve



**Şekil 6:** T11 hizasında, kordu öne iten, oval şekilli torakal schwannoma. T1 hipointens (A), T2 ortası daha belirgin hiperintens (B), kontrast sonrası T1' de ortası dejenere, çeperi ise yoğun kontrastlanmakta (ok) (C).



kontrastlanma paterni gösterirken, büyük lezyonlar heterojen dansitede ve MR'da özellikle T2 sekanslarda ve kontrast sonrası belirgin heterojenite gösterirler (48, 75). Lezyon çevresinde düşük sinyalli kapsülün görülebilmesi daha çok schwannomayı düşündürür (77).

Gastrointestinal schwannomaların ayırıcı tanısında gastrointestinal stromal tümörler, primer ve sekonder lenfomalar, leiomyomalar ve nörofibromalar yer alır. Retroperitoneal schwannomaların ayırıcı tanısında paraganglioma, feokromositoma, liposarkoma veya malign fibröz histiositoma gibi lezyonlar sayılabilir (65).

### Ekstremiteler

Ekstremitelerin fleksör yüzleri, özellikle el bileği, dirsek ve diz fleksör yüzeyleri daha sık, etkilenir. En yaygın peroneal ve ulnar sinirlerdir (20, 50, 68). Periferik sinirlerin görüntülenmesinde, sinirin anatomik yerleşimi ve histolojik yapısının iyi bilinmesi önemlidir.

Görüntüleme ile malign-benign ayırımı tam güvenilir olarak yapılamamakla birlikte, kitlenin 5 cm çaptan büyük olması, belirsiz sınırlı ve çevre ödemi olması, santral nekroz, heterojenite ve kalsifikasyonların olması malign şüphesini uyandırabilecek kriterlerdir. Tanıda en etkin yöntem MR görüntüleme olmasına karşın ultrasonografi, yüzeysel lezyonların değerlendirilmesinde önemlidir (45).

Periferik sinir schwannomaları direkt grafide ancak büyük boyutlara eriştiğinde ya da komşu kemikte remodelinge yol açtığında bulgu verirler. Yüzeysel yerleşimli schwannomalar ultrasonografide genelde periferik sinir boyunca lokalize, solid, oval şekilli, hipoekoik kitleler şeklinde görülürler. Kistik kavite kolaylıkla saptanabilir. Posteriorunda eko şiddetlenmesi lezyonların yaklaşık yarısında görülür. Ultrasonografide kapsül, schwannomalarda %70, nörofibromalarda ise yaklaşık %30 oranında görülebilmektedir (64). Sinir trasesinde uzun aks görüntülerde eksantrik yerleşimin saptanabilmesi tanıda yardımcıdır. Doppler incelemede hipervasküler patern görülebilir. Lezyon içi kalsifikasyonlar ve kistik dejenerasyon alanları izlenebilir (27). Elastografi ile lezyon içi sertlik-yumuşaklık derecesi çevre kas ve yağlı dokuya göre ayırt edilebilir. Ayrıca kullanımı yaygın olmamakla birlikte ultrasonografi spesifik kontrast madde kullanımı ile lezyon vaskülaritesi ve kontrast tutulum paterni dinamik olarak gözlemlenebilir (6). Ancak bunlara rağmen ultrasonografi periferik sinir kılıfı tümörlerinin ayırıcı tanısında yüksek duyarlılıkta bir yöntem değildir. Ultrasonografi ayrıca bu yüzeysel lezyonların iğne biyopsi işlemleri sırasında görüntü kılavuzluğu için kullanılabilir (16, 64).

Kontrastsız BT'de iyi sınırlı homojen, kasa göre hipo-izodens görünümündedirler. Geniş lezyonlar düşük dansiteli heterojen alanlar barındırabilir. Hiperdens alanlar görülmez. Kontrast sonrası kistik alanlar hariç, kas dokusuna göre izo-hiperdens görünürler. BT'de ayırıcı tanıda nörofibromalar, malign periferik sinir kılıfı tümörleri, büyümüş lenf nodları, sinoviyal kistler yer alır (38).

MR inceleme öncesi palpe edilen yeri MR'da görülebilecek yağ kapsülü ile işaretlemek ekstremiteler görüntülenmesinde kullanışlıdır. T1 ve PD (proton dansite) ağırlıklı periferik sinir

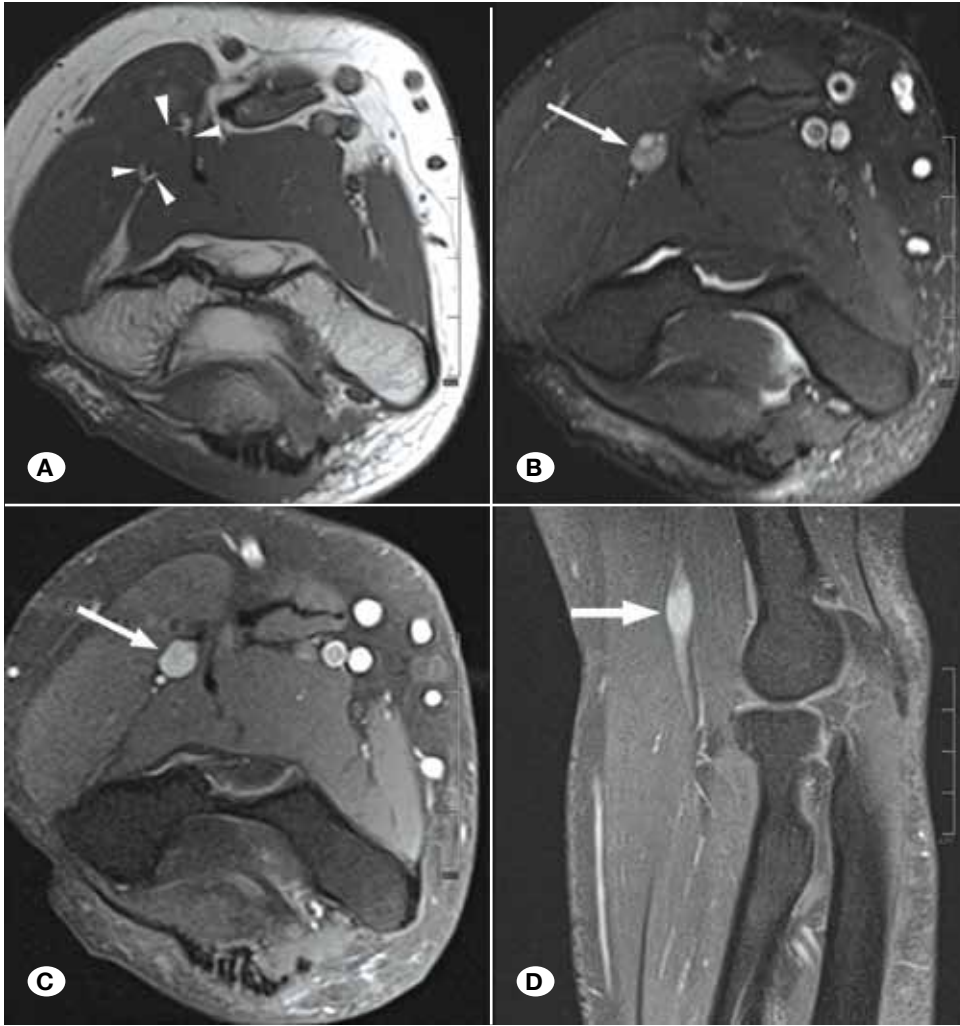
kesitlerinde, sinir demetleri birçok hipointens nokta şeklinde görülürler. Bu demetleri çevreleyen epinörium içindeki yağ, yüksek sinyal intensitesinde görülür. T2 ağırlıklı görüntülerde periferik sinirler kas dokusuna göre hafif hiperintens olup en doğal sıvı taşıyan taşıyan sinir demetleri çevre bağ dokusuna göre daha yüksek sinyal gösterirler. T2 ağırlıklı kesitler yağ baskılamalı alınmalıdır. Normal periferik sinirler gadolinyum içerikli kontrast madde enjeksiyonu sonrası kan sinir bariyerinin intakt olmazsa olması nedeniyle kontrast tutmazlar (32). Kontrastsız T1 ağırlıklı MR kesitlerinde schwannomalar kas dokusu ile benzer, PD ağırlıklı kesitlerde hiperintens, T2 ağırlıklı kesitlerde ise belirgin hiperintens görünümündedirler. Kistik komponentleri T1 ağırlıklı görüntülerde hipointens, PD görüntülerde hiperintensdir. Kontrast enjeksiyonu sonrası küçük schwannomalar homojen ve yoğun, büyük lezyonlar ise heterojen kontrastlanma paterni gösterirler. Bu durum benign-malign ayırımında duyarlı bir bulgu değildir (28, 43). MR görüntüleme tümör kapsülünün kontur boyunca hiperintens rim şeklinde görülmesi schwannoma-nörofibroma ayırımında bir kriter olmasına karşın güvenilir bir bulgu değildir. İnce kesit görüntüleri ile lezyonun sinirin kenarında veya sinir demetlerinin arasında oluşunun saptanabilmesi her zaman mümkün olmasa da ayırıcı tanıda önemlidir (4, 20).

Periferik sinir kılıfı tümörlerinde, "split fat sign (bölünmüş yağ bulgusu)", "fascicular sign (fasikül bulgusu)", "target sign (hedef bulgusu)" ve eşlik eden ilişkili kas atrofi MR bulguları arasındadır.

Kas içi lezyonlarda, ekstremitenin uzun aksı boyunca, lezyonu çevreleyen yağa bağlı rim şeklinde T1 hiperintens çizgilenme bulgusu "split fat sign (bölünmüş yağ bulgusu)" olarak adlandırılır ve benign-malign ayırımında önemlidir (45) (Şekil 7A-D). Transvers MR kesitlerde lezyon içi sinir demetlerini temsil eden multipl küçük yüzük şeklinde yuvarlak yapılar nörofibromayı düşündürülen "fascicular sign (fasikül bulgusu)" nu temsil eder (45). Ancak schwannomadan kesin ayırım için güvenilir değildir (28). T2 gibi sıvıya duyarlı sekanslarda lezyon çevresinde yüksek, ortasında ise daha düşük sinyal görülmesi "target sign (hedef bulgusu)" olarak adlandırılmıştır. Lezyon ortasında daha fibrotik, periferinde ise daha miksoid materyali temsil ettiği düşünülmektedir (Şekil 5 B) (2). Bu bulgu önceleri nörofibromalar için patognomonik olarak tanımlanmasına karşın schwannomalarda ve bazı malign periferik sinir kılıfı tümörlerinde de saptanmış olup kesin tanı açısından duyarlılığı düşüktür. T2 kesitlerde lezyonu çevreleyen hipointens kapsülün görülmesi schwannomalarda daha sık görülen bir bulgudur (56). Ekstremitelerde görülen nörojenik tümörlerin MR karakteristikleri spesifik olmayıp metastazlar ve malign fibröz histiositoma gibi birçok diğer tümörler de bu özellikleri taklit edebilmektedir (78).

### ■ SONUÇ

Sonuç olarak, vücudun birçok lokalizasyonunda görülebilen schwannomaların radyolojik bulguları benzerlik göstermekle birlikte, yerleşim yerlerine bağlı olarak görüntüleme bulguları arasında bazı farklılıklar görülebilir. Ayrıca lezyonun yerleşim yerlerindeki değişikliklere paralel olarak, radyolojik ayırıcı tanı grubuna giren lezyonlarda da farklılıklar karşımıza çıkmaktadır.



**Şekil 7:** Radial sinir schwannomu. Dirsek düzeyinden geçen aksiyal T1 kesitlerde lezyon çevresinde “split fat sign (bölünmüş yağ bulgusu)” (ok başları) (A), T2 hiperintens-heterojen (B), kontrast sonrası füziform lezyon yoğun kontrast tutmakta (oklar) (C ve D).

MR görüntüleme birçok lokalizasyonda tanıda diğer modalitelere üstün olmasına karşın, örneğin ultrasonografinin rolü yüzeyel yerleşimli lezyonlarda daha ön sıralarda yer almakta ve modalite öncelikleri değişebilmektedir. Bunların yanında ayırıcı tanıda schwannomaların farklı histopatolojik özelliklerine bağlı olarak farklı morfolojik ve radyolojik görüntüleme bulgularının olabileceği akıldan çıkarılmamalıdır.

#### ■ KAYNAKLAR

1. Abul-Kasım K, Thurnher MM, McKeever P, Sundgren PC: Intradural spinal tumours: Current classification and MRI features. *Neuroradiology* 50: 301-314, 2008
2. Banks KP: Signs in imaging. The target sign: Extremity. *Radiology* 234(3): 899-900, 2005
3. Becker M: Other infrahyoid neck lesions. In: Mafee MF, Valvassori GE, Becker M (eds). *Imaging of the Head and Neck*. New York, Stuttgart: Thieme, 2004:780-842
4. Beggs I: Pictorial review: Imaging of peripheral nerve tumors. *Clin Radiol* 52: 8-17, 1997
5. Bulsara KR, Sameshima T, Friedman AH, Fukushima T: Microsurgical management of 53 jugular foramen schwannomas: Lessons learned incorporated into a modified grading system. *J Neurosurg* 109(5): 794-803, 2008
6. Cantisani V, Orsogna N, Porfiri A, Fiorovanti C, D'Ambrosio F: Elastographic and contrast-enhanced ultrasound features of a benign schwannoma of the common fibular nerve. *J Ultrasound* 16(3): 135-138, 2013
7. Casadei GP, Komori T, Scheithauer BW, Miller GM, Parisi JE, Kelly PJ: Intracranial parenchymal schwannoma. A clinicopathological and neuroimaging study of nine cases. *J Neurosurg* 79(2):217-222, 1993
8. Casselman JW, Kuhweide R, Deimling M, Ampe W, Dehaene I, Meeus L: Constructive interference in steady state-3DFT MR imaging of the inner ear and cerebellopontine angle. *AJNR Am J Neuroradiol* 14(1): 47-57, 1993
9. Chen DQ, Quan J, Guha A, Tymianski M, Mikulis D, Hodaie M: Three-dimensional in vivo modeling of vestibular schwannomas and surrounding cranial nerves with diffusion imaging tractography. *Neurosurgery* 68(4):1077-1083, 2011
10. Chinn DH, Filly RA, Callen PW: Unusual ultrasonographic appearance of a solid schwannoma. *J Clin Ultrasound* 10:243-245, 1982

11. Chung SY, Kim DI, Lee BH, Yoon PH, Jeon P, Chung TS: Facial nerve schwannomas: CT and MR findings. *Yonsei Med J* 39:148–153, 1998
12. Cohen L, Schwartz A, Rockoff S: Benign schwannomas: Pathologic basis for CT inhomogeneities. *Am J Roentgenol* 147: 141-143, 1986
13. Conti P, Pansini G, Mouchaty H, Capuano C, Conti R: Spinal neurinomas: Retrospective analysis and long-term outcome of 179 consecutively operated cases and review of the literature. *Surg Neurol* 61(1): 34-43, 2004
14. Darie I, Riffaud L, Saikali S, Brassier G, Hamlat A: Olfactory ensheathing cell tumour: Case report and literature review. *J Neurooncol* 100(2): 285-289, 2010
15. De Schepper AM, Vanhoenacker F, Parizel PM, Gielen J: Imaging of soft tissue tumors, cilt 1, üçüncü baskı. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 2006: 329-330
16. Domanski HA, Akerman M, Engellau J, Gustafson P, Mertens F, Rydholm A: Fine-needle aspiration of neurilemoma (schwannoma). A clinicocytopathologic study of 116 patients. *Diagn Cytopathol* 34(6): 403-412, 2006
17. Dubrulle F, Ernst O, Vincent C, Vaneecloo FM, Lejeune JP, Lemaitre L: Cochlear fossa enhancement at mr evaluation of vestibular schwannoma: Correlation with success at hearing-preservation surgery. *Radiology* 215(2): 458-462, 2000
18. Elmalem VI, Younge BR, Biousse V, Leavitt JA, Moster ML, Warner J, Kupersmith MJ, Landau K, Brodsky MC, Frohman LP, May EF, Tomsak RL, Newman NJ: Clinical course and prognosis of trochlear nerve schwannomas. *Ophthalmology* 116(10):2011-2016, 2009
19. Enzinger FM, Weiss SW: Benign and malignant tumors of peripheral nerves. In: Enzinger FM, Weiss SW (ed). *Soft Tissue Tumors*, birinci baskı. St Louis: Mosby, 1983: 580–656
20. Enzinger FM, Weiss SW: Benign tumors of peripheral nerves. In: Enzinger FM, Weiss SW (ed). *Soft Tissue Tumors*, üçüncü baskı. St. Louis: Mosby-Year Book, 1995: 821-888
21. Ersen A, Rodriguez F, Tihan T, Rushing E: Conventional schwannoma. In: Burger PC, Scheithauer BW, Kleinschmidt-DM, Bette K (eds). *Diagnostic Pathology Neuropathology*. Salt Lake City: Amirsys Publishing, 2012: I.4.2-11
22. Gomez-Brouchet A, Delisle MB, Cognard C, Bonafe A, Charlet JP, Deguine O, Fraysse B: Vestibular schwannomas: Correlations between magnetic resonance imaging and histopathologic appearance. *Otol Neurotol* 22(1):79–86, 2001
23. Gu R, Liu JB, Zhang Q, Liu GY, Zhu QS: MRI diagnosis of intradural extramedullary tumors. *J Cancer Res Ther* 10(4): 927-931, 2014
24. Harkin JC, Reed JR: Tumors of the peripheral nervous system. Armed Forces Institute of Pathology, Washington, DC: 1968
25. Herwadker A, Vokurka EA, Evans DG, Ramsden RT, Jackson A: Size and growth rate of sporadic vestibular schwannoma: Predictive value of information available at presentation. *Otol Neurotol* 26(1): 86–92, 2005
26. Huang JH, Simon SL, Nagpal S, Nelson PT, Zager EL: Management of patients with schwannomatosis: Report of six cases and review of the literature. *Surg Neurol* 62:353–361, 2004
27. Isobe K, Shimizu T, Akahane T, Kato H: Imaging of ancient schwannoma. *AJR Am J Roentgenol* 183:331–336, 2004
28. Jee WH, Oh SN, McCauley T, Ryu KN, Suh JS, Lee JH, Park JM, Chun KA, Sung MS, Kim K, Lee YS, Kang YK, Ok IY, Kim JM: Extra-axial neurofibromas versus neurilemmomas: Discrimination with MRI. *AJR Am J Roentgenol* 183:629–633, 2004
29. Kami YN, Chikui T, Okamura K, Kubota Y, Oobu K, Yabuuchi H, Nakayama E, Hashimoto K, Yoshiura K: Imaging findings of neurogenic tumours in the head and neck region. *Dentomaxillofacial Radiology* 41:18–23, 2012
30. Kazumichi Y, Yamada K, Harada M, Kunitoku N, Goto S, Kochi M, Ushio Y: MR imaging features of a scalp plexiform schwannoma. *AJNR Am J Neuroradiol* 25:291–294, 2004
31. Kenji O, Takami T, Goto T, Ishibashi K: Schwannoma of the oculomotor nerve. *Neurology India* 54(4):437, 2006
32. Kim S, Choi JY, Huh YM, Song HT, Lee SA, Kim SM, Suh JS: Role of magnetic resonance imaging in entrapment and compressive neuropathy - what, where, and how to see the peripheral nerves on the musculoskeletal magnetic resonance image: Part 1. Overview and lower extremity. *Eur Radiol* 17(1):139-149, 2007
33. Kim SH, Choi BI, Han MC, Kim YI: Retroperitoneal neurilemoma: CT and MR findings. *AJR Am J Roentgenol* 159: 1023-1026, 1992
34. Kinoshita T, Naganuma H, Ishii K, Itoh H: CT features of retroperitoneal neurilemmoma. *Eur J Radiol* 27:67-71, 1998
35. Kivrak AS, Koc O, Emlik D, Kiresi D, Odev K, Kalkan E: Differential diagnosis of dumbbell lesions associated with foraminal widening: Imaging features. *Eur J Radiol* 71: 29–41, 2009
36. Konho M, Sato H, Sora S, Miwa H, Yokoyama M: Is an acoustic neuroma an epiarachnoid or subarachnoid tumor? *Neurosurgery*. 68(4):1006-1016, 2011
37. Kono K, Inoue Y, Nakamura H, Shakudo M, Nakayama K: MR imaging of a case of a dumbbell-shaped spinal schwannoma with intramedullary and intradural-extramedullary components. *Neuroradiology* 43(10): 864–867, 2001
38. Kumar AJ, Kuhajda FP, Martinez CR, Fishman EK, Jezic DV, Siegelman SS: Computed tomography of extracranial nerve sheath tumors with pathological correlation. *J Comput Assist Tomogr* 7: 857–865, 1983
39. Kwan TL, Tang KW, Pak KK, Cheung JY: Screening for vestibular schwannoma by magnetic resonance imaging: Analysis of 1821 patients. *Hong Kong Med J* 10(1): 38-43, 2004
40. Lane RH, Stephens DH, Reiman HM: Primary retroperitoneal neoplasms: CT findings in 90 cases with clinical and pathologic correlation. *AJR Am J Roentgenol* 152:83-89, 1989
41. Laurent F, Latrabe V, Lecesne R: Mediastinal masses: Diagnostic approach. *Eur Radiol* 8: 1148-1159, 1998
42. Le Corroller T, Sebag F, Vidal V, Jacquier A, Champsaur P, Bartoli JM, Moulin G: Sonographic diagnosis of a cervical vagal schwannoma. *J Clin Ultrasound* 37: 57–60, 2009
43. Levine E, Huntrakoon M, Wetzel LH: Malignant nerve-sheath neoplasms in neurofibromatosis: Distinction from benign tumors by using imaging techniques. *Am J Roentgenol* 149:1059–1064, 1987
44. Liessi G, Barbazza R, Sartori F, Sabbadin P, Scapinello A: CT and MR imaging of melanocytic schwannomas; report of three cases. *Eur J Radiol* 11(2):138–142, 1990
45. Lin J, Martel W: Cross-sectional imaging of peripheral nerve sheath tumors characteristic signs on CT, MR imaging, and sonography. *AJR Am J Roentgenol* 176: 75-82, 2001
46. Liu HL, Yu SY, Li GK, Wei WI: Extracranial head and neck schwannomas: A study of the nerve of origin. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngol* 268: 1343–1347, 2011
47. Lodding P, Kindblom LG, Angerveall L, Stenman G: Cellular schwannoma. A clinicopathologic study of 29 cases. *Virchows Arch Pathol* 416(3): 237–248, 1990



48. Loke TK, Yuen NW, Lo KK, Lo J, Chan JC: Retroperitoneal ancient schwannoma: Review of clinico-radiological features. *Australas Radiol* 42(2): 136-138, 1998
49. Mautner VF, Baser ME, Thakker SD, Feiger UM, Freidman JM, Kluwe L: Vestibular schwannoma growth in patients with neurofibromatosis type 2: A longitudinal study. *J of Neurosurg* 96(2): 223-228, 2002
50. Meis-Kindblom JM, Enzinger FM: Color atlas of soft tissue tumors, ikinci baskı. St. Louis: Mosby-Wolfe, 1996: 216-229
51. Mennemeyer RP, Hallman KO, Hammar SP, Reisis JE, Tytus JS, Bochus D: Melanotic schwannoma: Clinical and ultrastructural studies of three cases with evidence of intracellular melanin synthesis. *Am J Surg Pathol* 3: 3-10, 1979
52. Miettinen M, Shekitka KM, Sobin LH: Schwannomas in the colon and rectum: A clinicopathologic and immunohistochemical study of 20 cases. *Am J Surg Pathol* 25: 846-855, 2001
53. Mikami T, Minamida Y, Yamaki T, Koyanagi I, Nonaka T, Houkin K: Cranial nerve assessment in posterior fossa tumors with fast imaging employing steady-state acquisition (FIESTA). *Neurosurg rev* 28(4): 261-266, 2005
54. Miller RT, Sarikaya H, Sos A: Melanotic schwannoma of the acoustic nerve. *Arch Pathol Lab Med* 220: 153-154, 1986
55. Moffat D, De R, Hardy D, Moumoulidis I: Surgical management of trigeminal neuromas: a report of eight cases. *J Laryngol Otol* 120(8): 631-637, 2006
56. Murphey MD, Smith WS, Smith SE, Kransdorf MJ, Temple HT: Imaging of musculoskeletal neurogenic tumors: Radiologic-pathologic correlation. *RadioGraphics* 19: 1253-1280, 1999
57. Muto J, Kawase T, Yoshida K: Meckel's cave tumors: Relation to meninges and minimally invasive approaches for surgery: Anatomic and clinical studies. *Neurosurgery* 67 Suppl Operative 3: 291-298, 2010
58. Muzaffar S, Ketonen L, Weinberg JS, Schellingerhout D: Imaging and clinical features of an intraaxial brain stem schwannoma. *AJNR Am J Neuroradiol* 31(3): 567-569, 2010
59. Nakamura H, Jokura H, Takahashi K, Boku N, Akabane A, Yoshimoto T: Serial follow-up MR imaging after gamma knife radiosurgery for vestibular schwannoma. *AJNR Am J Neuroradiol* 21(8): 1540-1546, 2000
60. Nonaka Y, Grossi PM, Bulsara KR, Taniguchi RM, Friedman AH, Fukushima T: Microsurgical management of hypoglossal schwannomas over 3 decades: A modified grading scale to guide surgical approach. *Neurosurgery* 69 Suppl Operative 2:121-140, 2011
61. Park JH, Cho YH, Kim JH, Lee JK, Kim CJ: Abducens nerve schwannoma: Case report and review of the literature. *Neurosurg Rev* 32(3): 375-378, 2009
62. Phan DC, Gleason BC: Recent developments in benign peripheral nerve sheath tumors. *J Cutan Pathol* 35(12): 1165-1169, 2008
63. Propp JM, McCarthy BJ, Davis FG, Preston-Martin S: Descriptive epidemiology of vestibular schwannomas. *Neuro Oncol* 8(1): 1-11, 2006
64. Reynolds DL, Jr, Jacobson JA, Inampudi P, Jamadar DA, Ebrahim FS, Hayes CW: Sonographic characteristics of peripheral nerve sheath tumors. *AJR Am J Roentgenol* 182: 741-744, 2004
65. Rha SE, Byun JY, Jung SE, Chun HJ, Lee HG, Lee JM: Neurogenic tumors in the abdomen: Tumor types and imaging characteristics. *Radiographics* 23(1): 29-43, 2003
66. Ribet ME, Cardot GR: Neurogenic tumors of the thorax. *Ann Thorac Surg* 58: 1091-1095, 1994
67. Rowlands D, Edwards C, Collins F: Malignant melanotic schwannoma of the bronchus. *J Clin Pathol* 4: 1449-1455, 1987
68. Russell DS, Rubinstein LJ: Tumours of the cranial, spinal and peripheral nerve sheaths. Pathology of tumours of the nervous system, beşinci baskı. London: Edward Arnold, 1989: 533-589
69. Sakai F, Sone S, Kiyono K, Maruyama A, Ueda H, Aoki J, Kawai T, Ishii K, Morimoto M, Haniuda M, Koizumi T: Intrathoracic neurogenic tumors: MR-pathologic correlation. *Am J Roentgenol* 159: 279-283, 1992
70. Salzman KL, Davidson HC, Harnsberger HR, Glastonbury CM, Wiggins RH, Ellul S, Shelton C: Dumbbell schwannomas of the internal auditory canal. *AJNR Am J Neuroradiol* 22: 1368-1376, 2001
71. Sarlomo-Rikala M, Miettinen M: Gastric schwannoma: A clinicopathological analysis of six cases. *Histopathology* 27: 355-360, 1995
72. Sasaki K, Kohto T, Mun M, Yoshiya T: Thoracoscopic removal of middle mediastinal schwannoma originating from the recurrent nerve. *Thorac Cardiovasc Surg* 56: 375-377, 2008
73. Scheithauer BW, Woodruff J, Erlandson RA: Atlas of Tumor Pathology: Tumors of the Peripheral Nervous System, üçüncü baskı. Washington DC: AFIP, 1999
74. Scheithauer BW, Louis DN, Hunter S, Woodruff JM, Antonescu CR: Schwannoma. In: Louis DN, Ohgaki H, Wiestler OD, Cavenee WK (eds). WHO Classification of Tumours of the Central Nervous System, dördüncü baskı. Lyon: IARC Press, 2007: 152-155
75. Schindler OS, Dixon J, Case P: Retroperitoneal giant schwannomas: Report on two cases and review of the literature. *J Orthop Surg* 10: 77-84, 2002
76. Sharma BS, Ahmad FU, Chandra PS, Mahapatra AK: Trigeminal schwannomas: Experience with 68 cases. *J Clin Neurosci* 15(15): 738-743, 2008
77. Sharma SK, Koleski FC, Husain AN, Albala DM, Turk TMT: Retroperitoneal schwannoma mimicking an adrenal lesion. *World J Urol* 20: 232-233, 2002
78. Simoens WA, Wuyts FL, De Beuckeleer LH, Vandevenne JE, Bloem LJ, De Schepper AMA: MR features of peripheral nerve sheath tumors: Can a calculated index compete with radiologist's experience? *Eur Radiol* 11(2): 250-257, 2001
79. Strollo DC, Rosado-de-Christenson ML, Jett JR: Primary mediastinal tumors: Part II. Tumors of the middle and posterior mediastinum. *Chest* 112: 1344-1357, 1997
80. Sughrue ME, Yeung AH, Rutkowski MJ, Cheung SW, Parsa AT: Molecular biology of familial and sporadic vestibular schwannomas: Implications for novel therapeutics. *J Neurosurg* 114(2): 359-366, 2011
81. Tateishi U, Gladish GW, Kusumoto M, Gladish GW, Kusumoto M, Hasegawa T, Yokoyama R, Tsuchiya R, Moriyama N: Chest wall tumors: Radiological findings and pathologic correlation. Part 1. Benign tumors. *RadioGraphics* 23: 1477-1490, 2003
82. Thamburaj K, Radhakrishnan VV, Thomas B, Nair S, Menon G: Intratumoral microhemorrhages on T2\*-weighted gradient-echo imaging helps differentiate vestibular schwannoma from meningioma. *AJNR Am J Neuroradiol* 29(3): 552-557, 2008
83. Vorasubin N, Sang U H, Mafee M, Nguyen QT: Glossopharyngeal schwannomas: A 100 year review. *Laryngoscope* 119(1): 26-35, 2009



84. Weber AL, Montandon C, Robson CD: Neurogenic tumors of the neck. *Radiol Clin N Am* 38: 1077–1090, 2000
85. Weiss SW, Goldblum JR: *Enzinger and Weiss's Soft Tissue Tumors*, beşinci baskı. St. Louis: Mosby, 2007: 1268
86. White W, Shiu MH, Rosenblum MK, Erlandson RA, Woodruff JM: Cellular schwannoma. A Clinicopathologic study of 57 patients and 58 tumors. *Cancer* 66(6): 1266–1275, 1990
87. Wiggins RH 3<sup>rd</sup>, Harnsberger HR, Salzman KL, Shelton C, Kertesz TR, Glastonbury CM: The many faces of facial nerve schwannoma. *AJNR Am J Neuroradiol* 27(3): 694–699, 2006
88. Woodruff JM, Kourea HP, Louis DN, Scheitauer BW: Schwannoma. In: Kleihues P, Cavenee WK (ed). *Tumors of the Nervous System*. Lyon: IARC Press, 2000: 164–166
89. Wu EH, Tang YS, Zhang YT, Bai RJI: CT in diagnosis of acoustic neuromas. *AJNR Am J Neuroradiol* 7(4): 645–650, 1986
90. Yasumatsu R, Nakashima T, Miyazaki R, Segawa Y, Komune S: Diagnosis and management of extracranial head and neck schwannomas: A review of 27 cases. *Int J Otolaryngol* 2013: 1–5, 2013
91. Zbären P, Becker M: Schwannoma of the brachial plexus. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 105: 748–750, 1996