



# Omuz çevresi nöral patolojilere yaklaşımda cerrahi teknikler ve klinik sonuçları

## Surgical techniques and clinical results in neural pathologies around the shoulder

Mehmet Armangil , Yener Yoğun, Uğur Bezirgan

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, El Cerrahisi Bölümü, Ankara

Omuz çevresi nörolojik ve damarsal yaralanmalar çok yaygın olmamakla beraber gözden kaçmış, tanı almamış vakalar çok ciddi klinik sonuçlara ve medikolegal problemlere neden olabilmektedir. Ayrıca bu tür nörolojik yaralanmaların tedavisi hem hastalar için hem de cerrahlar için zorlu ve uzun bir süreçtir. Omuz çevresi nörolojik ve damarsal yaralanmalar genellikle motorlu taşıt kazaları, ateşli silah yaralanmaları, baş üstü fırlatma aktiviteleri içeren sporlarda meydana gelirler. Sinir hasarının mekanizmaları arasında doğrudan basınç, tekrarlayan mikrotrauma, kompresyon veya gerilme kaynaklı iskemi yer alır. Aksiller, muskulokutan, supraskapular, uzun torasik sinirlerin yanı sıra supraklaviküler ve infraklaviküler brakial pleksus yaralanmalarından sonra omuz bölgesinde belirgin klinik sendromlar oluşabilir. Bilinen kemik, yumuşak doku veya vasküler yaralanma yokluğunda bir hasta ağrı, güçsüzlük veya paresteziden şikayet ettiğinde sinir hasarından şüphelenilmelidir. Damarsal yaralanma varlığında veya yüksek enerjili travma sonrası şiddetli ağrı ve kas felci durumlarında cerrahi tedavi endikedir. Penetran yaralanması olmayan çoğu olguda sinir iyileşmesi 3-5 ay takip edilir. Klinik veya sinir iletim çalışmalarında iyileşme belirtisi olmadığında cerrahi tedavi endikedir. Bu makale, omuz çevresinde sık görülen sinir yaralanmalarının tedavisini ve cerrahi tedaviden sonraki klinik sonuçları tartışmaktadır.

**Anahtar sözcükler:** brakial pleksus yaralanması; omuz; sinir transferi; sinir yaralanması

Although neurological and vascular injuries around the shoulder are not very common, overlooked and undiagnosed cases can cause very serious clinical results and medico-legal problems. In addition, the treatment of such neurological injuries is challenging and is a long period for both the patients and the surgeons. They often occur after motor vehicle accidents, gunshot wounds, in sports involving overhead throwing activities. Mechanisms of nerve damage include ischemia from direct pressure, repetitive microtrauma, compression, or stretch. After injuries of the axillary, musculocutaneous, suprascapular, long thoracic nerves, as well as the supraclavicular and infraclavicular brachial plexus, prominent clinical syndromes may occur around the shoulder. In the absence of bone, soft tissue, or vascular injury, nerve injury should be suspected when a patient complains of pain, weakness, or paresthesia. Surgical treatment is indicated in the presence of vascular injury or in cases of severe pain and muscle paralysis after high-energy trauma. In most cases without open trauma, nerve healing is followed for 3-5 months. Surgical treatment is indicated when there is no evidence of improvement in clinical or nerve conduction studies. This article discusses the management of common nerve injuries around the shoulder and the clinical outcome after surgical treatment.

**Key words:** brachial plexus injury; shoulder; nerve transfer; nerve injury

Omuz çevresi nörolojik ve damarsal yaralanmalar çok yaygın olmamakla beraber gözden kaçmış, tanı almamış vakalar çok ciddi klinik sonuçlara ve medikolegal problemlere neden olabilmektedir. Omuz çevresi nörolojik yaralanmalar omuz çıkığı, proksimal humerus kırığı, brakial pleksusun traksiyon yaralanması, künt yumuşak doku yaralanması ve penetran yaralanmalardan sonra oluşabilmektedir. Brakial pleksus ve aksiller damarların proksimal

humerusa yakınlığı nedeniyle, bu yapılar herhangi bir omuz travmasından sonra yaralanabilmektedirler.<sup>[1]</sup>

Omuz eklemi vücudumuzdaki en fazla hareket açıklığına sahip eklemdir. Bu geniş eklem hareket açıklığı, eklem stabilitesini tehlikeye atar ve dolayısıyla omuz eklemi çıkıklara eğilimli hale getirir.<sup>[2]</sup> Omuz eklemi bildirilen %1,7 prevalansı ile en sık çıkık görülen majör eklemdir.<sup>[3]</sup> Omuz eklemi ve brakial pleksusun anatomik yakınlığı nedeniyle, sinir yaralanmaları insidansı

**İletişim / Contact:** Prof. Dr. Mehmet Armangil • **E-posta / E-mail:** mehmetarmangil@yahoo.com

**ORCID ID:** Mehmet Armangil, 0000-0003-0433-0253 • Yener Yoğun, 0000-0002-3070-5509 • Uğur Bezirgan, 0000-0001-9053-8637

**Geliş / Received:** 10 Ocak 2022 • **Kabul / Accepted:** 6 Şubat 2022

%21-65 olarak bildirilmektedir. Hemen hemen tüm vakalarda, humerus başının aşağı doğru yer değiştirmesiyle traksiyona bağlı sinir patolojileri bildirilmiştir.<sup>[4]</sup> Ayrıca omuz çevresinde travma dışı supraklavikuler sinirin sıkışması sonucu supraspinatus ve infraspinatus kas güçsüzlüğü de oluşabilmektedir.

Akut omuz travması sonrası gelen bir hastayı başlangıçta değerlendirirken ve tedavi planlaması yaparken brakial pleksus, periferik sinirler, aksiller arter veya ven yaralanma potansiyeli göz önünde bulundurulmalıdır.

## SİNİR YARALANMALARI

Nörovasküler yaralanmalar ya anatomik yerleşime göre ya da sinir yaralanmasının derecesine göre sınıflandırılabilir. Anatomik olarak lezyonlar supraklaviküler veya infraklaviküler olarak tanımlanabilir.

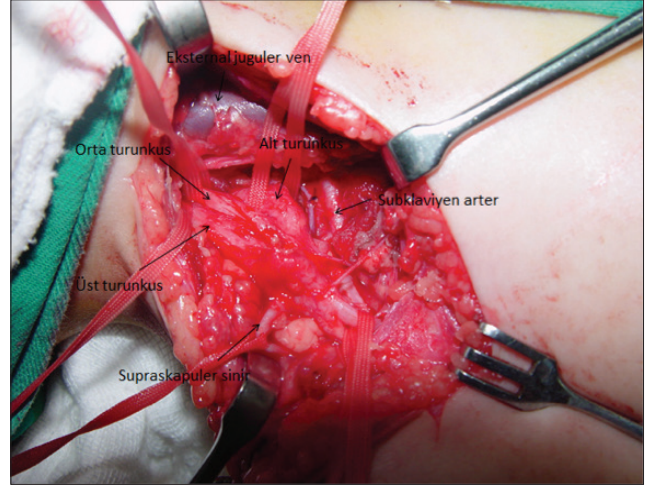
### 1. BRAKİYAL PLEKSUS YARALANMALARI

Brakial pleksus tipik olarak beşinci servikal (C5) ve birinci torasik (T1), ara sıra dördüncü servikal (C4) veya ikinci torasik (T2) spinal sinirlerin katkısıyla oluşur. Üst ekstremitayı innerve eden her sinir brakial pleksustan çıkar. Beş kök (*root*), üç gövde (*turunus*), altı bölme (*division*), üç kordon ve uç dallarından oluşur. Brakial pleksus yaralanmaları, en sık motosiklet yaralanmaları olmak üzere, ciddi omuz kuşağı travmaları, ateşli silah yaralanmaları ve delici yaralanmalardan sonra oluşabilir.<sup>[5]</sup>

Motosiklet yaralanmalarında meydana gelen traksiyon yaralanmalarında damarsal yaralanmalar da eşlik edebilir. Distal nabızların zayıflaması olmadan (ekstremitede distalinde iyi bir dolaşım olsa bile) klavikula çevresinde belirgin morarma veya şişlik varlığında damar yaralanmalarından şüphelenilmelidir. Damar yaralanması mevcut olduğunda, tercihen aynı anda, acil vasküler ve sinir onarımıyla cerrahi müdahale endikedir. Ayrıca yüksek enerjili travma ve şiddetli ağrı veya kas felci içeren brakial pleksus yaralanmaları genellikle erken bir ameliyat gerektirir. Bu acil durum senaryolarının yokluğunda, hastalar cerrahi tedaviye karar vermeden önce genellikle 3-5 ay boyunca takip edilir. Klinik veya sinir iletim çalışmalarında iyileşme belirtisi olmadığında veya spontan iyileşmenin imkansız olduğu durumlarda cerrahi endikedir.<sup>[6]</sup>

### Cerrahi Yaklaşım

**Eksplorasyon (supraklaviküler ve infraklaviküler):** Hasta supin pozisyonda ve aynı taraf ekstremitesi el masasında abduksiyon pozisyonda olmalıdır. Genellikle karşı taraf alt ekstremitede, boyun ve göğüs kafesinin yarısından fazlası boyanmalıdır. Eğer proksimal pleksusun

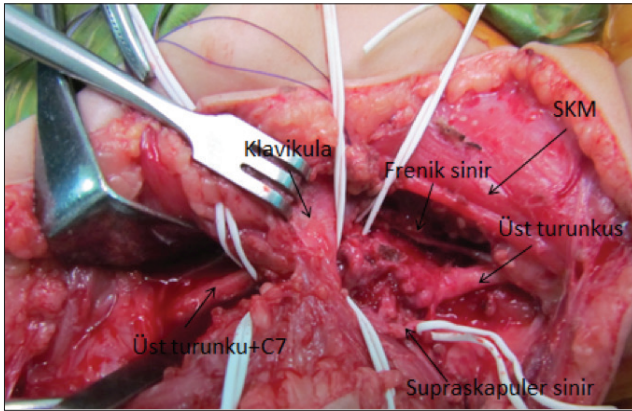


Şekil 1. Supraklaviküler yaklaşım.

anatomik rekonstrüksiyonu planlandıysa omuz addukte pozisyonunda iken supraklavikuler yaklaşım tercih edilir. Distal onarımlar için infraklavikuler yaklaşım uygundur.

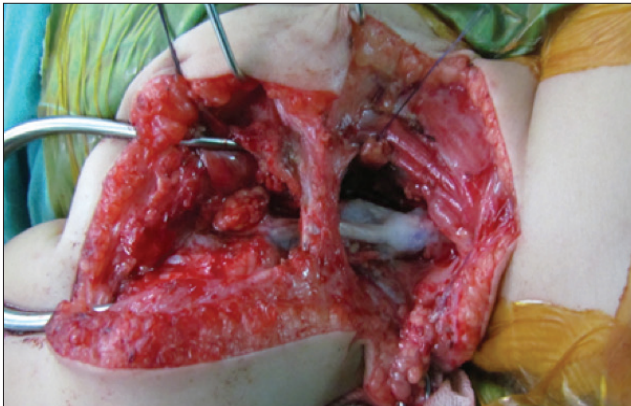
Supraklavikuler yaklaşım için klavikulanın 1-2 cm yukarısından transvers kesi yapılır. Eğer kökler de eksplore edilecekse sternokleidomastoid (SKM) kasın arka sınırından kesi başa doğru uzatılır. Proksimal brakial pleksusu açığa çıkarmak için SKM kası ön tarafa, yağ yastığı (*fat pad*) üst tarafa ekarte edilir. Yağ yastığı disseke edilirken karşımıza çıkan supraklavikuler sinirlerin korunmasına dikkat etmek gerekir. Kökler ön ve orta skalen kaslar arasında bulunmaktadır ve frenik sinir de ön skalen kasın ön yüzünde longitudinal olarak geçmektedir (Şekil 1).

Infraklavikuler yaklaşım için kesi klavikuladan koltuk altı ön duvarına, oradan da deltopektoral olarak uzatılabilir. Koltuk altı ön duvarında zikzak kesiler tercih edilir. Brakial pleksusa tam yaklaşım için pektoralis majör kası humerus yapışma yerinde kesilip mediale doğru ekarte edilmelidir. Pektoralis minör başlangıç yerine yakın yerde üste doğru ikiye ayrılır. Yaralanma bölgesini ve derecesini belirlemek için ameliyat esnasında geniş inceleme ve elektrik stimülatörüyle muayene yapılmalıdır. Yaralanmış sinir bölümü, normal sinir dokusundan daha kalın ve serttir ayrıca skar dokusu da belirgindir. Hasarlanan segmentin internal nörolizi, hem hasarlı skar dokusuna bağlı kompresyonu azaltır hem de fasiküllerin direkt olarak değerlendirilmesini sağlar. Daha ileri değerlendirme için sinir stimülatörü kullanılır. Sinir stimülatörüyle kas kasılması gözleniyorsa skarlı dokuda sadece nöroliz yapılır. Eğer stimülatörle kas kasılması gözlenmiyorsa nöroma rezeksiyonundan sonra sinir greftiyle onarım veya sinir transferleri yapılır (Şekil 2).



Şekil 2. Supraklaviküler ve infraklaviküler yaklaşım.

**Sinir grefti ile onarım:** Sinir grefti ile rekonstrüksiyon endikasyonları; direkt sinir yaralanmasında boşluk (*gap*) olması, nöroma rezeksiyonunun yapılması veya sinir transferi yapıldığı zaman alıcı ve verici (donör) sinir arasında boşluk olması sayılabilir (Şekil 3). Greft için sıklıkla medial antebrakiyal kutanöz ve sural sinir kullanılmaktadır. Biz klinik olarak daha uzun sinir grefti sağladığından ve iki ekibin aynı anda çalışmasına olanak sağladığından karşı taraf bacağın sural sinirini kullanmayı tercih ediyoruz. Karşı taraf ayak bilek distalinden lateral malleol ve aşil tendonu arasından longitudinal kesi yapılır. Distalde sural sinir bulunduğundan sonra proksimale doğru diseke edilir. İhtiyaç duyulan sinir uzunluğuna göre proksimale doğru kesi uzatılır. Sural sinirin distaline işaret konular ve her iki taraftan kesilir. Greftleme esnasında sural sinirin distal ucu proksimale gelecek şekilde tamir yapılır. Genellikle 2-3 kabloyla sinir grefti ile onarım yapılmalıdır. Genel olarak 6 cm'den uzun olmayan sinir greftlerin başarıları daha yüksektir.



Şekil 3. Nöroma eksizyonu sonrası sural sinir grefti ile onarım yapılan hastanın tamir sonrası görüntüsü. Sinir greftlemesi sonrası onarım yerine fibrin yapıştırıcı uygulandı.

## 2. AKSİLLER SİNİR YARALANMASI

Aksiller sinir, omuz travmalarında en sık yaralanan sinirdir ve sıklıkla brakial pleksus yaralanmasıyla ilişkilidir. Aksiller sinir hasarı, omuz çıkığının en sık görülen komplikasyonudur.<sup>[1]</sup> Omuz çıkıklarının elektromiyografi/sinir iletim çalışmalarıyla elektromiyografi/sinir iletim çalışması (EMG/SiÇ) %54 oranında subklinik aksiller sinir lezyonu saptanabilmektedir.<sup>[7]</sup> Bu yüksek yaralanma oranına rağmen, aksiller sinir lezyonlarının çoğu cerrahi dışı tedaviyle iyileşir.<sup>[8]</sup> Elli yaşından büyük hastalarda ve 12 saatten uzun süren çıkık durumlarında kalıcı sinir hasarı oluşma ihtimali daha yüksektir.<sup>[1]</sup> Futbol ve hokey sporlarında künt travma sonrasında deltooid kasının derin liflerine kompresyon sonucu aksiller sinir yaralanması olabileceği de bildirilmiştir.<sup>[9]</sup>

Omuz travmasını takip eden ilk üç ay içinde çoğu aksiller sinir yaralanmasında konservatif tedavi yaklaşımı endikedir. Üç ila dört haftada EMG/SiÇ yapılabilir. Tedavide ilk konservatif yaklaşım savunulur çünkü çoğu hastada ameliyatsız tedaviyle iyi sonuçlar alınır. Hastalarda altı ila dokuz ay arasında herhangi bir klinik düzelleme veya EMG'de iyileşmesi olmazsa, hastalar nöroliz ve muhtemel sinir grefti ile cerrahi eksplorasyon için sevk edilmelidir. Aksiller sinir felci geç başvurularında (12 aydan fazla), sinir onarımının sonucu kötüdür.<sup>[1]</sup>

Aksiller sinirin izole yaralanmasında farklı tedavi seçenekleri mevcuttur. Geleneksel olarak posterior kord distalindeki izole aksiller lezyonlar için tercih edilen tedavi sinir greftiyle cerrahi onarımdır. Bu tedavi potansiyel olarak aksiller sinirin hem ön hem de arka dallarının iyileşmesini sağlar. 1948'de Lurje, servikal 5-6 (C5-C6) seviyelerinde lezyonu olan bir hastada radial sinirin triseps fasiküllerini sinir grefti olmaksızın aksiller sinire transfer etme tekniğini tanımladı.<sup>[10]</sup> Nath ve Mackinnon daha sonra Lurje'nin tekniğini kullanarak beş hastada tatmin edici sonuçlar bildirdiler.<sup>[11]</sup> Daha sonra triseps kasının hem lateral hem de medial başını innerve eden radial sinir liflerinin verici (donör) olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.<sup>[12,13]</sup> Alıcı sinir için uygun boyutta olması, sabit dallanma noktası ve alıcı sinire yakınlığı nedeniyle trisepsin uzun başına giden radyal siniri genellikle tercih edilir. Ayrıca trisepsin uzun başının dirsek ekstansiyonuna en az katkı vermesi de bir diğer tercih edilme sebebidir.<sup>[14]</sup>

### Cerrahi Yaklaşım

**Radyal sinirin (trisepsin uzun başına giden dalı) aksiller sinire transferi (posterior yaklaşım):** Bu sinir transferi için triseps kas gücü en az M4 olmalıdır. Hasta, etkile-

nen üst ekstremitenin altında bir kum torbasıyla sırtüstü pozisyona getirilir. Etkilenen kol göğsün karşısına yerleştirilir, böylece omzun arka yüzü ortaya çıkar.

Arka deltoidin sınırı boyunca yaklaşık 12 cm'lik kavisi bir kesi yapılır. Deltoid atrofik olduğu için posterior yapıma yerini spina skapuladan ayırmaya gerek kalmadan kolayca yükseltilebilir. Trisepsin uzun ve lateral başları arasındaki aralık, daha sonra kuadrilateral boşluğu ve trianguler aralığı ortaya çıkarmak için uzatılır. Teres major, kuadrilateral boşluğu trianguler aralıktan ayıran anahtar yapıdır. Daha sonra, trianguler aralıktaki radyal sinir izole edilir. Genellikle teres majör alt kenarının yaklaşık 1 cm proksimalinde çıkan sinirin ilk dalı, triseps uzun başının siniridir.

Aksiller sinire kuadrilateral boşlukta posterior sirkumfleks humeral arter ve ven eşlik eder. Aksiller sinir boşluktan çıktıktan sonra teres minöre bir dal verir ve daha sonra 1 ile 3 ön dala ve 1 arka dala ayrılır. Deltoid kasın ana motor dalı olan ön dal(lar) mümkün olduğunca proksimale doğru disseke edilir. Sinirlerin elektriksel uyarımı, trisepslerin güçlü kasılmalarını doğrulamak için kullanılır. Aynı zamanda deltoid adalesinde kasılmamanın olmaması da önemlidir. Triseps uzun başına giden sinirin (donör) kasa girmeden hemen önce mümkün olduğunca distalden, aksiller sinirin (alıcı) ön dalı ise mümkün olduğunca proksimalden kesilip nörotize edilir.

### Klinik Sonuçlar

İzole aksiller sinir yaralanması olan ve radyal sinirin trisepsin uzun başına giden dalının aksiller sinire transferi ile tedavi edilen 21 hastalık seride, ortalama M4 deltoid gücü elde ettiklerini belirtilmiştir.<sup>[15]</sup> Birkaç çalışmada da izole aksiller sinir hasarının radyal sinir transferiyle başarılı bir şekilde tedavi edilebileceğini gösterilmiştir.<sup>[16,17]</sup>

Okazagi ve ark. spinal aksesuar sinirin supraskapular sinire ve triseps dalının uzun başına giden radyal sinirin aksiller sinire transfer yaptıkları yedi hastadan oluşan seride, tüm hastalarda M4 deltoid fonksiyonu ortalama 124° abduksiyon elde etmişlerdir.<sup>[8]</sup> Bertelli ve ark. C5-C6 yaralanması olan 10 hastada ikili sinir transferlerinin sonuçlarını yayınlamışlardır. Üç hasta M4 ve yedi hastada M3 gücünde omuz abduksiyonu elde etmişlerdir.<sup>[18]</sup> Ortalama abduksiyon 92° ve ortalama dış rotasyon ise 93°'ydi.<sup>[18]</sup> Leechavengvongs Somsak ve ark. yaptığı C5-C6 yaralanmalı 15 hastadan oluşan başka bir seride; 13 hastanın M4 deltoid fonksiyonu, iki hastanın ise M3 deltoid fonksiyonu kazandığını bildirmişlerdir. Hastaların ortalama omuz abduksiyonu 115° ve ortalama dış rotasyon 97° olarak bildirmişlerdir.<sup>[19]</sup>

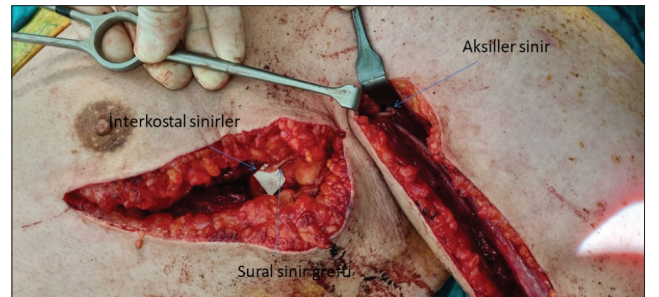
**İnterkostal sinirlerin aksiller sinire transferi:** C5 ila C7 kök avülsiyon yaralanmalarında, triseps zayıflar veya felç olur. Bu vakalarda radyal sinir donör sinir olarak kullanılmaya uygun değildir. Bu durumda interkostal sinirler, aksiller sinir yaralanmaları için potansiyel donör sinirlerdir.

İnterkostal sinirin ortaya çıkarılması için beşinci kaburganın alt sınırı boyunca parasternal sınırdan midaksiller hatta uzanan eğrisel bir kesi yapılır. Pectoralis majör ve minör, dördüncü ila altıncı kaburgaları ortaya çıkarmak için kaldırılır. Verici olarak genellikle dördüncü ve beşinci interkostal sinirler kullanılır. Her kaburganın ön fasyası kesilir. Periost elevatörü, her bir kaburgayı internal ve eksternal interkostal kaslardan ayırmak için kullanılır. Her interkostal sinir, iç interkostal kasın altında tanımlanır. Diseksiyon parasternal sınırdan midaksiller hatta kadar devam eder. İnterkostal sinirlere, damarlara veya plevraya zarar vermemek için büyük özen gösterilmelidir. Midaksiller hattın hemen önünde, interkostal sinirin hareketliliğini arttırmak için her bir interkostal sinirin duyu dalı tanımlanır ve kesilir.

Aksiller sinirin posterior yaklaşımla açığa çıkarılması önceki başlıkta anlatılmıştır. Aksiller sinire ulaşmak için interkostal sinirler aksilladaki cilt altı bir tünelden geçirilir. Transferi gerçekleştirdikten sonra, nörotizasyonda aşırı gerilim olmadığından emin olmak için intraoperatif olarak tam pasif omuz abduksiyon yapılır ve gerginlik kontrol edilir (Şekil 4).

### Klinik Sonuçlar

Samard zic ve ark. aksiller sinire interkostal sinir transferi ile %33 oranında mükemmel ve iyi sonuçlar bildirmişlerdir.<sup>[20]</sup> Malungpaishrope ve ark. da supraskapular sinire spinal aksesuar sinir transferi ve anterior aksiller sinire iki interkostal sinir transferi yapılan 10 hastada ortalama 69°'lik bir omuz abduksiyonu olduğunu belirtmişlerdir.<sup>[21]</sup>



Şekil 4. İnterkostal sinirlerin sural sinir grefti ile aksiller sinire transferi.

### 3. SUPRASKAPULAR SİNİR YARALANMASI

Supraskapular sinir hem duyuşsal hem de motor lifleri içeren bir sinirdir. Brakiyal pleksusun üst gövdesinden, özellikle C5 ve C6 köklerinden ve bazen de %50'ye varan oranda C4 kökünden dal alır. Posterior servikal üçgenden laterale doğru ilerler ve supraskapular çentiğe ulaşır.<sup>[6]</sup>

Supraskapular sinirin yaralanma mekanizmaları; Erb noktasıyla supraskapular çentik arasında sinirin gerilmesinden kaynaklanan traksiyon, sürtünme, doğrudan yaralanma ve baş üstü spor aktivitelerinde tekrarlayan mikrotravmayı içerir. Supraskapular sinir sıkışmasının bir başka nedeni de spinoglenoid çentikte bir ganglion kistidir. Bu kistler posterior labral yaralanma ve posterior omuz instabilitesiyle ilişkili görünmektedir.<sup>[22]</sup>

Supraskapular sinir, supraspinatus ve infraspinatus kaslarını innerve eder. Distal yaralanmalarda sadece infraspinatus kası etkilenir ve kolun dış rotasyonunda zayıflık olur. Supraspinatus da etkilenmişse, o zaman kol elevasyonunda, özellikle 90° ile 180° arasında ek bir zayıflık vardır. Öykü ve diğer olası bulgular arasında kronik baş üstü sporlar, omuz travması veya cerrahi öyküsü, masif ve geri çekilmiş rotator manşet yırtığı, supraspinatus ve infraspinatus atrofisi, akromiyoklaviküler eklem ve/veya eklem hattının posteromedialinde hasasiyet bulunur. Supraskapular sinirin yaralanması veya nöropatisi düşünüldüğünde, elektrofizyolojik çalışmalar ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) her zaman kullanılmalıdır. Elektromiyografi (EMG) ve sinir iletim hızı çalışmaları, iletim gecikmesi ve denervasyon belirtileri gösterebilir. MRG'de, labral veya rotator manşet yırtıklarının, ganglion kistlerinin ve diğer kompresif lezyonların tanısında faydalı olacaktır.<sup>[23]</sup>

Özellikle aşırı kullanım sonrası supraskapular sinir nöropatisi olan hastaların çoğu için başlangıç tedavisi cerrahi olmamalıdır. Aktivite modifikasyonu, nonsteroid antiinflatuar ilaçlar ve omuz eklemine tam hareket açıklığını korumak için bir fizik tedavi protokolü önerilir.<sup>[6]</sup> Çoğu hastada fonksiyonel iyileşme ve ağrı rahatlaması sağlansa da, semptomları uzamış (3-6 ay), masif rotator manşet yırtığı veya ganglion kisti gibi yer kaplayan bir lezyonu olanların konservatif yaklaşımdan fayda görmeleri olası değildir.<sup>[24]</sup>

#### Cerrahi Yaklaşım

**Spinal aksesuar sinirin supraskapular sinire transferi:** Spinal aksesuar sinir, sternokleidomastoid ve trapezius kaslarını innerve eden saf bir motor sinirdir. Donör sinir olarak kullanıldığında, trapeziusun bir miktar işlevini korumak için üst ve orta trapezius dallarını korurken dis-

tal dalı izole etmek önemlidir. Bu sinir transferinin fonksiyonel amacı, kolun bir miktar abduksiyonunu ve ileri fleksiyonunu yeniden kazanmaktır. Omuzun dış rotasyonunu değişken derecelerde geri kazanılabilir ve bu ancak skapula stabil olduğunda elde edilebilir.

Bu sinir transfer için trapezius kas gücü en az M4 olmalıdır. Hasta, etkilenen üst ekstremitede skapula altına bir kum torbası konularak sırtüstü yatırılır. Baş karşı tarafa çevrilir ve venöz konjesyonu azaltmak için vücudun üst kısmı hafifçe kaldırılır (şezlong pozisyonu). İntraoperatif elektrik stimülasyonuna izin vermek için uzun etkili paralizan ajanlar ve kas gevşetici ameliyat esnasında kullanılmamalıdır.

Supraklaviküler pleksusun eksplorasyonu için "V" şeklinde bir insizyon yapılır. Trapeziusun lateral kısmı distal klavikülden 1 ila 2 cm ayrılır. Diseksiyon daha sonra trapez kasının ön yüzeyinde klavikulanın birkaç santimetre yukarısında gerçekleştirilir. Siniri tespit etmek için dönüm noktası, sinire eşlik eden enine servikal damarlardır. Spinal aksesuar sinirin distal kısmını belirlemek için damarların etrafında bir elektrik stimülatörü kullanılabilir. Bu sinir, uyarıldığında herhangi bir kas tepkisi oluşturmayacak olan servikal pleksustan gelen küçük dallarla karıştırılmamalıdır. Spinal aksesuar sinir mümkün olduğu kadar distale doğru diseke edilmelidir. Supraskapular sinir normalde üst gövdeden (turunkus) klavikulanın 2 ila 3 cm yukarısında bulunur. Supraskapular sinir daha sonra distalden proksimale doğru izlenir ve donör spinal aksesuar sinir ile koaptasyondan önce üst gövdeden ayrılır.

#### Klinik Sonuçlar

Klinik sonuç, yaralanma tipi ve gerçekleştirilen sinir transferlerinin sayısı dahil olmak üzere birçok faktörden etkilenir. Yaralanma ne kadar kapsamlı olursa, omuz fonksiyonunun sonucu o kadar kötü olur ve rapor edilen ortalama omuz abduksiyonu 45° ile 122° arasında değişir.<sup>[25]</sup> Dış rotasyonun sonuçları tutarsız olmakla beraber, 0°'den 118°'ye kadar değişen hareket açıklıkları bildirilmiştir.<sup>[26,27]</sup>

### 4. MUSKULOKUTAN SİNİR YARALANMASI

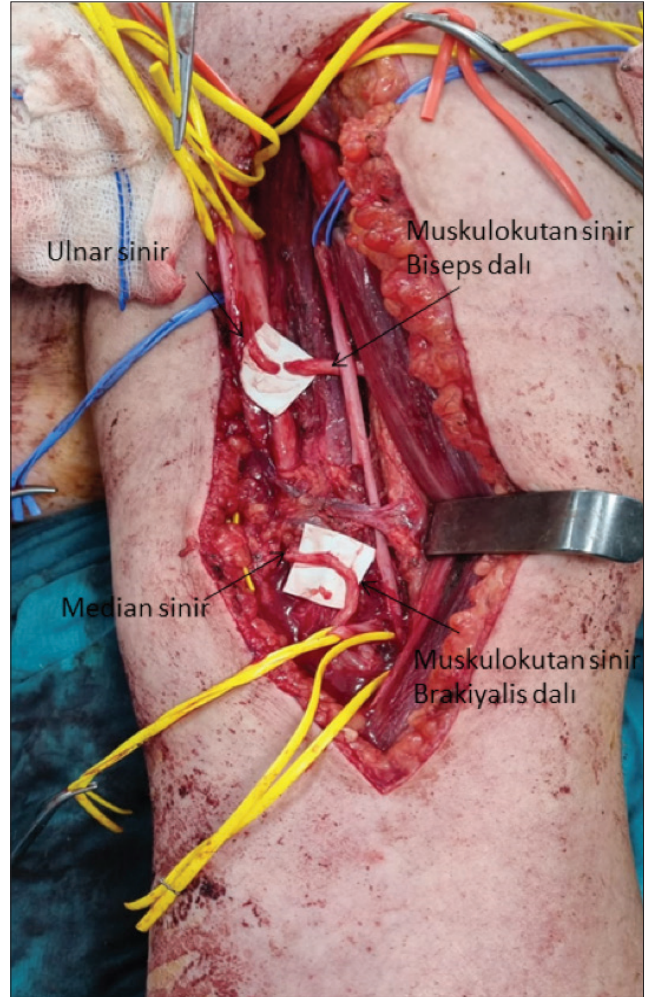
İzole muskulokutan sinir hasarı çok nadir görülür. Sıklıkla brakiyal pleksus yaralanmalarıyla ilişkilidir. Penetran yaralanma veya korakoide künt travma sonucu izole yaralanmalar meydana gelebilir. Glenohumeral eklem çıkışını takiben muskulokutanöz sinirde traksiyonu yaralanması görülebilir. Çoğu muskulokutan sinir palsisi, dirsek fleksiyonunda zayıflık, lateral önkol boyunca

ağrı ve uyuşukluk ile birlikte karışık motor ve duysal eksiklik olarak ortaya çıkar. Nadiren, biceps ve brakiyalis kası arasında sinir sıkıştıkça dirsek ekstansiyonuyla şiddetlenen saf bir duyu nöropatisi oluşur. Bir muskulokutan sinir yaranması tanısı konmuşsa, EMG/SİÇ ile üç ila dört haftadan başlayarak belli aralıklarla hasta takibe alınır. Altı ila dokuz ayda dirsek fleksiyonunda düzelme olmazsa cerrahi eksplorasyon ve sinir grefti interpozisyonu ile nöroliz denenmelidir. Hastalarda sinir tamiri mümkün değilse sinir transferi yapılabilir. Ulnar sinirin fleksör karpi ulnarise giden fasikülleri biceps kasına giden muskulokutan sinirin dalına transfer edilebilir. Ayrıca median sinirin el fleksör karpi radialise giden fasikülleri de brakiyalis kasına giden muskulokutan sinirin dalına transfer edilebilir. Hastalar sinir iyileşmesi olmadan geç (travmayı takiben bir yıldan fazla) tanı aldığında, tedavi seçeneği olarak tendon transferleri düşünülmelidir.<sup>[1]</sup>

### Cerrahi Yaklaşım

**Ulnar sinirin (Fleksör karpi ulnarise 'FKU' giden dalı) muskulokutan sinire (biceps dalına) ve median sinirin (Fleksör karpi radialise 'FKR' giden dalı) muskulokutan sinire (brakiyalis dalına) transferi:** Oberlin, dirsek fleksiyonunu düzeltmek için ulnar sinirin FKU fasiküllerini kullanarak muskulokutan sinirin biceps dalına transferini tarif etmiştir.<sup>[28]</sup> Hasta supin pozisyonunda yatırılır ve kol 90° abduksiyona alınır. FKU fasiküllerini belirlemek için daha önce anlatılan infraklavikuler yaklaşım kullanılır. Kol medialinde biceps ve triceps kası arasından uzunlaşmasına kesi yapılır. Biceps kası kibarca ekarte edildikten sonra nörovasküler yapılar eksplore edilir. Muskulokutan sinirin bulunup bipse giden dalı kas girişine kadar disseke edilir. Ardından biceps ve brakiyalis kasları arasından daha posteriora ulnar sinir bulunur. FKU'ya giden sinir lifleri genellikle ulnar sinirin lateral tarafında bulunur ve internal nöroliz yapıldıktan sonra bir sinir stimülatörü kullanılarak FKU'yu uyardığı doğrulanır. Sinir stimülatörü ile FKU'nun kasıldığı görülmesi önemlidir. Aynı derecede önemli olan, kalan ulnar sinir fasiküllerinin stimülasyonu ile, el intrensek kaslarında, dördüncü ve beşinci parmakların fleksör digitorum profundusunda kasılmanın görülmesidir. Transferde ulnar sinirin yaklaşık %20'si kullanılır. Ulnar sinirin FKU ya giden dalı distalden kesilip iki sinirin nörotizasyonu yapılır.

En medialde median sinir bulunduktan sonra brakiyalis kası seviyesine kadar distale doğru disseksiyon yapılır. Muskulokutan sinirin brakiyalis kasına giden dalı bulunur. Ardından median sinire internal nöroliz yapıp FKR'ye giden dalları sinir stimülatörü yardımıyla bulunur. Bazen fleksör digitorum superfisialis giden sinir fasikülleri de bu transfer için kullanılır. Median sinirin FKR'ye giden



**Şekil 5.** Travmatik brakiyal plexuslu hastanın hem ulnar hem median sinirin muskulokutan sinire transferi (ulnar sinirin FKU'ya giden dalı→muskulokutan sinirin biceps dalına, median sinirin FKR'ye giden dalı→muskulokutan sinirin brakiyalis dalına transferi). (FKU: Fleksör karpi ulnaris, FKR: Fleksör karpi radialis).

fasiküller proksimale doğru disseke edilir ve distalden kesilir. Brakiyalis kasına giden muskulokutan sinirin dalı da mümkün olduğunca distalden kesilir ve transfer yapılır. Kalan median sinir liflerinin de çalıştığı sinir stimülatörüyle kontrol edilir (Şekil 5).

### Klinik Sonuçlar

Verdins ve ark., Oberlin sinir transferi yaptıkları 10 hastalık vaka serisinde, altı hastada M5, dört hastada M4 dirsek fleksiyonu elde ettiklerini bildirmişlerdir.<sup>[29]</sup> Venkatramani ve ark., Oberlin sinir transferi yaptıkları 15 vakalık seride 13 hastada M4/5 gücünde dirsek fleksiyonu elde ettiklerini bildirmişlerdir.<sup>[30]</sup> Gutowsky ve Liverneaux, Oberlin sinir transferinin yaşlı hastalarda daha kötü sonuçların olduğunu ayrıca yaranmadan

cerrahiye kadar geçen süre uzadıkça sonuçların kötüleştiğini bildirmişlerdir.<sup>[31,32]</sup>

## 5. UZUN TORASİK SİNİR YARALANMASI

Serratus anterior kasının felci; ağrıya, omuz hareketlerinde kısıtlılığa ve skapulanın kanatlanmasına neden olur. Kas, C5'ten C7'ye kadar olan sinir liflerini alan uzun torasik sinir tarafından innerve edilir. C5-6 brakial pleksus yaralanmalı bazı hastalar ve C7 kökünde kısmi yaralanması olan kişilerde kas felci veya zayıflığı görülebilir. Bu durumlarda saf motor sinir olan ve C7 ve C8 köklerinden sinir liflerini alan torakodorsal sinir hala korunur ve transfer için donör sinir olarak kullanılabilir.<sup>[33]</sup>

### Cerrahi Yaklaşım

**Torakodorsal sinirin uzun torasik sinire transferi:** Latissimus dorsi kası en az M4 gücüne sahip olmalıdır. Hasta, etkilenen kürek kemiğinin altına bir kum torbası ile sırtüstü yatırılır. Kol göğsün karşısına yerleştirilir.

Latissimus dorsinin ön kenarına denk gelecek şekilde arka koltuk altı kıvrımı boyunca 12 cm'lik uzunlamasına bir kesi yapılır. Latissimus dorsi ve pektoralis majör arasındaki aralığa girmek için künt diseksiyon yapılır. Latissimus dorsi daha sonra torakodorsal ve uzun torasik sinirleri ortaya çıkarmak için arkaya doğru çekilir. Latissimus dorsinin ön sınırı etrafındaki diseksiyon torakodorsal sinir ve damarları ortaya çıkaracaktır. Sinirin medial ve lateral olmak üzere iki ana dalı vardır. Lateral dal kasın lateral sınırına paralel uzanır, medial dal ise üst kas sınırına paralel olarak nörovasküler hilusta lateral daldan 45°'lik bir açıyla ayrılır. Daha güçlü kasılmaya neden olan dalı seçmek için sinir stimülatörü kullanılır. Seçilen dal, genellikle lateral dalı olur ve mümkün olduğunca distalden kesilir.

Uzun torasik sinir, lateral göğüs duvarında midaksiller çizginin biraz önünde yer alan ince gümüş beyazı şeklindeki bir yapı olarak görünür. Bazı durumlarda bu bölgenin etrafındaki yağ dokusu siniri gizleyebilir ve diseksiyonunu zorlaştırabilir. Yine bu durumda parmakları kullanarak künt diseksiyon yapmak faydalıdır. Üstteki fasya serbest bırakılır ve eşlik eden, kolayca kanayan ince damarlara zarar vermemeye dikkat etmek gerekir. Serratus anterior paralizi doğrulandıktan sonra, yeniden innerve edilebilen kas miktarını maksimuma çıkarmak ve torakodorsal sinir ile gerilimsiz bir nörotizasyonu için sinir mümkün olduğunca proksimalden kesilir.

### Klinik Sonuçlar

Novak ve Mackinnon, idiyopatik serratus anterior kas güçsüzlüğü olan bir hastada torakodorsal sinirin medial

dalını uzun torasik sinire transfer ettiler. Yedi yıllık takip-te skapulada kanatlanma olmaksızın omuzda tam hareket açıklığı olduğunu bildirdiler.<sup>[34]</sup> Uzun torasik sinire torakodorsal sinir transferi yapılan C5-C6 brakial pleksus yaralanmalı beş hastalık seride, hastalar ortalama 28 aylık takip edilmiş iki hastada kanat skapula olmadığını, üç hastada hafif kanat skapula olduğunu belirtmiştir. Omuz abduksiyonunun ortalama 134°, ortalama dış rotasyonun ise 124° olduğu, ayrıca hiçbir hastada torakodorsal sinirin bir dalının alınmasından kaynaklanan herhangi bir işlevsel eksiklikten bahsedilmemiştir.<sup>[35]</sup>

### KAYNAKLAR

1. Zarkadas PC, Throckmorton TW, Steinmann SP. Neurovascular injuries in shoulder trauma. *Orthop Clin North Am* 2008;39(4):483-90. [Crossref](#)
2. Shah A, Judge A, Delmestri A, Edwards K, Arden NK, Prieto Alhambra D, et al. Incidence of shoulder dislocations in the UK, 1995-2015: a population-based cohort study. *BMJ Open* 2017;7(11):e016112. [Crossref](#)
3. Shah R, Chhaniyara P, Wallace WA, Hodgson L. Pitch-side management of acute shoulder dislocations: a conceptual review. *BMJ open Sport Exerc Med* 2017;2(1):e000116. [Crossref](#)
4. Tiefenboeck TM, Zeilinger J, Komjati M, Fialka C, Boesmueller S. Incidence, diagnostics and treatment algorithm of nerve lesions after traumatic shoulder dislocations: a retrospective multicenter study. *Arch Orthop Trauma Surg* 2020;140(9):1175-80. [Crossref](#)
5. Narakas AO. The treatment of brachial plexus injuries. *Int Orthop* 1985;9(1):29-36. [Crossref](#)
6. Kokkalis ZT, Pantzaris N, Iliopoulos ID, Megaloikononimos PD, Mavrogenis AF, Panagiotopoulos E. Nerve Injuries around the Shoulder. *J Long Term Eff Med Implants* 2016;26(4). [Crossref](#)
7. Travlos J, Goldberg I, Boome RS. Brachial plexus lesions associated with dislocated shoulders. *J Bone Joint Surg Br* 1990;72(1):68-71. [Crossref](#)
8. Okazaki M, Al-Shawi A, Gschwind CR, Warwick DJ, Tonkin MA. Outcome of axillary nerve injuries treated with nerve grafts. *J Hand Surg European Vol* 2011;36(7):535-40. [Crossref](#)
9. Gutkowska O, Martynkiewicz J, Urban M, Gosk J. Brachial plexus injury after shoulder dislocation: a literature review. *Neurosurg Rev* 2020;43(2):407-23. [Crossref](#)
10. Lurje A. Concerning surgical treatment of traumatic injury to the upper division of the brachial plexus (Erb's type). *Ann Surg* 1948;127(2):317. [Crossref](#)
11. Nath RK, Mackinnon SE. Nerve transfers in the upper extremity. *Hand Clin* 2000;16(1):131-9. [Crossref](#)
12. Kostas-Agnantis I, Korompilias A, Vekris M, Lykissas M, Gkiatas I, Mitsionis G, et al. Shoulder abduction and external rotation restoration with nerve transfer. *Injury* 2013;44(3):299-304. [Crossref](#)

13. Bertelli JA, Ghizoni MF. Nerve transfer from triceps medial head and anconeus to deltoid for axillary nerve palsy. *J Hand Surg Am* 2014;39(5):940-7. [Crossref](#)
14. Uerpairojkit C, Ketwongwiriya S, Leechavengvongs S, Malungpaishrope K, Witoonchart K, Mekrungharas N, et al. Surgical anatomy of the radial nerve branches to triceps muscle. *Clin Anat* 2013;26(3):386-91. [Crossref](#)
15. Lee J-Y, Kircher MF, Spinner RJ, Bishop AT, Shin AY. Factors affecting outcome of triceps motor branch transfer for isolated axillary nerve injury. *J Hand Surg Am* 2012;37(11):2350-6. [Crossref](#)
16. Zuckerman SL, Eli IM, Shah MN, Bradley N, Stutz CM, Park TS, et al. Radial to axillary nerve neurotization for brachial plexus injury in children: a combined case series. *J Neurosurg Pediatr* 2014;14(5):518-26. [Crossref](#)
17. Wheelock M, Clark TA, Giuffre JL. Nerve transfers for treatment of isolated axillary nerve injuries. *Plast Surg* 2015;23(2):77-80. [Crossref](#)
18. Bertelli JA, Ghizoni MF. Reconstruction of C5 and C6 brachial plexus avulsion injury by multiple nerve transfers: spinal accessory to suprascapular, ulnar fascicles to biceps branch, and triceps long or lateral head branch to axillary nerve. *J Hand Surg Am* 2004;29(1):131-9. [Crossref](#)
19. Leechavengvongs S, Witoonchart K, Uerpairojkit C, Thuvasethakul P, Malungpaishrope K. Combined nerve transfers for C5 and C6 brachial plexus avulsion injury. *J Hand Surg Am* 2006;31(2):183-9. [Crossref](#)
20. Samard žić M, Rasulić L, Grujić D, Milić B. Results of nerve transfers to the musculocutaneous and axillary nerves. *Neurosurgery* 2000;46(1):93-103. [Crossref](#)
21. Malungpaishrope K, Leechavengvongs S, Witoonchart K, Uerpairojkit C, Boonyalapa A, Janesaksrisakul D. Simultaneous intercostal nerve transfers to deltoid and triceps muscle through the posterior approach. *J Hand Surg Am* 2012;37(4):677-82. [Crossref](#)
22. Clitherow HDS, Bain GI. Neurovascular Injuries with Shoulder Surgery. In: *Normal and Pathological Anatomy of the Shoulder*. Springer; 2015. p. 353-67. [Crossref](#)
23. Piasecki DP, Romeo AA, Bach BR, Nicholson GP. Suprascapular neuropathy. *JAAOS-Journal Am Acad Orthop Surg* 2009;17(11):665-76. [Crossref](#)
24. Martin SD, Warren RF, Martin TL, Kennedy K, O'BRIEN SJ, Wickiewicz TL. Suprascapular neuropathy. Results of non-operative treatment. *JBS* 1997;79(8):1159-65. [Crossref](#)
25. Bertelli JA, Ghizoni MF. Transfer of the accessory nerve to the suprascapular nerve in brachial plexus reconstruction. *J Hand Surg Am* 2007;32(7):989-98. [Crossref](#)
26. Malesy MJA, de Ruyter GCW, de Boer KS, Thomeer RTWM. Evaluation of suprascapular nerve neurotization after nerve graft or transfer in the treatment of brachial plexus traction lesions. *J Neurosurg* 2004;101(3):377-89. [Crossref](#)
27. Suzuki K, Doi K, Hattori Y, Pagsaligan JM. Long-term results of spinal accessory nerve transfer to the suprascapular nerve in upper-type paralysis of brachial plexus injury. *J Reconstr Microsurg* 2007;23(06):295-9. [Crossref](#)
28. Oberlin C, Beal D, Leechavengvongs S, Salon A, Dauge MC, Sarcy JJ. Nerve transfer to biceps muscle using a part of ulnar nerve for C5-C6 avulsion of the brachial plexus: anatomical study and report of four cases. *J Hand Surg Am* 1994;19(2):232-7. [Crossref](#)
29. Verdins K, Kapickis M. Oberlin's transfer: long term outcomes. *J Hand Surg Asian-Pacific Vol* 2018;23(02):176-80. [Crossref](#)
30. Venkatramani H, Bhardwaj P, Faruquee SR, Sabapathy SR. Functional outcome of nerve transfer for restoration of shoulder and elbow function in upper brachial plexus injury. *J Brachial Plex Peripher Nerve Inj* 2008;3(01):e49-57. [Crossref](#)
31. Gutowski KA, Orenstein HH. Restoration of elbow flexion after brachial plexus injury: the role of nerve and muscle transfers. *Plast Reconstr Surg* 2000;106(6):1348-57. [Crossref](#)
32. Liverneaux PA, Diaz LC, Beaulieu J-Y, Durand S, Oberlin C. Preliminary results of double nerve transfer to restore elbow flexion in upper type brachial plexus palsies. *Plast Reconstr Surg* 2006;117(3):915-9. [Crossref](#)
33. Leechavengvongs S, Malungpaishrope K, Uerpairojkit C, Ng CY, Witoonchart K. Nerve transfers to restore shoulder function. *Hand Clin* 2016;32(2):153-64. [Crossref](#)
34. Novak CB, Mackinnon SE. Surgical treatment of a long thoracic nerve palsy. *Ann Thorac Surg* 2002;73(5):1643-5. [Crossref](#)
35. Uerpairojkit C, Leechavengvongs S, Witoonchart K, Malungpaishrope K, Raksakulkiat R. Nerve transfer to serratus anterior muscle using the thoracodorsal nerve for winged scapula in C5 and C6 brachial plexus root avulsions. *J Hand Surg Am* 2009;34(1):74-8. [Crossref](#)