

# Nervus musculocutaneus'un Dallanma Paterni ve Klinik Önemi

## The Anatomic Branch Pattern of the Musculocutaneous Nerve and Its Clinical Implications

Dr. Nihal APAYDIN,<sup>a</sup>  
Dr. Tülin ŞEN,<sup>a</sup>  
Dr. Murat BOZKURT,<sup>b</sup>  
Dr. Alaıttın ELHAN<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Anatomi AD,  
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
<sup>b</sup>3. Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği,  
Dışkapı Yıldırım Beyazıt Eğitim ve  
Araştırma Hastanesi, Ankara

Geliş Tarihi/Received: 07.07.2008  
Kabul Tarihi/Accepted: 18.09.2008

Yazışma Adresi/Correspondence:  
Dr. Nihal APAYDIN  
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Anatomi AD, Ankara,  
TÜRKİYE/TURKEY  
napaydin@gmail.com

**ÖZET Amaç:** Nervus musculocutaneus (NM) hasarı sonrasında, kol ve ön kol fonksiyonunun geri kazanılması amacıyla tercih edilen yöntemlerden biri de sinir nörotizasyonudur. Çalışmamızın amacı sinir nörotizasyonu için oldukça önemli olan NM'nin dallanma şeklini ortaya koymak, dallarının uzunluklarını belirlemek ve bulgularımızın klinik önemini tartışmaktır. **Gereç ve Yöntemler:** Bu çalışma formaldehit ile fikse edilmiş 16 kadavraya ait 32 erişkin kadavranın üst ekstremitesinde gerçekleştirildi. Çalışmamızda proc. coracoideus'un anteromedial köşesi (PÇAK) ile sinirin dallarına ayrıldığı nokta arasındaki mesafeler ölçüldü. Ayrıca, kasa giden her bir sinir dalının uzunlukları da kaydedildi. Daha sonra sinirin dallanma şekli ve her bir kasın kaç sinir dalı ile innerve olduğu not edildi. **Bulgular:** Olguların 30 (%93.8)'unda sinirin musculus coracobrachialis'i deldiği, %6.2'sinde ise kasın medialinde seyrettiği görüldü. NM'nin ilk dalının (r. muscularis) m. coracobrachialis'i innerve ettiği gözlemlendi ve bu dalın NM'den ayrıldığı nokta ile PÇAK arasındaki mesafe  $7.5 \pm 1.6$  cm olarak ölçüldü. Sinirden ayrılan ikinci dalın %71.9 olguda m. biceps brachii'nin caput breve'sini innerve ettiği ve NM'den ayrıldığı nokta ile PÇAK arasındaki mesafenin de  $12.7 \pm 1.7$  cm olduğu tespit edildi. Örneklerin %28.1'inde, sinirin ikinci dalının biceps brachii'nin her iki başına giden ortak bir kök şeklinde olduğu gözlemlendi. Bu müşterek dalın NM'den ayrıldığı nokta ile PÇAK arasındaki mesafe,  $14.0 \pm 1.5$  cm olarak ölçüldü. Sinirden ayrılan son motor dalın ise, m. brachialis'i innerve ettiği ve bu dalın da NM'den ayrıldığı nokta ile PÇAK'tan mesafesinin  $18.6 \pm 3.1$  cm olduğu kaydedildi. **Sonuç:** Plexus brachialis hasarlanmaları sonucu oluşabilen ön kolun fleksiyon kaybı, majör işlevsel bir kusurdur ve tüm imkânlar çerçevesinde rekonstrüksiyon gerektirir. Bu tekniğin başarılı olması için hem NM'nin hem de donör sinirin dallanma şeklinin, dal uzunluklarının ve fasiküler düzenlenmesinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Çalışmamızın bulgularının NM'nin onarımı ile ilgilenen cerrahlara yol göstereceğini düşünüyoruz.

**Anahtar Kelimeler:** N. musculocutaneus; sinir transferi

**ABSTRACT Objective:** One of the preferred approaches to maintain the arm and forearm function after musculocutaneous nerve (MN) injury is neurotization. The aim of the present study was to expose the branches of the MN and to evaluate the length of its branches which are all particularly important for neurotization as well as to discuss the clinical relevance of our findings. **Material and Methods:** This study was conducted on 32 upper extremities of 16 fixed adult cadavers. The distance between the anteromedial angle of the coracoid process (AACP) and the points where the nerve gave off its branches was measured and the length of all the motor branches was recorded. Then the anatomical branch pattern of the nerve and the number of the motor branches innervating each muscle was noted. **Results:** The MN was observed to dive into the coracobrachialis in 30 cases (93.8%) and course medially to coracobrachialis in 6.2%. The first motor branch of the MN was observed to innervate the coracobrachialis and the distance between its branching point and AACP was measured  $7.5 \pm 1.6$  cm. The second branch was determined to innervate the short head of biceps brachii in 71.9% of the cases and the distance between its branching point and the AACP was measured  $12.7 \pm 1.7$  cm. In 28.1% of the cases the second branch was observed to be a common trunk innervating both heads of biceps brachii. The distance between the origin of this branch and the AACP was measured  $14 \pm 1.5$  cm. The last motor branch of the MN was observed to innervate brachialis and the distance between the origin of this branch and the AACP was measured  $18.6 \pm 3.1$  cm. **Conclusion:** Loss of elbow flexion following brachial plexus injury is a major functional deficit and should be reconstructed. The exact knowledge of the branching pattern, branch length and fascicular arrangement of the MN and the donor nerve is necessary for successful surgical management. We suggest that the findings of the present study will guide the surgeons dealing with MN repair.

**Key Words:** Musculocutaneous nerve; nerve transfer

**P**lexus brachialis hasarları, primer travmadan kaynaklanabilen omuz dislokasyonu veya humerus kırıkları sonrasında görülebildiği gibi, omuza yönelik cerrahiler sırasında (örneğin; rotator kaf cerrahisi ve omuz artroskoplastileri) iyatrojenik olarak da oluşabilmektedir.<sup>1,2</sup> Nervus musculocutaneus (NM), bu tip cerrahi girişimler sırasında en sık yaralanan sinirlerden biri olarak rapor edilmiştir.<sup>3</sup> Sinir hasarı sonrasında kol ve ön kol fonksiyonunun geri kazanılması için son yıllarda tercih edilen tedavi seçenekleri arasında mikrocerrahi yöntemlerle uygulanan sinir nörotizasyonu dikkat çekmektedir.<sup>4,5</sup> NM hasarlarında sinirin n. intercostalis, n. ulnaris'in seçilmiş dalları, n. pectoralis medialis, C5, C6, C7 kökleri, n. phrenicus ve n. accesorius'un distal dalları ile nörotizasyonu mümkündür.<sup>4-8</sup> Bu tekniklerin kullanılması için NM'nin dallarının seyrini ve uzunluklarını bilmek oldukça önemlidir.

Plexus brachialis'in fasciculus lateralis'inden ayrılan bir dal olan NM, sıklıkla m. coracobrachialis'i deler ve m. brachialis ile m. biceps brachii arasında uzanarak kolun dış tarafına geçer. Sinirin başlangıcından ayrılan r. muscularis, m. coracobrachialis, m. biceps brachii ve m. brachialis'i innerve eder. Dirsek ekleminin biraz yukarısında derin fasiayı delerek yüzeyleşir ve ön kolda n. cutaneus antebrachii lateralis olarak uzanır.<sup>9,10</sup> Sinirin her bir dalının çıkış yerini ve kaslara ne şekilde dağıldığını bilmek özellikle serebral palsi ve plexus brachialis hasarının onarımı ile ilgilenen cerrahlar açısından oldukça önemlidir.<sup>7,11</sup>

Bilinen anatomik seyrinin yanı sıra sinirin uç dallarının ve orijininin oldukça fazla varyasyon gösterebileceği daha önceden yapılan çalışmalarda belirtilmiş olmasına rağmen, sinirin dallanma paterni ile ilgili yapılan çalışmalar yeterli değildir.<sup>12-14</sup> Çalışmamızın amacı NM'nin dallanma şeklini ortaya koymak, dallarının uzunluklarını belirlemek ve bulgularımızın klinik önemini tartışmaktır.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

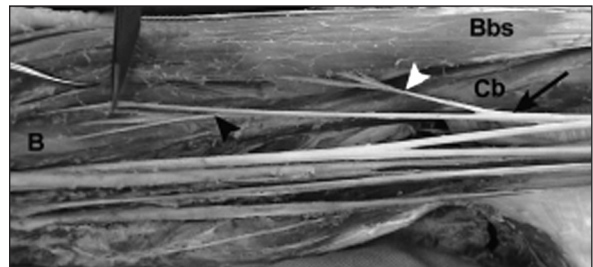
Bu çalışma, formaldehit ile fikse edilmiş 16 kadavraya ait (6 kadın, 10 erkek) 32 erişkin kadavra üst ekstremitesinde gerçekleştirildi. Çalışılan materyallerde daha önceden geçirilen bir ameliyata veya

kazaya ait iz bulunmamaktaydı. Standart bir deltopektoral insizyon ile öncelikle derisi kaldırılan üst ekstremitelerde daha sonra m. pectoralis major'un tendonu humerus'da sonlandığı yerden kesilerek serbestleştirildi ve mediale doğru ekarte edilerek, m. pectoralis minor ve aksiller damar-sinir paketi ortaya konuldu. Proc. coracoideus (PC)'a yapışan kaslar korunarak, plexus brachialis'in fasciculus lateralis'inden ayrılan NM ortaya konuldu. Sinir seyri boyunca diseksiyona devam edilerek sinirden ayrılan her bir dal, kasa giriş noktasına kadar takip edildi. Daha sonra kol yaklaşık olarak 45 derece abduksiyona getirilerek proc. coracoideus'un antero-medial köşesi (PCAK) işaretlendi. İşaretlenen bu nokta ile sinirin her bir dalına ayrıldığı nokta arasındaki mesafeler ölçüldü. Sinir dallarının uzunlukları ise dalların NM'den ayrıldığı nokta ile kasa giriş noktası arasındaki mesafe ölçülerek belirlendi. Sinirin dallanma şekli ve her bir kasın kaç sinir dalı tarafından innerve edildiği de ayrıca not edildi.

Tüm ölçümler dijital bir kumpas yardımı ile kadavrular sırtüstü yatar pozisyonda, kolları yaklaşık olarak 45 derecelik bir abduksiyonda iken yapıldı. Yapılan ölçümler "Student t-test" (SPSS for Windows, 11.5) ile değerlendirildi.

## BULGULAR

Diseke edilen kadavrular arasında NM'nin dallanma şekli bazı farklılıklar gösteriyordu. Olguların 30 (%93.8)'unda sinirin m. coracobrachialis'i delerek ilerlediği, 2 (%6.2)'sinde ise kasın medialinde seyrettiği gözlemlendi (Resim 1).



**RESİM 1:** Sağ kol; n. musculocutaneus'un 1: dalları m. biceps brachii ekarte edilerek gösterilmiştir. N. musculocutaneus'un m. coracobrachialis'i delmeden ilerlediği görülmektedir. mb: m. brachialis, mbb: m. biceps brachii caput breve, mcb: m. coracobrachialis, 2: m. biceps brachii caput longum ve breve'ye giden ortak dal, 3: m. brachialis'e giden dal.

NM'nin iki paternde dallandığı görüldü. Olguların 23 (%71.9)'ünde üç kasa (m. coracobrachialis, m. biceps brachii'nin caput longum ve breve'si ve m. brachialis) giden dalların ana sinirden ayrı ayrı çıktığı, 9 (%28.1)'unda ise m. biceps brachii'nin başlarına giden dalların ortak bir dal şeklinde ana sinirden ayrıldığı görüldü. NM'den ayrılan ilk dal, incelenen örneklerin tümünde m. coracobrachialis'i innerve ediyordu. Bu dalın NM'den ayrıldığı nokta ile PCAK arasındaki mesafe  $7.5 \pm 1.6$  cm olarak ölçüldü. İkinci dalın, incelenen materyallerin 23 (%71.9)'ünde m. biceps brachii'nin caput breve'sini innerve ettiği görüldü. Bu dalın NM'den ayrıldığı nokta ile PCAK arasındaki mesafe  $12.7 \pm 1.7$  cm olarak kaydedildi. M. biceps brachii'nin caput longum'unu innerve eden üçüncü dalın NM'den ayrıldığı nokta ile PCAK arasındaki mesafe  $13.6 \pm 2.6$  cm olarak belirlendi. 9 (%28.1) olguda görülen ikinci paternde, ortak kökün NM'den ayrıldığı nokta ile PCAK arasındaki mesafe  $14.0 \pm 1.5$  cm olarak ölçüldü.

Olguların tümünde ana sinirden ayrılan son motor dalın m. brachialis'i innerve ettiği gözlemlendi ve bu dalın da NM'den ayrıldığı nokta ile PCAK arasındaki mesafe  $18.6 \pm 3.1$  cm olarak kaydedildi (Resim 1).

NM'den ayrılan her bir dalın ayrıldığı nokta ile PCAK arasındaki mesafe, rr. musculares'in uzunluğu ve sayısı Tablo 1'de özetlenmiştir. Ölçümlerde incelenen örneklerin yaşı, cinsiyeti ve tarafı ile ilgili istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

**TABLO 1:** N. musculocutaneus (NM)'un dallarının ortalama uzunluğu, bu dalların ortalama sayısı ve NM'den ayrıldıkları nokta ile PCAK arasındaki ortalama mesafe.

|                          | Ortalama dal uzunluğu | Ortalama dal sayısı | Dallanma yeri ile PCAK arası ortalama mesafe |
|--------------------------|-----------------------|---------------------|--|
| M. coracobrachialis dali | $1.6 \pm 0.5$ cm      | 1 (1-2)             | $7.5 \pm 1.6$ cm                             |
| M. biceps brachii        |                       |                     |  |
| - Caput breve dali       | $2.3 \pm 0.8$ cm      | 2.1 (1-3)           | $12.7 \pm 1.7$ cm                            |
| - Caput longum dali      | $3.5 \pm 1.1$ cm      | 2.4 (1-4)           | $13.6 \pm 2.6$ cm                            |
| - Ortak dal              |                       |                     | $14.0 \pm 1.5$ cm                            |
| M. brachialis dali       | $3.2 \pm 1.5$ cm      | 2.6 (1-4)           | $18.6 \pm 3.1$ cm                            |

PCAK: proc. coracoideus'un anteromedial köşesi.

## TARTIŞMA

Plexus brachialis'in yaralanmaları sonucunda, özellikle plexus'un dallarından birinde avulsiyon meydana geldiği zaman paralizi gelişebilmektedir. Bu hasarlanmalar sonucu oluşabilen ön kolun fleksiyon kaybı, majör bir fonksiyonel defisittir ve tüm imkânlar çerçevesinde primer rekonstrüksiyonu gerekmektedir.<sup>4</sup> NM, ön kolun fleksiyonundan sorumlu olan esas sinirdir. NM'nin primer rekonstrüksiyonunun yapılamadığı durumlarda (örneğin; nöroma eksizyonu, interpozisyon grefti gibi) plexus'a ait olan veya olmayan sinirlerle nörotizasyonun yapılması, plexus brachialis'in tamiri ile ilgilenen cerrahlar için önemli alternatiflerden biridir.<sup>4-6,8</sup> Bu tekniğin başarılı olması için hem NM'nin hem de donör sinirin dallanma şeklinin, dal uzunluklarının ve fasiküler düzenlenmesinin iyi bilinmesi gerekmektedir.

Fetüs ve erişkinlerde yapılan bir çalışmada, NM'nin m. biceps brachii ve m. brachialis'e giden dalları, acromion landmark alınarak ölçülmüştür.<sup>13,15,16</sup> Ancak, erişkinler üzerinde daha önce yapılan çalışmalarda nörovasküler yapılar PCAK'nın çok yakın komşuluk içerisinde bulunduğu belirtilmiştir.<sup>1</sup> Bu komşuluk hem Bristow ameliyatları hem de rotator kaf cerrahisi sırasında önemlidir. Bu nokta, kolaylıkla palpe edilen sabit bir kemik nokta olduğundan bölge yapılarının lokalizasyonunun tanımlanmasında da belirleyici bir landmark olarak kullanılabilir.<sup>17,18</sup> Bu yüzden biz de bu noktayı landmark olarak kullandık.

Klasik olarak NM ile PC arasındaki mesafe 3.1 cm kadar yakın olabilmektedir.<sup>2</sup> Sinirin veya orijin aldığı fasciculus lateralis'in PC ile olan ilişkisi daha önce yapılan çalışmalarla detaylı bir şekilde tanımlanmıştır.<sup>17</sup> Ancak sinirin dallarına ayrıldığı noktalar ile PC arasındaki ilişkiye detaylı bir şekilde değinen çalışma bulunmamaktadır. Bu mesafeleri PCAK referanslığında bilmenin cerrahlara operasyon sırasında kolaylık sağlayacağını düşünüyoruz. Yang ve ark. yaptıkları bir çalışmada, NM'nin m. biceps brachii'yi innerve eden motor dalının, ana daldan ayrıldığı yerin PC'ye olan uzaklığını 119 mm, m. brachialis'i innerve eden dalının uzaklığını ise 170 mm olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada

sinirin, m. biceps brachii'yi üç farklı şekilde innerve ettiği belirtilmesine rağmen her tip için PC ile uzaklıkları ayrı ayrı tanımlanmamış, PC'nin hangi noktasının referans olarak alındığı belirtilmemiştir. Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar ise Yang ve ark.dan farklılık göstermektedir. Bu durumun ölçümlerin teknik farklılıklarından kaynaklandığı görüşündeyiz.

NM'nin m. biceps brachii ve m. brachialis'i innerve eden dalları hem erişkin, hem de fetüs kadavralarda detaylı bir şekilde çalışılmıştır.<sup>13,15,19</sup> Ancak m. coracobrachialis'i innerve etme şekline pek değinilmemiştir. İncelediğimiz olguların çoğunda sinir m. coracobrachialis'i delerek ilerlerken, iki olguda kası delmeden ilerlediği gözlenmiştir. Flatow ve ark. daha önceden yaptıkları bir çalışmada bu seyir şeklini örneklerinin %8'inde tanımlamışlardır.<sup>3</sup> Çalışmamızda incelenen örneklerin tümünde sinirin verdiği ilk dalın m. coracobrachialis'i innerve ettiği görülmüş ve bu kası innerve eden ortalama dal sayısı 1 olarak kaydedilmiştir. Flatow ve ark. PC ile m. coracobrachialis'i innerve eden dalın NM'den ayrıldığı nokta ile arasındaki mesafeyi ortalama 5.6 cm olarak bildirmişlerdir.<sup>3</sup> Söz edilen bu çalışmada m. coracobrachialis'i innerve eden birden çok küçük dalcık bulunduğu belirtilmiş olmasına rağmen dal sayısı ve dal uzunlukları tanımlanmamıştır. Çalışmamızın bulguları ve ölçümlerimiz Flatow ve ark.nın yaptıkları çalışmadan daha farklı ve detaylı bilgiler vermektedir.

Yang ve ark. yaptıkları araştırmada inceledikleri 24 örneğin 20 (%83.3)'sinde m. biceps brachii'nin uzun ve kısa başının ortak bir dal tarafından innerve edildiğini belirtmiş ve Tip 1 olarak tanımlamışlardır.<sup>19</sup> Chiarapattanakom ve ark. bu oranı %62 olarak bildirmişlerdir.<sup>15</sup> Biz ise bu paterne %28.1 oranında rastladık. Yang ve ark., olguların 2 (%8.3)'sinde m. biceps brachii'nin iki başına giden ayrı ayrı dallar tanımlamış ve Tip 2 olarak not etmişlerdir.<sup>19</sup> Yine Chiarapattanakom ve ark. da bu paterne %33 olguda rastlamışlardır.<sup>15</sup> Biz ise %71.9 oranında bulduk. Aynı yazarların Tip 3 olarak tanımladıkları ve Tip 2'den farklı olarak kasın aynı zamanda distal bir dal tarafından da innerve olduğu şekline, biz incelediğimiz örneklerde rastlamadık. Yang ve ark.nın tanımladığı bu innervasyon

paterni, daha sonra Chiarapattanakom ve ark.nın 112 erişkin kadavrada ve Kwolczak-McGrath'in fetüslerde yaptığı çalışmalarda rapor edilen paterne benzer olmasına rağmen, bizim çalışmamızdan farklılık göstermektedir.<sup>13,15,19</sup> Bu farklılık incelenen örneklerin sayısından veya irksal farklılıklardan kaynaklı olabilir. Nörotizasyon operasyonları sırasında m. biceps brachii'nin ortak bir sinir tarafından olduğu gibi uzun ve kısa başının ayrı ayrı da innerve olabileceği akılda tutulması gereken bir noktadır. Kasın iki sinir dalı tarafından innerve olduğu olgularda her bir sinirin ayrı ayrı anastomozunun yapılması daha iyi sonuç verebilir. Bizim çalışmamızda her ne kadar distal bir dal tanımlanmamış olsa da, önceki yapılan çalışmaların ışığında böyle bir dal olabileceğinin de unutulmaması gerektiğini düşünüyoruz.

Çalışmamızda m. brachialis'i innerve eden ortalama 2.6 dal bulunurken, Yang ve ark. inceledikleri olguların sadece birinde 2, diğerlerinde ise 1 dal tarafından innerve edildiğini bildirmişlerdir. Chiarapattanakom ve ark. da inceledikleri kadavraların %92'sinin tek bir dal, %8'inin ise 2 dal tarafından innerve edildiğini rapor etmişlerdir.<sup>15</sup> Kwolczak-McGrath ve ark. fetüslerde yaptıkları çalışmada m. brachialis'in tek bir sinir dalı tarafından innerve olduğunu göstermişlerdir.<sup>13</sup> Frazer ve ark. ise m. brachialis'in 4 ayrı dal tarafından innerve olabileceğini bildirmişlerdir.<sup>16</sup> Biz de olgularımızda m. brachialis'in ortalama 2.6 (1-4) dal tarafından innerve edildiğini gördük. Bu dalların ayrı ayrı rekonstrüksiyonunun gerektiği durumlarda sayısının birden fazla olabileceğinin bilinmesi ameliyat sonucu açısından önemli olabilir.

Sinir rekonstrüksiyonu ile ilgilenen araştırmacılar dal uzunluklarını bilmenin donör olarak seçilecek uygun siniri belirlemek açısından çok önemli olduğunu belirtmişlerdir.<sup>4,5,20</sup> Literatürde NM'nin bütün dallarının uzunluklarının değerlendirildiği yeterli bir çalışma bulunmamaktadır. Yang ve ark. NM'nin m. biceps brachii ve m. brachialis'i innerve eden dalların uzunluklarını ana sinirden ayrıldıkları yerden, kasa giriş noktalarına kadar sırasıyla 44-53 mm arasında olduğunu belirtmişlerdir.<sup>19</sup> Biz çalışmamızda her bir sinir dalının uzunluğunu ayrı ayrı değerlendirdik ve ortalama 1.6-3.5 cm ara-

sında değiştiğini gözlemledik. Bulgularımız bu çalışmadan farklılık göstermektedir. Sinir dallarının uzunluklarını bilmek donör sinirin direkt greft olarak mı, yoksa interpozisyon greftiyle beraber mi kullanmak gerektiğini belirlemek açısından cerrahlara yardımcı olabilir.<sup>21</sup>

Sonuç olarak NM, m. coracobrachialis, m. biceps brachii ve m. brachialis'i değişik şekilde innerve etmektedir. Sinir dallarının uzunluklarını ve sinirin motor dallarının çıkış noktasını PCAK reh-

berliğinde bilmek özellikle plexus brachialis oarımı ile ilgilenen cerrahlar için önemlidir. Çalışmamızın bulguları bu konuda daha önceden yapılan çalışmalarla farklılık göstermekte ve ilave bilgiler sunmaktadır. Bu farklılıklar incelediğimiz örneklerin sayısından, ölçüm tekniğinden veya ırksal farklılıklardan kaynaklanıyor olabilir. Bulgularımızın bu konuda yapılacak daha başka çalışmalara ışık tutacağını ve NM'nin onarımı ile ilgilenen cerrahlara faydalı olacağına inanıyoruz.

## KAYNAKLAR

- Lo IK, Burkhart SS, Parten PM. Surgery about the coracoid: neurovascular structures at risk. *Arthroscopy* 2004;20(6):591-5.
- Boardman ND 3rd, Cofield RH. Neurologic complications of shoulder surgery. *Clin Orthop Relat Res* 1999;(368):44-53.
- Flatow EL, Bigliani LU, April EW. An anatomic study of the musculocutaneous nerve and its relationship to the coracoid process. *Clin Orthop Relat Res* 1989;(244):16-71.
- Vekris MD, Beris AE, Johnson EO, Korobillas AV, Pafilas D, Vekris AD, et al. Musculocutaneous neurotization to restore elbow flexion in brachial plexus paralysis. *Microsurgery* 2006;26(4):325-9.
- Hansasuta A, Tubbs RS, Grabb PA. Surgical relationship of the medial pectoral nerve to the musculocutaneous nerve: a cadaveric study. *Neurosurgery* 2001;48(1):203-6.
- Yeoman PM, Seddon HJ. Brachial plexus injuries. Treatment of the flail arm. *J Bone Joint Surg. [Br]* 1961;43(3):493-500.
- Teboul F, Kakkar R, Ameer N, Beaulieu JY, Oberlin C. Transfer of fascicles from the ulnar nerve to the nerve to the biceps in the treatment of upper brachial plexus palsy. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86-A(7):1485-90.
- Loy S, Bhatia A, Asfazadourian H, Oberlin C. [Ulnar nerve fascicle transfer onto to the biceps muscle nerve in C5-C6 or C5-C6-C7 avulsions of the brachial plexus. Eighteen cases]. *Ann Chir Main Memb Super* 1997;16(4):275-84.
- Arıncı K, Elhan A. [Peripheral Nervous System]. *Anatomy*. Vol. 2. 4<sup>th</sup> ed. Ankara: Güneş Bookstore; 2006. p.166-7.
- Johnson D, Ellis H. Pectoral girdle and upper limb. In: Standring S, ed. *Gray's Anatomy*. 39<sup>th</sup> ed. Edinburgh: Elsevier Churchill Livingstone; 2005. p.857.
- Noaman HH, Shiha AE, Bahm J. Oberlin's ulnar nerve transfer to the biceps motor nerve in obstetric brachial plexus palsy: indications, and good and bad results. *Microsurgery* 2004;24(3):182-7.
- Gümüşburun E, Adigüzel E. A variation of the brachial plexus characterized by the absence of the musculocutaneous nerve: a case report. *Surg Radiol Anat* 2000;22(1):63-5.
- Kwolczak-McGrath A, Kolesnik A, Ciszek B. Anatomy of branches of the musculocutaneous nerve to the biceps and brachialis in human fetuses. *Clin Anat* 2008;21(2):142-6.
- Saeed M, Rufai AA. Median and musculocutaneous nerves: variant formation and distribution. *Clin Anat* 2003;16(5):453-7.
- Chiarapattanakom P, Leechavengvongs S, Witoonchart K, Uerpairojkit C, Thuvasethakul P. Anatomy and internal topography of the musculocutaneous nerve: the nerves to the biceps and brachialis muscle. *J Hand Surg [Am]* 1998;23(2):250-5.
- Frazer EA, Hobson M, McDonald SW. The distribution of the radial and musculocutaneous nerves in the brachialis muscle. *Clin Anat* 2007;20(7):785-9.
- Apaydın N, Bozkurt M, Sen T, Loukas M, Tubbs RS, Ugurlu M, et al. Effects of the adducted or abducted position of the arm on the course of the musculocutaneous nerve during anterior approaches to the shoulder. *Surg Radiol Anat* 2008;30(4):355-60.
- Matthes G, Horvath V, Seifert J, Ptok H, Stengel D, Schmucker U, et al. Oldie but goldie: Bristow-Latarjet procedure for anterior shoulder instability. *J Orthop Surg (Hong Kong)* 2007;15(1):4-8.
- Yang ZX, Pho RW, Kour AK, Pereira BP. The musculocutaneous nerve and its branches to the biceps and brachialis muscles. *J Hand Surg [Am]* 1995;20(4):671-5.
- Goubier JN, Teboul F. Technique of the double nerve transfer to recover elbow flexion in C5, C6, or C5 to C7 brachial plexus palsy. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2007;11(1):15-7.
- Avci G, Akan M, Yıldırım S, Aköz T. [Nerve repair and grafting (Review of the literature)]. *Türkiye Klinikleri J Med Sci* 2002;22(4):428-37.