

Brakial Pleksus Yaralanmaları

Dr. Gürsel LEBLEBİCİOĞLU

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi Anabilim Dalı, Ankara

Tanımlama

Doğum sırasında brakial pleksusa ait (C4) C5, C6, C7, C8 ve T1 (T2) kökleri, bunlardan oluşan trunkuslar, bunların divizyonları, kordları ve dallarında oluşan zedelenmeye bağlı olarak gelişen ve üst ekstremitenin çeşitli düzeylerinde değişik derecede felçleri ve buna bağlı ikincil sorunlar ile özellenen unilateral veya bilateral bir klinik tablodur.

Brakial pleksus yaralanmaları obstetrik nedenler dışında; travma, torakal çıkış sendromu, irradiyasyon, tümör infiltrasyonu, brakial nöritis ve basıya neden olan anevrizma gibi vasküler sorunlara bağlı olarak da gelişebilir.

Tarihçe

Obstetrik nedenli brakial pleksus felci muhtemelen ilk kez Londra'lı bir doğum hekimi olan William Smellie tarafından dökümanite edilmiştir. Bu olgu yüz gelişile dünyaya gelmiştir ve bilateral brakial pleksus felci vardır. Klinik bulguların günler içinde düzeldiğinden bahsedilmiştir. Bu olgu Smellie'nin ölümünden 1 yıl kadar sonraya tarihlenen "A Collection of Cases and Observations in Midwifery, Volume: 2, London, MDCCLIV" başlıklı kitapta aktarılmaktadır.

Yaklaşık 100 yıl kadar sonra Danyau, zor bir doğum sonrası dünyaya gelen ve hemen kaybedilen bir bebeğin otopsisinde yanlış forseps uygulama tekniğine bağlı olarak geliştiğini düşündüğü fasyal sinir ve brakial pleksusa ait hasarlanma tesbit etmiştir(32). Obstetrik brakial pleksus felci olan bebeklerdeki tipik parmak ve elbileği fleksiyonu, hafif dirsek fleksiyonu, önkol pronasyonu ve sarsak kol tablosunu ayrıntılı olarak 1872 de yayımlanan kitabında Boulogne'dan Guillaume Benjamin Amand Duchenne tanımlamıştır(37). Bu kitabında dört olgudan söz etmektedir. Duchenne belki de obstetrik brakial pleksus felcinde de patogenezin bilimsel anlamda ilk analizini yapan kişidir. Traksiyonun brakial pleksus üzerindeki etkileri, "Policeman's tip" ve daha sonra bu benzetmenin

olası sosyal sakıncaları nedeni ile bunun yerine "porter's tip" tanımlamaları Duchenne tarafından yapılmıştır. Tedavide elektrik stimülasyonu kullanımı düşüncesi de Duchenne'e aittir.

C5 ve C6 köklerinin skalen kasları arasından çıktığı bölgedeki hasarına bağlı olarak deltoid, biceps, coracobrachialis, ve brachioradialis kaslarında paralizi tablosu erişkinlerde Erb tarafından tanımlanmıştır(40). Bu nokta, elektriksel uyarım ile sözü edilen kaslarda kontraksiyon oluşması ve diğer kasların hareketsiz kalması gözlemi nedeni ile "Erb Noktası" olarak bilinir.

Obstetrik brakial pleksus felcinde tarihsel anlamda belki de en karışık sorunu çözen, Paris Bölgesinin ilk hanım hekimi de olan August Klumpke Dejerine'dir. C8 ve T1 köklerinin avülsiyonu sonrası oluşan tablo Klumpke tarafından tanımlanmıştır. Zürih'li bir oftalmolog olan Johann Friedrich Horner (1831-1853) tarafından tanımlanmış göz bulgularının, alt köklerin avülsiyonu ve sempatik inervasyonun ortadan kalması ile bağlantısını irdeleyen Klumpke'dir(69).

Flaubert 1827 de erişkinlerin travmatik brakial pleksus yaralanmalarında daha sonradan Brown-Séquard sendromu olarak adlandırılan ve muhtemelen kök avülsiyonu sırasında omurilikte oluşan hasara bağlı olarak gelişen idrar retansiyonu, ipsilateral motor ve kontralateral duyu sorunlarının olabileceğinden bahsetmektedir.

Obstetrik brakial pleksus yaralanmalarında muhtemelen ilk nöral cerrahi 1903 yılında Kennedy tarafından yayımlanmıştır(67). Bu yayında Kennedy 2 aylık, 6 aylık ve 14 yaşlarında brakial pleksuslarına yönelik cerrahi girişim yaptığı olgulardaki gözlemlerini aktarmıştır. 2 aylık olgusunda Kennedy C5 ve C6 köklerini ilgilendiren bir nöromu rezeke ettiğini ve uçuca koaptasyon yaptığını ve ameliyat sonrası 9. ayında omuz abdüksiyon ve dirsek fleksiyonunda çok iyi sonuçlar elde ettiğini fotoğrafları ile ifade etmektedir. Onun, "Çok erken (2 ay) spontan düzelme göstermeyen tüm olgularda

cerrahi tedavi izlenecek doğru yoldur" görüşü 100 yıl sonra vardığımız klinik kavramlardan farklı değildir. 20. yüzyılın başında Fairbank (1913 Birleşik Krallık), Gilmour (1925 Birleşik Krallık), Lange (1912 Almanya), Spitzzy (1915 Almanya), Tuttle ve Taylor gibi öncü cerrahlar kimi zaman hastalarının hayatları pahasına bebeklerde ve daha sonra erişkinlerde brakial pleksus cerrahisini uygulamaktaydılar. Tuttle 4. servikal siniri kullanarak belki de ilk ekstrapleksal kaynaklı sinir transferini gerçekleştirmiştir. Taylor'un (1913) ilk deneyimleri obstetrik bağlantılı olgularda iken, daha sonra bu deneyimini erişkinlerin yaralanmalarına yönlendirmiştir. O günlerde brakial pleksus cerrahisindeki mortalite % 5'in üzerinde idi. Taylor'un serisinde ameliyat sonrası hipertermi, sepsis ve kanama ölüm nedenlerini oluşturuyorlardı. 1925 ve 1927'de Sever'in etkisi ile brakial pleksus cerrahisi karanlık çağına girdi. Birinci ve İkinci Dünya Savaşları ve bunu izleyen yıllarda brakial pleksus cerrahisi ile ilgili pek az çalışma yapılmıştır. 60 yılların sonunda mikrocerrahi tekniklerin brakial pleksus cerrahisine girmeye başladığı görülür. Önceki yılların "bekle ve gör" felsefesi, "gör ve onar" biçimine dönüşür. Dünyaca tanınan cerrahlar İngiltere'de Herbert Seddon, Avusturya'da Hanno Millesi ve İsviçre'de Algimantas Narakas erişkinlerde, Fransa'da Alain Gilbert çocuklarda brakial pleksusun yeni dönemini başlatan kişilerdir. 1980'li yıllar modern mikrocerrahi tekniklerin gelişme dönemidir ve bu dönemde obstetrik brakial pleksus cerrahisi ile ilgili çok önemli yayınlar yapılmıştır (9,22,45,64,79, 85,97,109,112).

Mikrocerrahi tekniklerdeki gelişmelerin yanısıra elektrofizyolojik tanı yöntemleri ve görüntüleme tekniklerindeki gelişmeler hasta seçimi ve prognozun belirlenmesi konularında büyük destek sağlamıştır. Servikal myelografi, bilgisayarlı myelotomografi ve MR incelemeleri omurilikten kök avulsiyonu olup olmadığını belirlemede etkin yöntemlerdir. Ameliyat sırasında yapılan elektrofizyolojik çalışmalar nöral yaralanmanın anatomik yeri ve şiddeti hakkında önemli bilgiler verir.

Hastaların daha sağlıklı ve yeterli değerlendirilmesine olanak veren tekniklerin ve mikrocerrahi rekonstrüksiyon tekniklerinin gelişmesi iyi sonuçlar alınabilmesine olanak sağladı. Çoklu kök avulsiyonlarında, brakial pleksus dışı akson kaynaklarına başvurulması tedaviye yeni bir boyut

kattı. Intercostal sinirin musclocutaneous sinire transferi (Seddon), n. accessoriusun (Kawabata)(63), n. phrenicusun (Gu), kontralateral pectoral sinirin (Gilbert) ve kontralateral C7 kökünün (Gu) bu amaçla kullanılması ile başarılı sonuçlar bildirildi. Tüm bu zorluklar ile dolu ilerlemeler, brakial pleksus felçi olan hastaların normal bedensel ve sosyal işlevlerini normal veya normale yakın düzeyde yerine getirebilmelerine olanak sağlamaktadır.

Demografik Özellikler ve Etyoloji

Değişik ülkelerden farklı insidanslar bildirilmekle birlikte, canlı doğumların % 0.1 ila % 2.5 kadarında olduğu genel anlamda kabul görmektedir(1,29,52,54,57,128). Bu insidans Down sendromunun veya müsküler distrofinin insidanslarından fazladır. Yetmişli yıllara ait insidanslarda ve lezyon şiddetindeki daha sonraki yıllarda beliren azalma muhtemelen sectio Cesarea daki artış ile bağlantılı olmakla birlikte 2-5/1000 canlı doğumda görülmesi oranında daha fazla azalma olmaması, bir alt limit olarak düşünülebilir. Ortalama doğum ağırlığındaki artışa paralel olarak belki de rapor edilen insidanslarda artış beklenebilir.

Yüksek doğum tartısı ve buna bağlı zor doğum en önemli risk unsurlarındandır. Doğum tartısı 4000 gramın üzerinde olanlar ve omuz distosileri ile doğanlarda veya genel anlamda zor doğum öyküsü olanlarda insidans daha yüksektir(116). 478 olgumuzun %95'i 4000 gram ve üzeri doğum tartılı olarak bulundu. Oral ve ark. ortalama doğum ağırlıkları 4272 gram olan bebeklerde obstetrik brakial pleksus yaralanması oranını % 2.4, clavícula kırığı oranını %2.3 olarak bildirdiler(92). Gestasyonel veya maternal diyabet tek başına veya diğer bir macrosomia nedeni olarak predispozisyon sağlar. Macrosominin önemli bir risk unsuru olmasına rağmen doğum öncesinde belirlenmesinde zorluklar olabilir. Gonen ve ark. macrosominin ancak %18.3 oranında doğru tahmin edilebildiğini ve ultrasonda belirlenebilen macrosomi temelinde elektif Cesarean doğumun obstetrik brakial pleksus yaralanması insidansına etkisinin anlamlı olmadığını belirttikler(51). Sacks omuz distosisi ve obstetrik brakial pleksus yaralanmalarının önceden tahmin edilemeyen sorunlar olduğu görüşünü öne sürmekte ve planlı girişimlerle bunların sıklığının azaltılmasının olası olmadığı görüşündedir. Blickstein bu görüşü destekler(19). Rouse, profilaktik Cesarean doğumların ekonomik yönü ile ilgili yapılan

araştırma ile 4000 veya 4500 gram doğum ağırlığı sınır alınarak uygulanan profiyaktik nitelikteki Cesarean girişimlerin 1000 kadar doğumda uygulanması ve milyonlarca dolar harcanması sonrasında bir kalıcı nitelikli obstetrik brakial pleksus yaralanmasının önlenmesinin mümkün olduğunu öne sürmekte; buna karşın omuz distosisi tedavi yöntemlerinin iyileştirilmesinin daha akılcı bir yaklaşım olacağı görüşünü dile getirmektedir(103). Bryant benzer bir yaklaşım ile macrosomia yönünün 5000 gramın altında rutin Cesarean doğumun uygun olmadığını ifade etmektedir(23). Hacettepe Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda 1995 yılından bu yana tedavi edilen obstetrik brakial pleksus lezyonu olan hastanın % 1.5 kadarı sectio Cesarea ile dünyaya gelmiştir.

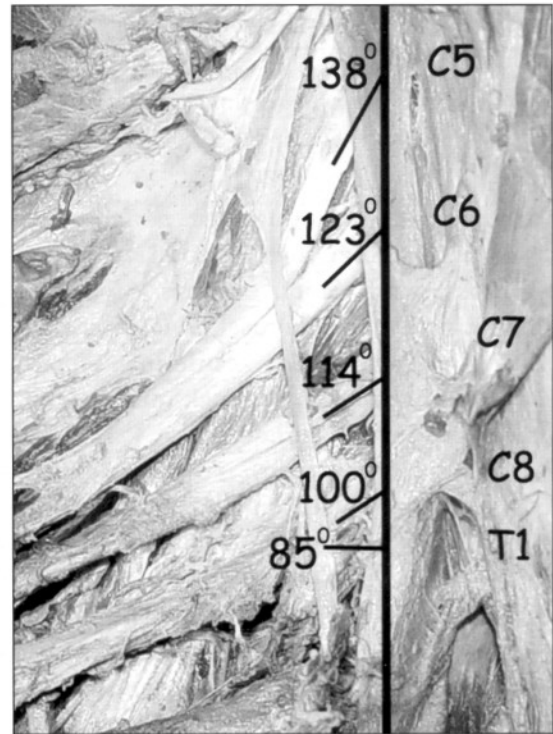
Annenin kısa boylu veya platypelloid pelvisli olması, gebelikte 17 kg'dan fazla ağırlık artışı, bebeğin sürmatürasyonu, doğumun ilk aşamasının uzaması, daha önceki bebekte omuz distosisi ve macrosomia öyküsü olması ve iki doğum arasında 8 yıldan fazla süre geçmiş olması rapor edilmiş risk unsurlarıdır. Ardışık doğumlarda tekrar eden brakial pleksus yaralanması riski yüksektir(2). Hasta serimizde iki ailede bu özellik gözlenmiştir. Verteks gelişlerinde omuz distosisi ve makat gelişlerinde kol ve kafaya traksiyon uygulanması brakial pleksusun yaralanma olasılığını artırır(44). Jennet ve ark. brakial pleksusun aşağı kök ve kordlarının zarar görebilmesi için yalnızca lateral boyun fleksiyonunun yeterli olmadığı ve kol pozisyonunun ve traksiyon yönünün de önem taşıdığı görüşündedirler(62). Uterus kitleleri, bebeğin omuz bölgesinin konjenital tümörleri, gebelikte viral enfeksiyon öyküsü ve makat geliş macrosomia dışı diğer risk unsurlarıdır. Allen ve ark. kalıcı brakial pleksus yaralanması ile sonlanan 103 doğum sürecini, baş-gövde ilerleme süresi, annenin kilo artışı, gestasyon yaşı, diabetes mellitus, parite, doğum ağırlığı ve bebeğin cinsiyeti gibi değişkenler yönü ile retrospektif olarak değerlendirmişler ve baş-gövde ilerleme süresini 5. dakika Apgar skorunun 7'nin altında olması ile en belirgin bağlantısı olan değişken olarak belirlemişlerdir(11) Ardışık vakum ve forseps uygulaması diğer sorunların yanısıra obstetrik brakial pleksus yaralanması riskini de beraberinde getirmektedir (43). Fötal distres ve anoksi hem sinir dokusunun gerilme karşısında daha duyarlı hale gelmesine neden olması ve hem de bebeğin kas tonusunda

azalmaya ve dolayısı ile brakial pleksusun daha fazla gerilmeye maruz kalmasına yol açması nedenleri ile önem taşırlar. Nomura ve çalışma arkadaşları ön servikal köklerde nöroma oluşmasını, çalışmalarının bir bölümünü oluşturan otopsi incelemelerinde gördükten sonra, brakial pleksusun hafif ve dikkati çekmemiş - belirti vermemiş yaralanmalarının doğum sırasında da oluşabileceği düşüncesini belirtmişlerdir(91).

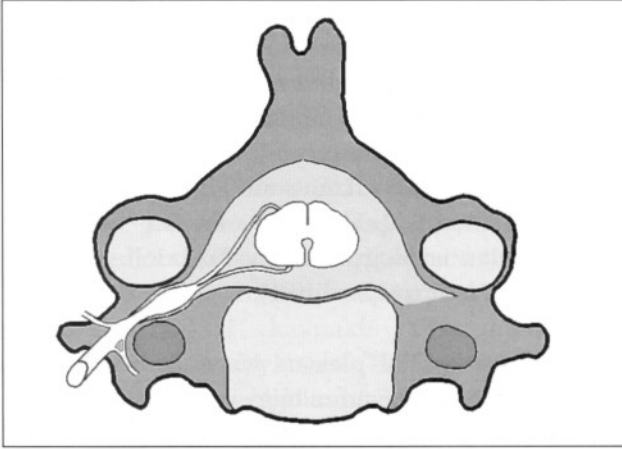
Anatomi

Obstetrik brakial pleksus lezyonlarının tanı ve tedavisinde temel anatomi bilgisi esastır.

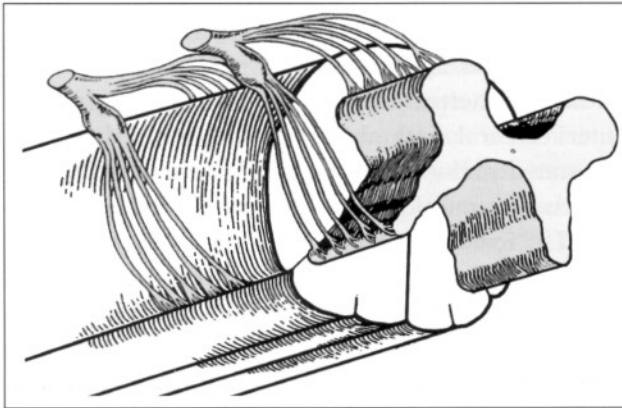
Brakial pleksus genellikle C5-C8 arasında köklerin ventral dalları ve T1'in büyük bölümünün birleşmesi ile oluşur. C4 ve T2 de brakial pleksusa katılabilir. Her spinal sinir, motor ventral ve duyuşal dorsal köklerin karışımı ile oluşur. Spinal kökler foramene yaklaşırken düzeye bağlı olarak 2 ila 6 kadar demette toplanır (Şekil 2, Şekil 3). İntervertebral foramende dura perineuriuma ve duranın dışındaki epidural bağ dokusu spinal sinirin epineuriumuna dönüşür (Şekil 4). Omuriliği spinal kanal içinde stabilize eden ligamentum denticulatum hernekadar ventral ve dorsal köklerinde zarar görmesine engel oluyorsa da, dura



Şekil 1: Servikal köklerin frontal planda vertikal düzlemde yaptıkları ortalama çıkış açıları, Dr. Selçuk Sürücü'nün katkıları ile.

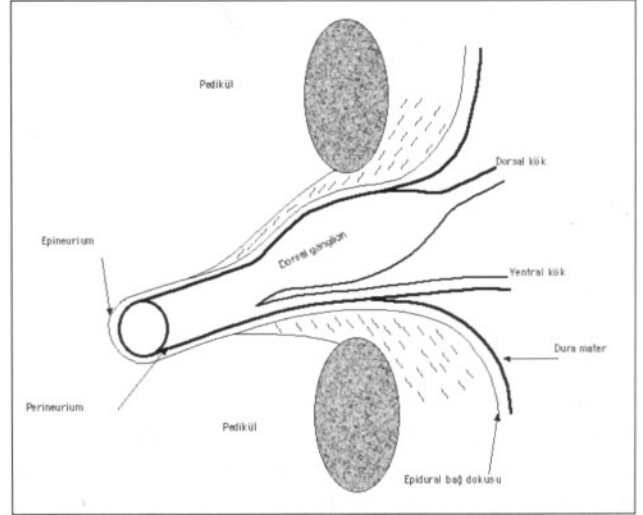


Şekil 2: Spinal kökler foramene yaklaşırken düzeye bağlı olarak 2 ila 6 kadar demette toplanırlar.



Şekil 3: Her spinal sinir motor ventral ve duysal dorsal köklerin karışımı ile oluşur. Spinal kökler foramene yaklaşırken düzeye bağlı olarak 2 ila 6 kadar demette toplanır.

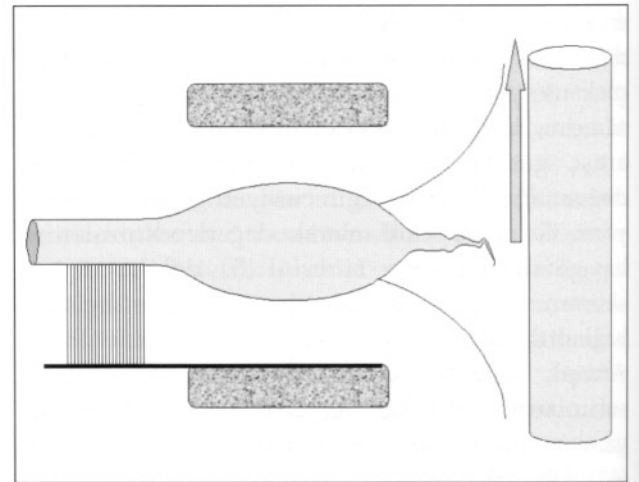
materin periosta tutunduğu ve perineurium ile devamlılık gösterdiği intervertebral foramen ana tesbit noktasıdır. Spinal sinirler foramenden çıktıklarında motor ve duysal lifler birbirleri içine girerler ve histolojik kesitlerin topografik incelemesinde bunları ayırdetmek mümkün olmaz. Foramenin hemen distalinde spinal kasları inerve eden dorsal dal ayrılır. Foramendeki seyri horizontale yakın olan sinir kökü son tutunma noktası olan transvers çıkıntıdan ayrıldıktan sonra açısını değiştirerek distale doğru daha vertikal bir açı kazanır. Bu "Z" şeklindeki seyri, kökü traksiyona karşı duyarlı hale getirir. Servikal köklerin foramen distalinde ortalama çıkış açıları fotoğrafta (Şekil 1) gösterilmektedir. Bu açılar C5 de ortalama 138° den T1 de 85° kadar azalır. Üst köklerin transvers çıkıntı ve foramenler düzeyindeki yumuşak doku stabilizasyonu (transversoradiküler ligamentler)



Şekil 4: Dura perineuriuma ve duranın dışındaki epidural bağ dokusu spinal sinirin epineuriumuna dönüşür

avülsiyonların üst köklere göre alt köklerde daha sık oluşmasını açıklayabilir. Transversoradiküler ligamentler kök avülsiyonunun "santral mekanizması"nda da rol oynarlar. Zor doğum sırasında craniuma uygulanan lateral deviasyon üst trunkus düzeyinde gerilmeye neden olurken, aksiyel traksiyon ise transversoradiküler ligamentler ve omurilik arasında gerilmeye neden olur. Omuriliğin olağandışı yer değiştirmesi sinir kökünün kopmasına neden olur (Şekil 5).

Brakial pleksusun oluşumuna katılan sinir köklerinin uzunlukları (Tablo I)de verilmektedir(110). Traksiyona bağlı yapısal bozulma kısa sinir köklerinde uzun sinir köklerine göre daha çabuk ve belirgin olur. Bu nedenle tüm omurga boyunca



Şekil 5: Kök avülsiyonunun santral mekanizması, omuriliğin yer değiştirmesi ile kökün kopması

Tablo I: Sinir Köklerinin Uzunlukları

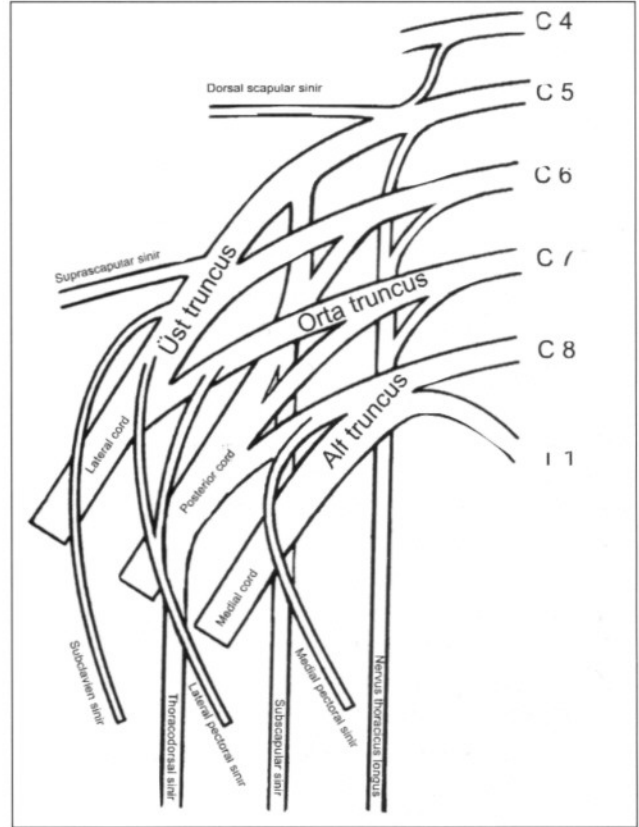
KÖK	Üst Kenarda	Alt Kenarda
C 5	15 mm	11 mm
C 6	15 mm	11 mm
C 7	15 mm	11 mm
C 8	17 mm	12 mm
T 1	25 mm	17 mm

traksiyona bağlı sinir kökü yaralanmasına en sık servikal bölgede rastlanır.

C5-C8 arası kökler vertebral arterin dorsalinden geçerek intertransvers kasların anterior ve posterior parçalarının arasına girerler. Boyun posterior üçgeninde scalenus anterior ve scalenus medius kasları arasından geçerler. Bu noktada C5 ve C6 orta servikal sempatik gangliyonun miyelinsiz gri lifleri alırlar. C7 ve C8 çoğunlukla sempatik inervasyonlarını alt servikal sempatik gangliyonun alırlar. T1 ve varsa T2 kökleri gri ve beyaz dallarını birinci torakal gangliyonun alırlar. Birinci torakal dal birinci kostanın önünden yukarı ve laterale doğru ilerleyerek plöral kesenin apeksinde dorsalden posterior üçgende pleksusa katılır.

C5 ve C6'nun ventral primer dalları üst trunkusu oluşturmak üzere birleşirler. C7 tek başına orta trunkusu yapar. C8 ve T1 birleşerek alt trunkusu oluşturur. Bu üç trunkus ön ve arka divizyonlarına ayrılır. Bu altı divizyondan üç kord oluşur. Üst iki divizyon lateral kordu, alt divizyon C8 ve T1 in birleşimi ile medial kordu ve üç posterior divizyon posterior kordu oluştururlar. Oluşan bu üç korddan brakial pleksusun terminal dalları çıkar (Şekil 6).

Brakial pleksusun genel topografik organizasyonunda proksimalden distale gidildikçe fasiküllerin çapı küçülür ve fasikül sayısı artar (21). Köklerin fasikül ve myelinli lif sayıları (Tablo II) de verilmektedir. Trunkus ve kordlar düzeyinde fasiküllerin internal topografisinin tanımlanması oldukça güçtür. Çok sayıda, küçük ve birbirlerine benzer fasiküller vardır. Bu nedenle fasiküler diseksiyon ve koaptasyon zorunlu olmadıkça trunkuslar ve divizyonlar düzeyinde yapılmamalıdır. Slingluff, Terzis ve Edgerton, 7'si seri kesitlerle incelenmiş olan 21 brakial pleksus diseksiyonunda önemli gözlemler yapmış ve brakial pleksustaki önemli varyasyon olasılıklarına karşın kimi özelliklerin sabit olduğu görüşünü öne sürmüşlerdir(107). Bu görüşe göre brakial pleksusun

**Şekil 6: Brakial pleksusun şematik temel anatomisi****Tablo II: Brakial pleksusu ait yapılarda ortalama fasikül sayıları**

Yapı	Ortalama Fasikül Sayısı	Ortalama Myelinli Lif Sayısı
C5	2	16472
C6	4	27421
C7	7	23781
C8	4	30626
T1	2	19747
Üst trunkus	8	
Orta trunkus	10	
Alt trunkus	11	
Lateral kord	15	
Medial kord	13	
Posterior kord	18	

prefiks veya postfiks oluşu temelinde bazı özellikler sabittir. Brakial pleksus içinde saf motor veya saf duyu fasikülleri yalnızca dallanma noktalarında veya spinal sinirlerde bulunabilir. Diğer bölgelerde sinirler büyük ölçüde mikst tiptedir. Pleksus bütününde bağ dokusu nöral dokudan daha fazla

yer tutar. Bu araştırmacılara göre eğer brakial pleksus prefikst tipte ise C5 brakial pleksusun %15'inden fazlasını, T1 ise %13'den azını destekler. Yine prefikst pleksusta üst trunkus posterior kordun yarısından fazlasını oluştururken, alt trunkus posterior kordun %15'inden azını destekler ve üst trunkus alt trunkusdan daha büyüktür. Lateral kord prefikst tiplerde C8'den inervasyon almaz ve musculocutaneous sinirin %8'den daha azı C7'den desteklenir. Brakial pleksus içinde fasiküllerin yüzey kesitlerinin alanı 0.0001 ila 8 mm³ arasında değişmektedir. Aynı kadavranın sağ ve sol brakial pleksuslarının anatomik farklılıklar içermesi olasılığı, başka kadavraların brakial pleksuslarından farklı olma olasılığından azdır, -yani brakial pleksusta ayna simetri özelliği vardır-. Spinal sinirler, üst trunkusun anterior ve posterior divizyonları ve suprascapular ve musculocutaneous sinirler monofasiküler organizasyon gösterirken, üst trunkusun posterior divizyonu bifasiküler organizasyon gösterir. Üst ekstremité sinirleri ile ilgili olarak önemli bir özellik, eklem düzeylerinde fasikül sayılarının lokal bir artış gösterdiği'dir.

Bonnel 100 kadar erişkin kadavra brakial pleksusunda köklerin spinal kanal içinde ve dışındaki açılal farklılıklarını araştırdığı çalışmasında, bu köklerdeki myelinli lif sayısını (Tablo II) de belirtildiği şekilde bildirmiştir. Bu çalışmada omurilik ile kök arasındaki açı C5 için 143°, C6 için 141°, C7 için 140°, C8 için 150° ve T1 için 160° olarak bulunmuştur. Yine aynı çalışmada brakial pleksusa C4 ve T2 katılımları incelenmiş ve kadavraların %41 kadarında C4'den C5'e bir dal katıldığı ve %4 kadarında da T2 den bir dalın T1'e katıldığı ifade edilmektedir. Özellikle yüzyılın başlarında yapılan anatomik çalışmalarda C4 ve T2 katılımı ile ilgili çok farklı oranlar bildirildiğini belirtmek isteriz. 175 pleksusu içeren bir çalışmada olguların %60'dan fazlasında C4 brakial pleksusa katılmakta olduğu, %30 kadarında C5'in brakial pleksusun en üst ögesi olduğu ve %10 kadarında da C5'in servikal pleksusa katıldığı belirlenmiştir(114). Bu şekilde brakial pleksusun C5'den büyük ve T1 den küçük bir katılım aldığı tipleri prefikst (veya yüksek); eğer C4'den dal gelmiyor, T1 katılımı büyük ve T2'den bir dal brakial pleksusa katılıyor ise bu tiplere postfikst (alçak, düşük) brakial pleksus denir.

C6, C7 ve C8 köklerinin herbiri brakial pleksusun nöral dokusuna %24 oranında katkıda bulunurken C5 ve T1 %14'er oranında katkıda bulunur. Brakial

pleksusdan nöral çıkışın %22 kadarı median sinire, %21'i radial sinire, %14'ü ulnar sinire, %8'i musculocutaneous sinire ve %4'ü medial cutaneous sinire ulaşır.

Brakial pleksusa ait bazı unsurların erişkindeki uzunlukları tabloda verilmektedir. Köklerin uzunlukları nisbeten sabit iken, kordların uzunlukları çok değişken olabilir. Posterior kord insanların yaklaşık olarak 1/4 kadarında ayrı bir yapı olarak gözlenir, buna karşın büyük bölümünde axiller sinir, suprascapular sinir, thoracodorsal sinir, uzun thoracic sinir ve radial sinir ayrı gidişler gösterebilir. N. thoracicus longus C5, C6 ve C7 köklerinden çıktıktan sonra scalenus medius kasını delerek veya scalenus medius ve scalenus posterior arasından geçer. Suprascapular sinir cerrahi eksplorasyonda brakial pleksusa ait görünen ilk büyük yapıdır. Çoğunlukla C5 den kimi zaman da C5 ve C6 dan çıkar. Subscapular sinir C5 ve C6 dan çıkar. Teres major kası çoğunlukla C5 ve C6 dan inerve olur. Musculocutaneous sinir C5 ve C6 dan çıkar ve C7 den küçük bir katkı alabilir. Axiller sinir C5 ve C6 den dal alabilir. Ulnar sinir C7, C8 ve T1 den kaynaklanır. Brachial cutaneous sinir T1 den kaynaklanır.

Tablo III: Brakial pleksusa ait bazı unsurların erişkindeki uzunlukları

Yapı	Ortalama Uzunluk
C5	43 mm
C6	50 mm
C7	58 mm
C8	34 mm
T1	29 mm
Lateral kord	60 mm (40-80 mm)
Medial kord	50 mm (34-78 mm)

Brakial pleksusun inervasyon özellikleri önemli varyasyonlar gösterebilir. Fakat kimi temel özellikler olguların büyük bölümünde korunur. Genel olarak terminal sinirler ekstremitenin belirli bölgelerini inerve eder. Musculocutaneous sinir kolun anteriorunun motor ve önkolun lateralinin kütanöz inervasyonunu sağlar. Lateral ve medial korddan bir dal pektoral kasların inervasyonunu sağlar. Median sinir önkol fleksörlerinin büyük bölümünü ve elin tenar bölgesinin motor ve duyu inervasyonunu sağlar. Ulnar sinir önkol kaslarının bazılarını ve el intrinsiklerinin büyük bölümünü inerve eder.

Posterior kord ve radial sinir dalları skapula ve omuz çevresinin ve kol ve önkolun ekstansörlerini inerve eder. Sinir sisteminin genel organizasyonuna koşut olarak merkezi ve periferik özellikler hemen hemen sabit kalmakla birlikte, brakial pleksusdaki normalden sapma daha periferde örneğin Martin-Gruber anastomozları gibi diğer farklılıklar ile düzeltilmektedir. Bu nedenle brakial pleksusda kişiden kişiye büyük farklılıklar olması doğaldır ve 38'in üzerinde varyasyon gösteren brakial pleksus tipi bildirilmiştir (114). Brakial pleksusun terminal dalları ve bunların inervasyonları (Tablo IV) de özetlenmektedir.

Brakial pleksusun tüm kökleri post-ganglionik sempatik lifleri taşır. Sempatik liflerin her kökteki ağırlıklı oranları farklılık gösterir. Bu oranlar C5'de

%1-9, C6'da %8-27, C7'de %15-25, C8'de %25-45 ve T1'de %15-30 arasındadır. Kabaca C5 kökünün en az ve C8 kökünün en fazla oranda postganglionik sempatik fasikül içerdiği söylenebilir. C5 ve C6 kökleri postganglionik fasikülleri üst ve orta servikal gangliondan ve vertebral arter çevresindeki ağ aracılığı ile stellat gangliondan alır. Stellat ganglionun alt servikal ve birinci torakal sempatik ganglionun kombinasyonu ile oluştuğunu hatırlatalım. C7 postganglionik fasikülleri stellat gangliondan ve vertebral arter çevresindeki ağdan alır. C8 ve T1 postganglionik stellat gangliondan alır.

Brakial pleksusa ulaşan yaygın bir vasküler şebeke vardır. C5-T1 arası kökler esas olarak subclavian arterden kaynaklanan derin servikal arterlerden beslenir. Üst ve orta trunkuslar posterior

Tablo IV: Brakial pleksus inervasyon alanı

Sinir	Orijin	Motor inervasyon
Subclavian	C5, C6	Subclavius
Dorsal scapular	C5	Levator scapulae Rhomboid kaslar
Suprascapular	C5, C6	Supraspinatus Infraspinatus
Üst subscapular	C5, C6	Subscapularis
Orta subscapular (Thoracodorsal)	C7, C8	Latissimus dorsi
Alt subscapular	C5, C6	Teres major Subscapularis
Axillary	C5, C6	Teres minor Deltoid
Thoracicus longus Lateral pectoral Musculocutaneous	C5, C6, C7 C5, C6, C7 C5, C6, C7	Serratus anterior Pectoralis major Coracobrachialis Biceps brachii Brachialis
Radial	C5, C6, C7, C8, T1	Triceps brachii Anconeus ECRL, ECRB Br ED, EDM, ECU, Supinator, Ext.dig., AbPL, AbPB EPL, EIP
Median	C5, C6, C7, C8, T1	FDS FCR PL
Medial pectoral	C8, T1	Pectoralis minor
Ulnar	C8, T1	FCU FDP
Medial antebrachial cutaneous	C8, T1	
Medial brachial cutaneous	T1	

scapular arterden ve doğrudan subclavian arterden beslenir. Transvers cervical arter ve aksiller arter, medial ve lateral kordlara ulaşan dallar verir. Brakial pleksusu besleyen tüm bu vasküler şebeke öğeleri esas olarak ekstrasfasiküler değil, intrafasiküler anastomozlar oluştururlar. Her fasikülün iyi ayırddilebilen vasküler yapıları segmentel organizasyonlar biçiminde içerdiği periferik sinirlere göre brakial pleksus, gerim ve kompresyona karşı daha duyarlıdır(75).

Narakas cerrahi eksplorasyon yöntemleri temelinde erişkin hastalarda brakial pleksus lezyonlarını 5 düzeye ayırarak tanımlar(85).

- Düzey 1: Ventral ve dorsal köklerin avülsiyonu
- Düzey 2: a. Spinal köklerin ventral dallarının foramen dışındaki lezyonları
b. Trunkus lezyonları
- Düzey 3: Retroklaviküler lezyonlar
- Düzey 4: Kordların distal kesim lezyonları
- Düzey 5: Üst ekstremitte sinirlerinin proksimal lezyonları

Düzey 1 lezyonlarda köklerin omurilikten avülsiyonu parsiyel veya total olabileceği gibi, motor ve duyu köklerini ayrı ayrı veya birlikte ilgilendirebilir. Spinal sinirlerin foramenler dışında kopması (düzey 2) lezyonlar, C5, C6 ve C7 köklerinde C8 ve T1 köklerine göre daha sıktır. Yüksek enerjili yaralanmalarda C8 ve T1 kökleri düzey 1 lezyonlar gibi avülsiyon şeklinde olur. Retroklaviküler lezyonlar posterior kord ve/veya lateral kordda fonksiyonel ve anatomik bütünlüğün bozulmasına neden olur. Bu düzeyde medial kord hemen hemen hiç etkilenmez. 4. düzey lezyonlar kordların distal kesimlerinin ve 5. düzey lezyonlar suprascapular sinir veya musclocutaneous sinir gibi brakial pleksusdan kaynaklanan sinirlerin proksimal lezyonlarıdır.

Obstetrik brakial pleksus yaralanmalarında, yaralanma preganglionik düzeyde ise prognoz genellikle kötü, post ganglionik düzeyde ise genellikle iyidir. Preganglionik lezyonlar omurilikten avülsiyon yaralanmalarıdır ve spontan olarak motor fonksiyon düzelmez.

Tanı

Klinik Muayene

Doğum sonrası üst ekstremitelerini oynatmayan bir bebekte mümkün olan en kısa zamanda tanı konulmalı ve uygun tedavisine başlanılmalıdır. Brakial pleksus yaralanmaları gibi zaman içinde bulguları hızla değişebilen bir sorunun tüm

ayrıntılarının dökümantasyonu hastanın izlenebilmesi için büyük önem taşır. Ayrıca obstetrik brakial pleksus yaralanmalarına eşlik edebilen(60) sefal hematoma, saçlı deri kesileri, fasyal sinir lezyonları(33), nazal septal dislokasyonlar, tortikollis, humerus veya clavicula kırıkları gibi diğer sorunlar da acil tedavi gerektirebilir.

Obstetrik brakial pleksus yaralanması olan bebeklerin aile öyküsünde bazı özellikler sorgulanır. Daha önceki doğum sırasında oluşan macrosomia veya uzamış travay önemlidir. Ailede ve annede diyabet öyküsü var mıdır? Doğumun nerede ve ne şekilde gerçekleştiği, müdahale yapıp yapılmadığı, Horner bulgusunun varlığı ve bebekte solunum zorluğu olup olmadığı öğrenilmelidir.

Muayene için getirilen yenidoğanda genellikle tanı koymak zor değildir. İlk hafta içinde Moro refleksi, tonik ense refleksi ve ekstremitenin istirahat pozisyonu gibi klinik gözlemlerden yararlanarak önemli bilgiler edinmek mümkündür(49). En sık görülen proksimal tutulumu olan bebeklerde üst ekstremitte iç rotasyondadır. Aktif hareket ve özellikle omuz abdüksiyonu yoktur. Dirsek hafif fleksiyonda veya tümüyle ekstansiyondadır. Başparmak ve parmaklar fleksiyondadır. Bu parmak postürü aktif kontraksiyondan çok kasların viskoelastik davranışı ile ilgilidir. Total tutulum olan bebeklerde üst ekstremitte hiçbir kas işlevi gözlenmez ve üst ekstremitte tümü ile gevşektir. Duyuyu değerlendirmek zor olabilir. Ağrılı uyarılara yanıt alınmaz. Vasomotor etkilenmeye bağlı olarak ilgili ekstremitede solukluk ve soğukluk vardır. Omuz ve dirsek çevresi işlevlerin normal olduğu ve yalnızca el tutulumunun görüldüğü Klumpke paralazisi nadir bir durumdur(3). Total tutulumun rezidüel iyileşme hali Klumpke tipi ile karışabilir. Humerus veya clavicula kırıklarına bağlı psödoparalizi halinin 3 hafta içinde çözülmesi beklenir. Omuz çevresinde ve üst ekstremitte geniş yumuşak doku hasarı(106), humerus proksimal epifizinde ayrılma ve clavicula kırıkları travmanın şiddetinin fazla olduğunu gösterse de clavicula kırıkları ile prognoz arasında ilişki olmayabilir(5).

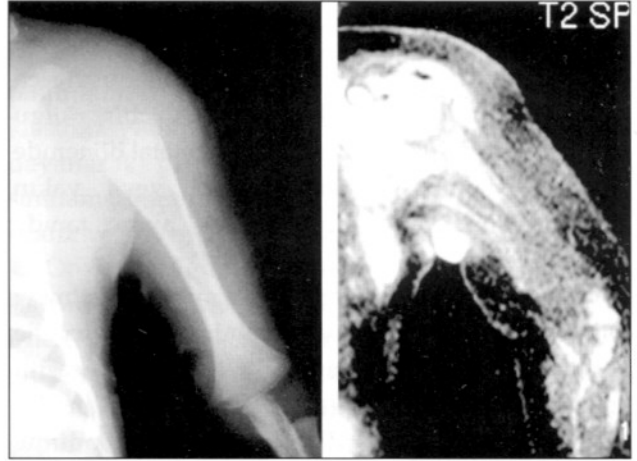
Obstetrik brakial pleksus yaralanmalarının tanı ve tedavisinde en önemli aşama hastanın fizik muayenesidir(90,94). Günümüzde brakial pleksus cerrahisine özelleşmiş pek çok cerrah lezyon düzeyinin ve şiddetinin belirlenmesinde klinik muayeneyi ön planda tutmaktadır. Fizik muayenede temel hedef üst ekstremitedeki hareket ve duyu

kaybının nedeninin belirlenmesidir. Bu amaçla bebeğin genel sistem muayenesinde ipuçları aranır. Herhangi bir konjenital farklılığın olup olmadığı incelenir. Cranium, boyun omurgası, clavicula ve humerus proksimalinde ödem-ekimoz ve anormal hareket aranır. Obstetrik brakial pleksus felci olan bebeklerin %10-15 kadarında clavicula kırığı da bulunabilmektedir. Muayene esnasında hastanın yanısıra, ailenin muayene sırasındaki ilgisi, yorumlayabilme yetisi ve kooperasyon kurulabilirliği değerlendirilir.

Servikal, torakal ve lomber vertebra dizilimine bakılır. Dikkatli ve ayrıntılı bir muayene ile trapezius, levator scapulae, rhomboidler, deltoid adele anterior ve posterior kesimleri, biceps, triceps, parmakların uzun kasları ve elin intrinsik kaslarının işlevleri hakkında tutarlı bilgiler edinmek olasıdır. Horner bulgusu ve scapular kanatlanma önemli bulgulardır. Üst ekstremitayı de içeren bir akciğer radyogramında, diyafram paralizi, servikal vertebra ve clavicula değerlendirilir. Bu muayenelerin yaşamın ilk 9 ayında tercihen aylık düzenli aralıklar ile tekrarlanması uygun olur. Daha büyük çocuklarda muayene yapılan ortamın oyun aktivitelerine elverişli olması pratik bir yöntemdir. Oyun oynayan çocukların üst ekstremita aktivitelerinin gözlenmesi ile omuz, dirsek ve el hakkında veriler elde edilir. Tipik olarak gözlenen deformite omuzda iç rotasyon ve addüksiyon kontraktürü ve ön kolda pronasyon kontraktürüdür. Omuz iç rotasyon kontraktürü elin ağız düzeyine gitmesine engel olan önemli bir deformitedir. Humerus dış rotasyonu ve humerus abdüksiyonu ile skapula üst kenarının omuz kuşağında belirginleşmesi "Putti bulgusu" olarak bilinir. Omuzda dış rotasyon kontraktürü varsa büyük bir olasılıkla bunun kötü ortez kullanımından kaynaklandığını düşünmek mümkündür.

Ayrıntılı tanıda daha önce bahsedilen clavicula ve humerus kırıkları, omuz septik artriti (Şekil 7) ve humerus osteomyeliti öncelikle düşünülmesi gerekenlerdir. Omuz septik artritinin brakial pleksus sorunları ile birlikte görülebilmektedir(42). Joseph Marie Jules Parrot'ya (1829-1883) atfedilen konjenital sifilizli bebeklerde osteokondritik proksimal humerus epifizinin separasyonu sonucu gelişen psödoparalizi hatırlatmak isteriz(61). Friedrich Rudolph Georg Wegner (1843-1917) tarafından Parrot'dan 1 yıl kadar önce aynı klinik tablonun tanımlanmış olması(125) nedeni ile bu klinik

tabloyu "Wegner Hastalığı" olarak tanımlamak daha doğru olabilir. Spinal araknoid kistler (Şekil 8) ve syringomyeli (Şekil 9) gibi omurilik sorunları ve polio ayırıcı tanıda zorluklar yaratabilecek sorunlardır. Yenidoğanın omuz eklemine ilgilendiren sorunlarda ultrason incelemesi özellikle instabilite, kırıklar ve enfeksiyonun değerlendirilebilmesi için uygun bir tekniktir(49). Servikal vertebra sorunları da obstetrik brakial pleksus yaralanmaları ile birlikte görülebilir. Hasta serimizde bir olgumuzda C5-C6 dislokasyon ve bir diğer olgumuzda C6-C7 rotatuar dislokasyon gözlenmiş, posterior servikal füzyon sağlandıktan sonra mikronöral girişimleri yapılmıştır. Sharma ve ark. neonatal servikal (C6)



Şekil 7: Sol omuz septik artritte direkt radyolojik görünüm ve MR incelemesi



Şekil 8: Spinal araknoid kisti olan bir hastada klinik görünüm ve MR incelemesi. Sol göz bulguları ve sol üst ekstremitenin durumu ilgi çekicidir. (Dr. Nejat Akalan'dan)



Şekil 9: Brakial pleksopati izlenimi veren syringomyelili bir olguda MRI incelemesi

osteomyelit ile birlikte üst tutulum gösteren obstetrik brakial pleksus felçli bir olgu bildirmişlerdir(105). Nadir olarak neonatal dönemde görülen brakial pleksus kökenli veya yakın komşuluğunda yerleşimli tümörler ayırıcı tanıda akla gelmelidir.

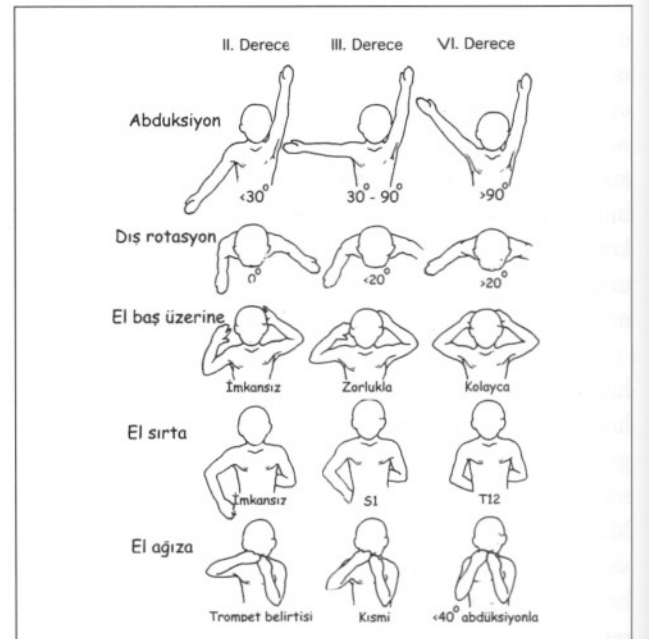
Clarke ve Curtis'in bebeklerde motor düzelme için daha ayrıntılı olarak yansıtabilmesi amacı ile geliştirdikleri "Aktif Hareket Skalası"(29), çeşitli araştırmacılar tarafından kullanılan bir skaladır. Bu skalada 8 aşama vardır (Tablo V). Bu değerlendirme yöntemi ile ilgili önemli bazı ayrıntılar vardır. Bir kasın 4'ün üzerinde puanlanabilmesi için yerçekimine karşı olası tam aktif hareket genişliğini sağlamış olması gerekir. Tam hareket genişliği muayene anında ilgili eklem yapabildiği pasif

Tablo V: Clarke-Curtis Hospital for Sick Children Kas Değerlendime Yöntemi

Gözlem	Kas puanı
Yer çekimi etkisi yok, kontraksiyon yok	0
Yer çekimi etkisi yok, kontraksiyon var, hareket yok	1
Yer çekimi etkisi yok, hareket genişliğinin yarısı	2
Yer çekimi etkisi yok, hareket genişliğinin yarısından fazlası	3
Yer çekimi etkisi yok, tam hareket genişliği	4
Yer çekimine karşı, hareket genişliğinin yarısı	5
Yer çekimine karşı, hareket genişliğinin yarısından fazlası	6
Yer çekimine karşı, tam hareket genişliği	7

hareket esas alınır. Kontraktürlerin etkisi dikkate alınmaz. Parmakların ekstansiyonuna MP eklemlerden bakılır ve en iyi fleksiyon ve ekstansiyon yapabilen parmağın aldığı puan hesaplamaya katılır. Bu yöntemle tedavi öncesi ve tedavi sonrası dönemde istatistik analize elverişli bilgi edinme olanağı vardır. Bu yöntemin yetersiz kalabildiği iki nokta vardır. Birincisi; örneğin parmak fleksiyonunu değerlendirirken yer çekimi etkisinin nasıl ortadan kaldırılabilceği konusudur. Bu kanımızca çok zorunlu hallerde su içinde muayene yapılarak gerçekleştirilebilir. İkinci konu bebeklerde 2-3 puanlama ayırımını yapmanın kimi zaman mümkün olmamasıdır.

Bebeklerde kas ve duyu muayenesini erişkinlerde kullanılan yöntemler ile yapmak mümkün değildir. Tek tek kas grupları ve dermatomların değerlendirilmesi yerine global özelliklerin değerlendirilmesi yeğlenir. Mallet sistemi(47) ve modifikasyonları bu amaçla sıkça kullanılmaktadır. Bu sistemde global abduksiyon, global dış rotasyon, elin enseye, omurgaya ve ağıza gitmesindeki rahatlığa bakılarak I-IV arası bir derece verilir (Şekil 10). Bu sistem obstetrik brakial pleksus yaralanmalarının doğal seyrini izleyen, mikrocerrahi girişimlerin ve sekonder restorasyonların sonuçlarını irdeleyen çalışmalarda sıkça kullanılmaktadır. Bir komut



Şekil 10: Obstetrik brakial pleksus felci olan küçük çocuklarda kullanılan -modifiye- Mallet sistemi. I. Derece total paraliye, V. Derece normal omuza tekabül eder.

karşısında hareket yapmayı gerektirdiği için 3 yaşından küçük çocuklarda kullanım zorlukları vardır.

Bu ve benzeri sistemlerin temel amacı klinik gözlemlere birer numerik değer vererek, hastalarda oluşan değişikliklerin istatistik tanımlamalarını ve analizlerini yapmaktır. Buna göre örneğin omuz abduksiyonunun I. derecesi ile II. derecesi ve III. derecesi arasındaki fark istatistiksel anlamda aynı etkiyi yapabilir. Oysaki bu iki derece arasındaki fark klinik olarak aynı değerde değildir. Hastanın I. dereceden II. dereceye iyileşmesi çok önemli bir kazancı ifade eder ama II. dereceden III. dereceye geçmesi günlük yaşam uğraşları için bu denli bir kazanımı ifade etmez. Aynı şekilde bu değerlendirme sisteminde her bir motor yeteneğin güç ve becerisi ayrı ayrı aktarılamamaktadır. Bir hareketteki eksikliğin pasif eklem hareket genişliğindeki kayıptan mı yoksa kas güçsüzlüğünden mi kaynaklandığını belirtmek mümkün olmamaktadır. Önkol, elbileği ve elin değerlendirilmesi yeterince ayrıntılı yapılamamaktadır. Tüm bu yetersizliklerine rağmen özellikle ilk birkaç ayda bebeklerin üst trunkusa ait işlevlerini izlemek açısından yararlı olduğunu belirtmeliyiz.

Michelow tarafından önerilen ve taraftar bulan diğer bir sistemde omuz abduksiyonu, dirsek fleksiyonu, elbileği ekstansiyonu, parmak ekstansiyonu ve başparmak ekstansiyonunun geri kazanımına 0-2 arası bir değer verilmektedir. 0 işlevsizliği, 1 kısmi işlevi ve 2 normal işlevi ifade eder. 3 ayın sonundan itibaren 3.5 puanın altındaki bir değer mikrocerrahi girişim gerektirir (80). Çeşitli yayınlarda farklı değerlendirme sistemleri ve bunların modifikasyonlarının kullanılması nedeni ile bu yayınları birbirleri ile kıyaslamak zorlaşmaktadır. Hastalığın doğal seyrini ve primer ve sekonder cerrahi girişimlerin etkilerini dokümente etmek ve değişik kıyaslamalar yapabilmek için yaygın kabul görececek bir değerlendirme sistemine gereksinim vardır.

Bebeklerde duyu muayenesi daha önce de bahsedildiği gibi zorluklar gösterebilir. Çoğu durumda yalnızca ağırlı uyarana hareket cevabı olup olmadığı ve çocuğun parmaklarını ısırıp ısırmadığına bakılır. Narakas'ın önerdiği dört aşamalı değerlendirme yöntemine başvurulabilir (57). Bu yöntemde ağırlı uyarana hiç yanıt yoksa S0, ağırlı uyarana yanıt var fakat dokunmaya yanıt yoksa S1, dokunmaya yanıt var fakat hafif

dokunmaya yanıt yoksa S2 ve duyu normal izlenimi alınıyor ise S3 olarak değerlendirilir. Bu yöntemin cevap veremediği nokta, bir ekstremitede duyu sorunu olmadan motor kusur olabileceğidir. Uyarana algılandığında bile motor yanıt oluşmayabilir. Obstetrik brakial pleksus felcinde geç dönemde, muhtemelen serebral plastisitenin etkisi ile(12) duyu sorunları nadiren önemli sorun oluşturur(7,102) ve duyu rekonstrüksiyonu için girişim çok nadiren gerekir (28).

Obstetrik brakial pleksus yaralanmalarının prognozu belirlemedeki katkısı gözönünde tutularak etkilenme düzeyine göre çeşitli tiplere ayırma eğilimi vardır. Erb'in klasik tipi C5, C6 ± C7 tipine "üst brakial pleksus tipi"(6), C7±C8 tutulumuna "intermediyer tip", C8-T1 tipine "Klumpke tipi" ve C5-T1 tipine "total tip"(112) tanımlaması yapılmıştır. Narakas detaylı klinik klasifikasyonunda ilk 8 hafta içindeki gözlemlere dayanarak prognostik açıdan yol gösterici bir sınıflama önermiştir(83) (Tablo VI). Bu sınıflamayı pratik ve güvenilir bulmaktayız.

Obstetrik brakial pleksus felcinin kas-iskelet sistemi üzerindeki etkileri oldukça ayrıntılı olarak irdelenmekle birlikte, bu çocuklarda ve ailelerinde oluşan ve kimi zaman oldukça etkili olan ruhsal sorunlar konusunda bu denli ayrıntılı çalışmalar yapılmamaktadır. Bu çocuklarda normal çocuklardan daha fazla sıklıkta davranış sorunları ortaya çıktığı bilinmektedir(17). Çocuk psikiyatri dalının obstetrik felçli çocukların tedavisinde önemli rolü olmalıdır.

Radyolojik İncelemeler

Doğum sonrası üst ekstremitelerini oynatmayan bebeklerde, brakial pleksus yaralanmalarının yanısıra, servikal omurga sorunları, humerus proksimal kesim kırıkları ve clavícula kırıkları da akla gelmelidir. Phrenic sinir tutulumuna bağlı diaphragm elevasyonunun değerlendirilmesi için direkt akciğer radyogramı görülmelidir. Büyük bir kasete, iyi bir teknikle çekilen akciğer radyogramlarında servikal vertebra sorunları, olası humerus ve clavícula kırıkları ve diaphragma elevasyonu hakkında fikir edinmek mümkündür. Obstetrik brakial pleksus yaralanması olan yenidoğanlarda, tek başına oldukça kapsamlı bilgi verebilen bir inceleme olarak akciğer radyogramından yararlanılabilir.

Kök avulsiyonlarının foramen dışı lezyonlardan ayrılması büyük önem taşır. Bu amaçla geleneksel

Tablo VI: Narakas'ın Değerlendirme Sistemi

Tip	Klinik Bulgular	Prognoz
I	C5-C6	1-8 hafta içinde tam düzelme
II	C5-C7	Dirsek fleksiyonu: 1-4 hafta Dirsek ekstansiyonu: 1-8 hafta Omuz sınırlı: 6-30 hafta
III	C5-T1 Horner bulgusu yok	Elde tam dönüş: 1-3 hafta El bileği: 40-60 hafta Dirsek fleksiyonu: 16-40 hafta Dirsek ekstansiyonu: 16-20 hafta Omuz yetersiz: 10-40 hafta
IV	C5-T1 Geçici Horner bulgusu	Elde tam dönüş: 20-60 hafta El bileği: 40-60 hafta Dirsek fleksiyonu: 16-40 hafta Dirsek ekstansiyonu: 20-60 hafta, (yetersiz olabilir) Omuz yetersiz: 10-40 hafta
V	C5-T1 Kalıcı Horner bulgusu	Elde geri dönüş çok yetersiz El bileği yetersiz. Hafif ekstansiyon olası Omuz ve dirsek Tip IV gibi

myelografi, CT ile kombine myelografi, yüksek rezolüsyonlu CT myelografi(120) ve MR görüntüleme yöntemleri(81) kullanılmıştır. Bu incelemelerde yalancı pozitif ve yalancı negatif bulgular olması olasıdır. Küçük divertiküler genişlemelerde yaklaşık % 59 oranında sağlam kök bulunabilir. Büyük psödomeningosel oluşumu kök avüsiyonu açısından tanısız olabilese de psödomeningosel içinde köklerin gösterilememesi kök avüsiyonunun daha güvenilir bir göstergesidir (27). MR ve CT myelografinin tanısız güvenilirliği birbirine yakındır. MR teknolojisindeki ilerlemeler yakın gelecekte yenidoğanlarda bile bu yöntemi en güvenilir ve kolay uygulanabilir hale getirecektir (41).

Elektrodiagnostik Tanı

Oluşan hasarın değerlendirilmesinde elektro-fizyolojik tanı yöntemleri yararlı olabilmektedir. Bu incelemelerin en önemli yetersizliği bir kasta gözlenen elektriksel motor aktiviteye rağmen motor güçteki düzelmenin ne ölçüde gerçekleşeceğinin tahminindeki zorluktur. 3. ayda reinervasyonun olmaması, ilgili sinirde anatomik bütünlüğün kaybolduğunun güvenilir bir göstergesidir. Fakat reinervasyon var ise yorum zorlaşır(36,86). EMG incelemeleri çoğunlukla çok iyimser sonuçlar vermektedir(108,129) ve hekim ve aile açısından erken cerrahi girişimi geciktirebilen bir unsur haline

gelebilir. Vredeveld ve ark. obstetrik felci olan çocuklarda EMG deki iyimser tablonun nedeni ile ilgili ilginç bir çalışma yapmışlardır. Benzeri brakial pleksus lezyonu olan obstetrik felçli çocuklar ile erişkin travmatik hastaların biceps ve deltoid kaslarının EMG bulguları kıyaslandığında çocuk hastalarda motor ünite paternlerinde çok hafif denervasyon etkileri görülür iken erişkin hastalarda total denervasyon olduğunu saptamışlardır. Obstetrik yaralanması olan çocuklardan C7 veya orta trunkus tutulumu olan bir alt grupta ise her iki kasta da total denervasyon bulunmuştur. Yazarlar buradan hareketle C7 kökünün intrauterin dönemde ve doğum esnasında her iki kası inerve ettiği ve doğumdan sonra bu inervasyonun (muhtemelen apoptoz benzeri bir mekanizma ile) ortadan kalktığını ileri sürmektedirler(119).

TEDAVİ

Obstetrik brakial pleksus yaralanmalarında prognoz ile ilgili değişik gözlem ve görüşler olması nedeni ile özellikle erken dönemde tedavi için karar vermenin güçlükleri vardır. Değişik serilerde çok farklı spontan düzelme oranları verilmektedir (29,52,54,80). Erken cerrahi girişimlerin mikrocerrahi teknik ve uzun dönem sonuçlarının bilinmesi nedeni ile randomize çalışma yapmak etik yönü ile zorluklar arz etmektedir(20).

Cerrahi Dışı Tedaviler

Doğum sırasında oluşan brakial pleksus yaralanmalarında prognoz genel anlamda iyidir. Olguların %80-90 kadarı tam ya da tama yakın spontan iyileşme gösterir. %10-20 kadarında ise önemli ve kalıcı sorunlar oluşur(71). Özellikle yaşamın ilk 6-9 aylık döneminde dikkatli ve sık yapılan kontroller ile kalıcı sorunlar yönü ile riskli olan bebekler belirlenebilir(90). Nöral işlevlerin geri kazanımı beklenirken, tutulum gösteren tüm eklemlerin pasif hareket genişliği egzersizleri gerçekleştirilmelidir. Bu aşamada fizyoterapistlerin aktif desteğine ihtiyaç vardır. Kalıcılık gösterebilen iki önemli sorun omuz ekleminde iç rotasyon kontraktürü ve önkolda pronasyon kontraktürüdür. Skapulotorakal eklem stabilize edilerek glenohumeral eklem pasif hareketlerinin yaptırılması, glenohumeral kapsülün sertleşmesine engel olur. Votja tekniğinde infantil reflekslerden yararlanarak dirsek ve el bileği fleksiyonu ile parmak ekstansiyonu kazanılmaya çalışılır. Duyu için eğitimin olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir (36,86). Ortez kullanımı dikkat ve özenle yapılmadığı takdirde ek sorunlar yaratabilmektedir.

Mikrocerrahi Girişimler

Mikrocerrahi girişim endikasyonları, obstetrik brakial pleksus yaralanmaları ile ilgili tartışmaların en yoğun olarak süregeldiği bir konudur. Horner bulgusu ve total brakial pleksus tutulumunu gösteren bebeklerde erken mikrocerrahi girişimin yeri olduğu konusunda çoğu yazar ortak görüşe sahiptir. Yine ilk 3-4 hafta içinde belirgin düzelme gözlenen hastalarda da izlemin konservatif anlamda sürdürüleceği de genellikle kabul edilmektedir (85,124). İyileşme özellikleri bu iki grup arasında kalan bebeklerde mikrocerrahi girişim endikasyonları, belirli hatalar içermektedir. Biceps kası işlevi, bu konudaki literatürde çok üzerinde durulan bir konudur. Gilbert ve Tassin biceps işlevine ilk dikkati çekenlerdir(47). Onlara göre 3. ay itibarı ile biceps işlevi normale dönmez ise, 2 yaşında sonuç normal olmaz. Çoğu çalışmalar bu görüşü desteklemiştir(18,54,80,124). Prognozu belirlerken hemen hemen her ölçütün belirli bir hata payı vardır. Michelow'a göre 3. ayda yalnızca dirsek fleksiyonuna bakılarak yapılan tahminde hata oranı %12.8 iken, 3. ayda dirsek fleksiyonu ve parmak ekstansiyonu dikkate alınır ise bu oran %5.2 ye düşer(80). Yayınların büyük çoğunluğunda izole üst trunkus lezyonu ile kıyaslandığında C5-C6

tutulumu, total tutulum ve Horner bulgusunun varlığı(48), spontan düzelme yönünden daha kötü prognozlu(4) olarak belirtilmiştir. Çocuklarda Horner benzeri bulguların konjenital varicella sendromu, nöroblastom, rabdomyosarkom, beyin sapı vasküler malformasyonları veya disemine skleroz gibi nedenler ile de oluşabileceğini hatırlanmalıdır.

Günümüzde mikrocerrahi girişimler temel olarak foramenler distalindeki kopmalarda, nörom eksizyonu ve sural sinir ile greftleme ilkesine dayanır. Örneğin üst trunkusu ilgilendiren lezyonlarda C5 ve C6 köklerinden uygun olduğu takdirde suprascapular sinire, musclocutaneous sinire (veya lateral korda), üst trunkus posterior divizyonuna (veya doğrudan posterior korda) greft interpozisyonları yapılır. Proksimalde pleksus içi yapılardan akson kaynağı sağlanamayan intraforaminal avülsiyonlarda ise pleksus dışı kaynaklardan yararlanmak mümkündür. Bu amaçla torakal interkostal sinirler, spinal aksesuar sinirin trapezius distalinde bir dalı, phrenic sinir ve servikal pleksus ögeleri kullanılabilir. Erişkinlerde brakial pleksus düzeyinde yapılan rekonstrüksiyonlar sonrasında elde günlük yaşam becerilerinde katkısı olabilecek intrinsik işlevlerin oluşması olasılığı zayıftır. Bebeklerde ise, elde intrinsik işlev geri kazanılabilir. Bu nedenle mikrocerrahi nörotizasyonlarda median ve ulnar sinirlerin öncelik taşıyabileceği görüşü ileri sürülebilir.

Mikrocerrahi girişimlerin zamanlaması konusunda önemli tartışmalar sürmektedir. Anatomik bütünlüğü bozulmuş bir sinirin en kısa sürede onarılması veya rekonstrüksiyonunun uzun dönemde daha geç onarımlara göre daha iyi klinik sonuçlar vereceği pek çok klinik ve deneysel çalışmada gösterilmiştir. Tartışmanın yoğunlaştığı nokta brakial pleksusda devamlılığın klinik değerlendirilmesidir. Günümüzde yaygın olarak kabul edilen cerrahi eksplorasyon endikasyonları şu şekilde özetlenebilir:

- Total tutulum ve Horner bulgusu var ve 3. ayda biceps işlevi yok veya Toronto skoru 3.5 in altında
- Üst trunkus tutulumu var, 3-6, ay arasında biceps işlevinde geri dönüş yok ve Toronto skoru 3.5 in altında.

Bildirilen çalışmalarda mikrocerrahi girişimin 1-24 ay arasında yapıldığı görülmekte ise de, çoğunlukla 3-6 ay arasındaki bir dönem yeğlenilmektedir(22). Bir aylıktan küçük bebeklerde

uzun bir anestezinin zorlukları ve komplikasyonları nedeni ile bu dönemde cerrahi girişim yapılması görüşü yaygın değildir. Özellikle 6-9. aylar arasında beliren -olasılıkla anatomik olmayan sinir iyileşmelerine bağlı- işlevsel gerikazanımlar ailede ve hekimde yalancı bir optimizmin belirmesine ve cerrahi zamanlamanın gecikmesine neden olur. 3. ay itibarı ile bicepsde işlev düzelmesi gözlenmeyen bebeklerin hiçbirinde Mallet kıstaslarına göre normal üst ekstremitte işlevi oluşmadığı bildirilmiştir. Bu unsurlar gözönünde tutulduğunda, yayınlarda kimi farklar belirtilse de(87) 3-6 aylar arası mikrocerrahi onarım ve rekonstrüksiyonlar ağırlık kazanmaktadır.

Mikrocerrahi girişim yapılan çocuklar ile yapılmayanların klinik seyrini kıyaslamak ve bunları istatistik anlamda analiz etmek hem zordur ve hem de çok belirgin hataları beraberinde getirmektedir. Gilber ve Tassin'in kilometre taşı sayılabilecek çalışmalarında tutulumun düzeyine göre konservatif ve mikrocerrahi yöntemler ile tedavi edilen hastaların sonuçları irdelenmektedir. C5-C6 tutulumlu hastalardan konservatif izlenenlerin %100'ü modifiye Mallet sistemine göre III dereceye kadar iyileşme gösterirken, mikrocerrahi yöntemler ile tedavi edilen hastaların % 37'si III. ve % 63'ü IV. dereceye kadar iyileşme göstermiştir. C5, C6 ve C7 tutulumu görülen hastalardan konservatif izlenenlerinin %30'u II., %70'i III. dereceye kadar iyileşirken mikrocerrahi yöntemler ile tedavi edilen hastaların % 35'i II., %42'si III. ve %22'si IV. dereceye kadar düzelme göstermiştir(47). Başka bir çalışmada C5-C6 rekonstrüksiyonları yapılan çocukların %81'inin III, IV ve V. dereceye dek; total tutulumu olan çocukların ise %64'ünün III. ve IV. dereceye dek düzelme gösterdikleri belirtilmektedir(48). Bu çalışmalarda, mikrocerrahi rekonstrüksiyonların İkincil stabilizasyon girişimlerine ve tendon transferlerine olanak hazırlayabildiği de belirtilmektedir.

Mikrocerrahi Teknik

Esas olarak aşırı kanamanın olmadığı bir cerrahi girişim olmasına rağmen cerrahi sürenin uzunluğu nedeni ile brakial pleksus mikrocerrahisi için ön koşul deneyimli bir anestezi ekibinin ve ameliyat sonrası etkin yoğun bakım olanaklarının olmasıdır. Brakial pleksusun cerrahi eksplorasyonu için hasta supin pozisyonda stabilize edilir. Güvenli bir ven yolu açılır. Arteriyel kan gazı monitörizasyonu

özellikle phrenic sinir lezyonu olan bebeklerde uygundur. Uriner kateter yerleştirilir. Vücut sıcaklığının sürekli izlenmesine olanak vermek amacı ile termal duyarlı problar kullanılmalıdır. Gereğinde elektrofizyolojik çalışmalar yapılabileceği gözönünde tutularak entübasyonda kısa etkili nöromusküler blokerler yeğlenir. Antibiyotik profilaksisi uygulanır ve yeğlenen aralıklar ile tekrarlanır. Her iki alt ekstremitte sural sinir greftlerinin alınmasına uygun olacak şekilde hazırlanır ve turnikeleri yerleştirilir. Sural sinir açık teknikte, sinir soyucu ile veya endoskopik olarak alınabilir. Mümkün olduğu taktirde endoskopik yöntem ile çocuklarda da çok kısa sürede ve uzun insizyonlara gerek kalmadan sural sinir grefti alınabilmektedir. Boyun, hemitoraks ve her iki alt ekstremitte uygun görülen şekilde yıkanır ve antiseptik solüsyonlar ile boyanır. Boyunun yarısı ve hemitoraks geniş açıklıklar bırakılarak örtülür. Her iki alt ekstremitte ve cerrahi için gerekmeyen alanlar hastanın ısı kaybını önlemek için gereğine tekrar açılmak üzere örtülür. Anestezi süresince gerekir ise derin hipotermiye engel olmak amacı ile aktif ısıtıcılar kullanılmalıdır. Ameliyat süresince 100 kadar ters Trendelenburg pozisyonu venöz göllenmeyi ve kanamayı azaltmaktadır.

Subkütan adrenalın enfiltrasyonunun yüzeysel disseksiyonda kanamayı azaltan etkisinden yararlanılabilir. Mastoid çıkıntından sternocleidomastoid kasın lateral kenarına uzanan bir insizyon yapılır. Clavicuların medial ucuna yaklaşılarak laterale doğru devam edilir ve insizyon deltopektoral aralık kullanılarak aksillaya dek uzatılır. Supraklaviküler bölgenin ekspöjürü için clavicuları kesmek gerekmez. C8T1 kökleri ve alt trunkus eksplorasyonu için clavicular osteotomi gerekir. Çeşitli nedenler ile yalnızca C8 T1 kökleri ve alt trunkus eksplorasyonu yapılacak ise, sternoclavicular dislokasyonun, çocuklarda yeterli anatomik ulaşımı sağladığı görüşündeyiz. Brakial pleksusun proksimal ögelerinin eksplorasyonu için scalenus anterior ve medius arasından yaklaşılar. Özellikle greftleme yapılabilmesi için scalenus anterior kasının uygun segmentlerde transseksiyonu yararlı olmaktadır. Yeterli deneyim kazanılınca her bir kökün büyüklüğü ve foramenden çıkış açlarına bakılarak sınırlı bir ekspöjür ile gerekli yapıları açığa çıkartmak olasıdır. Özellikle yeni deneyim kazanan mikrocerrahlar için ve ileri derecede hasarlı brakial pleksusların eksplorasyonu

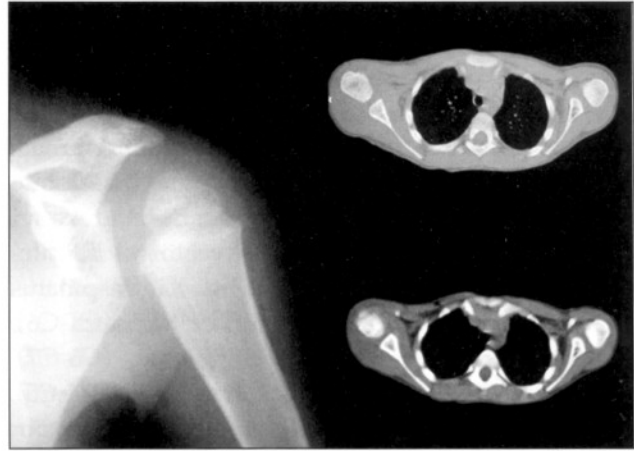
için pectoralis major tendonu düzeyinden proksimale yaklaşarak nöral yapıları tanımlamak mümkündür. Olguların çoğunda supraclavicular yağ yastıkçığı kaldırılınca C5C6 köklerinden üst trunkus boyunca lateralden uzanan büyük bir nörom ile karşılaşılır. Bu nörom, eksternal ve internal yaklaşım ile çevre dokulardan ve çoğunlukla fibrotik bantlar ile yapışık olduğu scalenus anterior kasından disseke edilir. Fasiküllere mikroskop altında bakarak ve SEP veya nöral uyarımlar yapılarak işlevsel olup olmadıkları anlaşılmaya çalışılır. Ameliyat sırasında histolojik incelemeler myelinli liflerin gösterilmesi yönünden yararlı olabilir.

Suprascapular, axiller, musclocutaneous sinirler, lateral kord ve üst trunkusun posterior divizyonu bulunur. Ekstraforaminal bölgede anatomik bütünlüğü olan fasiküller aranır. Bu fasiküller ile adı geçen sinirler arasına sural sinir greftleri interpoze edilir. Proksimalde fasikül kaynakları yetersiz kalır ise, spinal aksesuar sinirin trapezius dalı distali suprascapular sinire, interkostal sinirler musclocutaneous sinire yönlendirilebilir. Phrenic sinir ve karşı tarafın C7 kökünün bir bölümü gerekir ise kullanılabilir. Total brakial pleksus hasarlarında elin öncelikle reinerve edilmesine öncelik veren yaklaşımlar belirtilmiştir. Var ise C5 ve C6 kökleri median ve ulnar sinirlere; spinal aksesuar sinir ve interkostal sinirler suprascapular sinire ve posterior ve lateral kordlara yönlendirilir.

Omuz Sorunlarında Sekonder Rekonstrüksiyon Posterior Glenohumeral Dislokasyon İçin Açık Redüksiyon

Posterior glenohumeral dislokasyon erken dönemde oluşan ve kolayca gözden kaçabilen bir komplikasyondur(14,38,115). Posterior glenohumeral dislokasyon çocuğun yaşına ve dislokasyonun niteliklerine bağlı olarak farklı yaklaşımlar ile tedavi edilebilir.

Posterior dislokasyonlar büyük bir çoğunlukla 1 yaşının üzerinde belirir. Omuz dış rotasyonu ileri derecede kısıtlıdır. Humerus başı omuz posteriorunda rahatlıkla palpe edilebilir. Ultrasonik inceleme, artrografi, bilgisayarlı tomografi veya magnetik rezonans görüntüleme tanıya destek sağlar (Şekil 11). Van der Sluijs ark. ortalama yaşları 1 yıl 10 ay olan 33 ardışık olgunun humerus retroversiyonunun saptamak için yaptıkları MRI çalışmasında, özellikle bir yaşının üzerinde normal



Şekil 11: Obstetrik brakial pleksus felci olan bir hastada humerus başı ve glenoidde displazik görünüm

tarafı karşılaştırıldığında obstetrik brakial pleksus felci olan tarafta retroversiyonda anlamlı bir artış bulmuşlardır(117) ve beşinci ayın deformitenin artışı ile ilgili önemli bir dönüm noktası olduğu görüşündedirler. Waters etkilenen tarafta glenokapular retroversiyon açısının etkilenen tarafta -25.7° olmasına karşın normal tarafta bu açının -5.50 bulunduğunu ve bu deformitenin yaş ile belirgin artış gösterdiğini belirtmektedir(123). Beischer, bir CT çalışmasında glenoid eklem yüzeyinin laterale konveks hale geldiğini ve glenoid posterior kenarının hipoplazik ve yuvarlak olduğunu belirtmiştir(116). Pearl, bu deformitenin internal rotasyon kontraktürüne sekonder geliştiği ve çok erken dönemde ele alınması gerektiği görüşünü bildirmektedir(95).

Eğer dislokasyon erken dönemde yakalanır ise, açık redüksiyon ve kapsülorafi ile yetinebilir. Humerus başının stabil kalabilmesi için glenoidin inklinasyonunun ve içeriğinin yeterli olması gerekir. Omuz eklemine anterior ve posterior yaklaşım yapılır. Anterordan yumuşak doku gevşetilmesi ve posteriordan kapsülorafi ve stabilizasyon yapılır(115). Aktif bir dış rotator transferi aynı seansta yapılabilir. Ameliyat sonrası dönemde 4 hafta kadar alçı içinde immobilizasyon yapılır. Bu dönem sonunda aktif ve pasif mobilizasyona başlanır. Daha ileri yaşlarda humerus derotasyon osteotomisi uygulanabilir.

Skapular Kanatlanma

Skapular hareketin iki önemli sınırlayıcısı vardır. Birincisi toraks kafesidir. Toraks kafesi eklem hareket genişliği açısından mümkün olsa bile fiziksel bir engel olduğu için skapulanın anteromedial

hareketini kısıtlar(66). İkincisi ise, üst ekstremitenin gövde ile tek kemiksel bağlantısı sayılabilecek acromioclavicular eklem-clavicula-sternoclavicular eklem kompleksidir. Omuz eklemine tüm olası hareketleri sırasında glenohumeral ilişkinin optimal pozisyonda kalabilmesi için skapula üç eksenli kompleks hareketler yapar(78). Bu hareketler skapulaya yapışan tüm kasların vektöryel bileşimi ile oluşmalıdır. Supraspinatus (C4-C6), infraspinatus (C4-C6), teres minor (C5-C6), deltoid (C4-C6), subscapularis (C5-C8), teres major (C6-C7), latissimus dorsi (C6-C8), levator scapulae (C4-C5), rhomboideus minor (C4-C5), rhomboideus major (C4-C5), trapezius (accessorius, C2-C4), (subclavius (C5-C6)), biceps (C5-C6), triceps (C6-C8), pectoralis minor (C6-C8) ve serratus anterior (C5-C7, C7 kökeni en belirleyici olmak üzere) kaslarının dinamik dengesi skapulanın uygun hareketleri yapabilmesine olanak sağlar(74). Proprioepsiyon ve dinamik kas dengesinin de büyük önemi olduğunu düşünmek mümkündür(121).

Günümüzde brakial pleksus lezyonlarında skapular kanatlanma sorununun etyopatogenezi ve çözüm yolları ile ilgili eksik kalan önemli yönleri vardır. Skapular kanatlanmayı brakial pleksus yaralanmalarında yalnızca serratus anterior kasının disfonksiyonu ile açıklamak yetersizdir. Serratus anterior kasının serbest transferi ile ilgili klinik serilerde bildirilen kanatlanma oranı oldukça düşüktür(13,35,73,126). Belki de brakial pleksus lezyonları sonucu oluşan bu tabloya "skapulotorakal disfonksiyon" tanımlaması yapmak daha doğru olur.

Skapulanın görünümüne katkıda bulunmak düşüncesi ile stabilizasyonu omuz hareketlerinde kısıtlanmaya neden olabilmektedir. Fasioskapulo-humeral müsküler distrofide skapulotorakal füzyonların kosta hareketlerine engel olarak pulmoner fonksiyonlarda %10 kadar bir düşmeye neden olabileceği de öne sürülmüştür(24). Bu alternatifin phrenic sinir felci olan hastalara olumsuz bir etkisi olabileceği düşünülebilir. N. thoracicus longus felci ile bağlantılı olarak pectoralis majorun doğrudan(99) veya tendon otogreftleri kullanılarak (31,122) tam ya da kısmi olarak skapulanın alt köşesine transferinin başarılı sonuçlar verebildiği belirtilmektedir(89,96,98,127). Tomaino'nun aksilla disseksiyon sırasında oluşan sinir yaralanması için uyguladığı medial pectoral sinirin n. thoracicus longusa sural sinir interpozisyonu ile transferi,

brakial pleksus yaralanmalarında üst trunkus tutulumlarında (özellikle C7 etkilenmesinin belirgin olduğu hallerde)(76) nadir hallerde düşünülebilir (113).

Tendon Transferleri ve Osteotomiler

Obstetrik brakial pleksus felcinde omuz dış rotasyon zayıflığı ve iç rotasyon kontraktürü cerrahi girişimler sonucunda önemli ölçüde düzeltiler (34,50,59). Sever'in 1916'da önerdiği anterior subscapularis gevşetme girişimi obstetrik brakial pleksus yaralanmalarının sekonder tedavilerinde temel yöntem olarak uygulanagelmıştır. Humerusun anterior sublüksasyonunu engellemek için bu girişimde çeşitli modifikasyonlar yapılmıştır. Zancolli rotator manşeti posteriordan gevşeterek sublüksasyonun giderilmesini amaçlamıştır(131). Üst trunkus lezyonlarına bağlı kas dengesizliği omuzda kalıcı iç rotasyon kontraktürüne ve bu da sekonder glenohumeral deformiteye neden olur. Fizik tedavi sırasında iç rotasyon kontraktürü düzeltilemez ise 1 yaşında subscapularis kasi scapular orijininden cerrahi olarak gevşetilebilir. Bu girişimin erken dönemde yapılması ilerleyici glenohumeral dislokasyona engel olabilir. Bu girişimde latissimus dorsi ile teres minor arasından yaklaşılarak skapulanın anteriorundan subscapularis kasi gevşetilir. Bebeklerde fizyoterapiye rağmen iç rotasyon kontraktürü sorunu çözümlenemiyor ise, subscapularis kasının gevşetilmesi bir çözüm olabilir. Birinci yılın sonu itibarı ile adduksiyonda dış rotasyon 300 ün altında ise subscapularis kasının gevşetilmesi endikasyonu vardır. Bu gevşetme deltopektoral yolla posteriordan, lateral yaklaşımla posteriordan veya medial yaklaşım ile posteriordan(25) yapılabilir. Hangi teknik kullanılır ise kullanılsın pasif dış rotasyon 300 ün üzerine çıkartılmalıdır. 4 hafta kadar omuz eklemine abdüksiyon ve dış rotasyonda tutan bir alçı kullanılır.

Hareketin restorasyonu için tanımlanan çok sayıda cerrahi girişim vardır(30,46,84,100). Hafif ve orta derecede iç rotasyon kontraktürü olan hastalarda subscapularis gevşetilmesi, pectoralis major tendoplastisi(111) ve latissimus dorsi ve/veya teres major transferi çözüm olabilir. Hoffer, latissimus dorsi tendonunu rotator manşetin postero-superioruna transfer ederek aktif abdüksiyon ve dış rotasyonun restore edilebildiğini belirtmiştir(58,59). Omuz abdüksiyonunun artırılması için Gilbert ve ark. Mayer girişimini

modifiye ederek trapezius transferini kullanmışlardır(46). Bu ameliyatın etkinliği tartışmalıdır.

Bazı hastalarda pectoralis major kasının kısıllığı omuz eklemine iç rotasyon kontraktürüne neden olan bir unsur olabilir. Pasif abduksiyon ve dış rotasyon kısıtlılığı olan ve belirgin glenoid deformitesi olmadan glenohumeral eklem posterior subluksasyonu olan hastalarda pectoralis major kasının gevşetilmesini takiben latissimus dorsi ve/veya teres major kası transferi yapılabilir. Bu girişim glenohumeral eklem deformitesinin şiddetine bağlı olarak 2-7 yaşları arasında yapılabilir. Transfere uygun yeterli abduksiyon ve dış rotasyon sağlayabilecek kas bulunmadığı takdirde derotasyonel humerus osteotomisi veya omuz artrodezi gerçekleştirilebilir. Pectoralis majora yapılacak girişim ameliyat sırasındaki gözleme bağlıdır. Eğer yeterli esneklikte olduğu gözlenir ise, hiç değiştirilmeden bırakılabilir. Keza teres major yerinde bırakılarak yalnızca latissimus dorsi tuberculum majusa transfer edilebilir(59). Ameliyat sonrası 4-6 hafta kadar omuzu abduksiyon ve dış rotasyonda tutan alçı tesbiti yapılır. Alçı çıkartıldıktan sonra kas transferine özgün fizik tedaviye başlanır. Triceps zayıflığı olan hastalarda C7 tutulumu ve latissimus dorsi kasının transverse elverişli olamayabileceği olasılıklarını hatırlatmak isteriz.

Daha ileri iç rotasyon deformitesi ve glenohumeral displazisi olanlarda humerus derotasyon osteotomisi olasılıkla en uygun çözümdür(50). Al Quattan, deltoid insersiyonu distalinden humerus dış rotasyon osteotomisi uygulanan ve ortalama yaşları 6.5 olan 15 olgunun retrospektif incelemesinde, tüm olgularda Mallet skorunda artışın yanısıra ve omuz abduksiyon ve dirsek ekstansiyonunda kazanç olduğunu ifade etmektedir(8). Obstetrik brakial pleksus felcinin sekonder rekonstrüksiyonlarında humerus dış rotasyon osteotomisinin endikasyonu, latissimus dorsi/teres major transferi endikasyonu ile benzerlik gösterir. Çoğunlukla adolesanlardaki şekli ile glenoiddeki ve humerus başındaki deformitenin daha belirgin olması humerus dış rotasyon osteotomisi için endikasyon oluşturur(50). Humerus dış rotasyon osteotomisi için deltopektoral aralık kullanılarak humerus proksimali deltoid kas altında ekspoze edilir. Radyal sinirin korunmasına dikkat edilir. Osteotomi deltoid proksimalinde veya subscapularis ve pectoralis major tendon

insersiyonları arasından transvers olarak yapılır. Üst ekstremitenin distal kesimi gövdeye göre 300 kadar dış rotasyona getirilerek 4/6 delikli bir plakla tesbit edilir. Çocuğun yaşına ve kooperasyon kurulabilirliğine göre dış tesbit yapılabilir. Adolesanlarda basit bir kol askısı yeterli olur. Yine yeterli stabilizasyon yapılabilir ise erken dönemde aktif fizyoterapiye başlanabilir.

Dirsek Sorunları

Obstetrik brakial pleksus yaralanmaları sonucu dirsek sorunları siktir. Dirsek fleksiyonundaki yetersizlik, esasen omuz hareketsizliği ile birlikte obstetrik brakial pleksus felcinin en temel sorunlarını oluşturur. Dirsekte fleksiyon zayıflığı, ekstansiyon zayıflığı, veya her ikisinin birlikte zayıflığı ve hareket kısıtlılığı görülebilir. Hareket kısıtlılığı çoğunlukla fleksiyon kontraktürü ve prosupinasyon kaybı şeklinde olur. Pronasyon kontraktürü supinasyon kontraktüründen daha nadirdir. Dirsek fleksörlerindeki zayıflığa rağmen daha sıkça fleksiyon kontraktürü görülmesi açıklanması zor bir durumdur. Doğum sırasında dirsek fleksörlerinin de travmatize olması ve fibrotik hale gelmesi bir açıklama olabilir. Ballinger ve Hoffer fleksörlerin ekstansörlerden önce dönmesi nedeni ile ekstansörler dönene kadar fleksör kontraktürünün çoktan gelişebildiği görüşünü belirtmişlerdir(15).

Bisipital çıkıntının çok belirgin olması prosupinasyon kısıtlılığının nedeni olabilir. Ulnanın normalden fazla bir eğim göstermesi ile birleşince daha belirgin bir sorun haline gelir. Eberhanr sabit supinasyon kontraktürü olan çocuklarda biceps kasının yeniden yönlendirilmesi ile supinasyon deformitesinin düzeltilebileceği görüşünü ileri sürmüşlerdir(39).

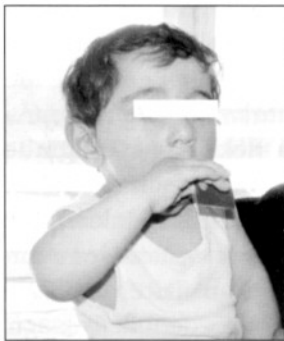
Dirsek fleksiyonu biceps ve brachialis ek olarak brachioradialis (C5-C6), ECRL (C5-C6), pronator teres (C6-C7), FCR (C6-C7) ve FCU (C7-C8) kasları ile de yapılabilir. Bu nedenle dirsek fleksiyonunun tam kaybı sık değildir. Fakat bu ek fleksörler ile yapılan dirsek fleksiyonu günlük yaşam aktivitelerinde yeterli aktif dirsek fleksiyonunu sağlamaya yetmez. El ağız hizasına gelebilse de uzun süre bu şekilde tutulamaz. Ayrıca ana işlevlerinin mutlak dirsek fleksiyonu eşliğinde yapılması zorunluluğu vardır. Buna rağmen brakial pleksus yaralanması olan bebekler, erişkinlere göre daha kolay adapte olurlar. Dirsek ekstansiyonunun kaybı daha nadiren sorun oluşturur. Tricepsin C7 ve hatta C8 inervasyonunun olması nedeni ile çok ağır

total tutulumu olan bebeklerde dirsek ekstansiyonu yetersizliği gözlenir.

Omuzda yetersiz dış rotasyon, elin ağıza ve başa götürülmesi sırasında gövdeye takılmasına neden olur. Bunu başarabilmek için aşırı omuz abduksiyonu gerekir. İç rotasyonda omuz abduksiyonu ile el kısmen pasif olarak ağıza gider. Bu bulguya "Trompet bulgusu" denir. Bu durumun devam etmesi halinde dirsek fleksörleri aktivitelerini giderek kaybeder ve mümkün olsa bile zaman içinde unutulmuş bir fonksiyon haline gelir. Bu nedenle omuz ve dirsek fonksiyonlarının bir bütün olarak ele alınması doğru olur.

Bir hareketin agonist ve antagonistleri birlikte kasılıyor ve koorine bir hareket gerçekleşmiyor ise bu duruma "kokontraksiyon" denir. Dirsekte fleksör ve ekstansörlerin kokontraksiyonu bunun iyi bir örneğidir. Hasta elini ağzına götürmeye çalıştıkça biceps de triceps de giderek artan bir güçle kasılır ve hedefe yönelik kooordine hareket gerçekleşemez. Bu olayı açıklamak için çeşitli görüşler ileri sürülmektedir. Yeniden gelişen aksonların yanlış yönlenebilmesi, yani bir bakıma motor ünitenin hem agonisteri ve hem de antagonistleri inerve etmesi birçok üzerinde durulan görüştür. Ayrıca merkezi ileti farklılıkları veya aberan kas devreleri oluşması diğer görüşlerdir. Kokontraksiyonun tedavisine A tipi botulinum toksini yararlı olabilmektedir(101). Tricapse iki (veya üç) noktadan uygulandıktan sonra fonksiyonel dirsek fleksiyonu ortaya çıkmakta ve uzun süre (belki de kalıcı olarak) bu etki sürmektedir (Şekil 12). Gerekirse bu enjeksiyonlar iki ya da üç kez aynı kas için tekrarlanabilir.

Dirsek aktif ekstansiyon kaybı, fleksiyon kaybı kadar belirgin olmasa da günlük yaşam aktivitelerinde kayıplara yol açar. Giyinirken, oturur konumdan ayağa kalkarken veya yatar konumda yan dönerken dirsek ekstansiyonunun önemli katkısı vardır. Aktif ekstansiyon kaybına ek olarak



Şekil 12: Elini kokontraksiyon nedeni ile ağzına götürmemiş bir hastamızda triceps kasına üç noktada toplam 40 ünite botulinum tip A toksini enjeksiyonundan 2 hafta sonra "kurabiye" testi

dirsekteki fleksiyon kontraktürü özellikle 300 nin üzerinde ise klinik olarak belirgin sorunlar gözlenir(82).

Biceps fonksiyonu öncelikle oluşturulması gereken bir fonksiyondur ve diğer bazı motor fonksiyonlar biceps fonksiyonu için feda edilebilir. Biceps ve brachialis kaslarının reinervasyonunu sağlamak için pleksal veya ekstrapleksal motor akson vericileri kullanmak mümkündür. Oberlin ulnar sinirin ekstrinsik fleksörlere giden motor dallarını biceps ve brachialis için kullanması bu felsefeye iyi bir örnektir. Medial ve lateral pektoral sinirler, median sinirin motor ögeleri veya thoracodorsal sinir aynı amaçla kullanılabilir. Latissimus dorsi kası başka rekonstrüksiyonlar için kullanılabilirdiğinden thoracodorsal sinir öncelikli alternatif olmamalıdır. Musculocutaneous sinirin intercostal sinirler kullanılarak nörotizasyon sonrası tatminkar sonuçlar elde edilebilmektedir(65).

Bu tip girişimlerin zamanlaması konusunda tartışma sürmektedir. Tamamen denerve bir kasta bir yıldan sonra renavasyon sağlanmasının fonksiyonel bir katkısı olmayacağı yönündeki görüşe karşın, çocuk kaslarının farklı davranışlar gösterebileceğinden hareketle dört yaşından sonra yapılsa bile kimi düzelmeler elde edilebileceği düşüncesi de vardır. Bu bilgiler anekdotal nitelikte kalmaktadır. Üç yaşın üzerinde mikronöral girişim uyguladığımız üç olgudan birinde hiçbir değişiklik gözlenmemesine rağmen birinde sadece bu girişimle ve diğerinde de subscapularis gevşetilmesi ve FCU-ECRB tendon transferi ile önemli fonksiyonel kazanç elde edilebildiğini belirtmeliyiz.

Geç dönem dirsek sorunlarının rekonstrüksiyonu için geleneksel anlamda tendon ve kas transferleri ile ve nadiren serbest kas nakilleri kullanılabilir. Fleksör-pronator grup ilerletme(118) (Steindler flexorplasty), latissimus dorsi(130) ve pectoralis major(26) kasları bu amaçla en sık başvuru kaynaklarıdır. Steindler fleksorplastinin obstetrik brakial pleksus yaralanmalarında uzun dönemde tutarlı ve kalıcı olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir(72). Tricepsin biceps veya sternocleidomastoideusun biceps(56) transferleri ve biceps insersiyonunun distale transferi(88) uygun koşullarda yararlı olabilmektedir.

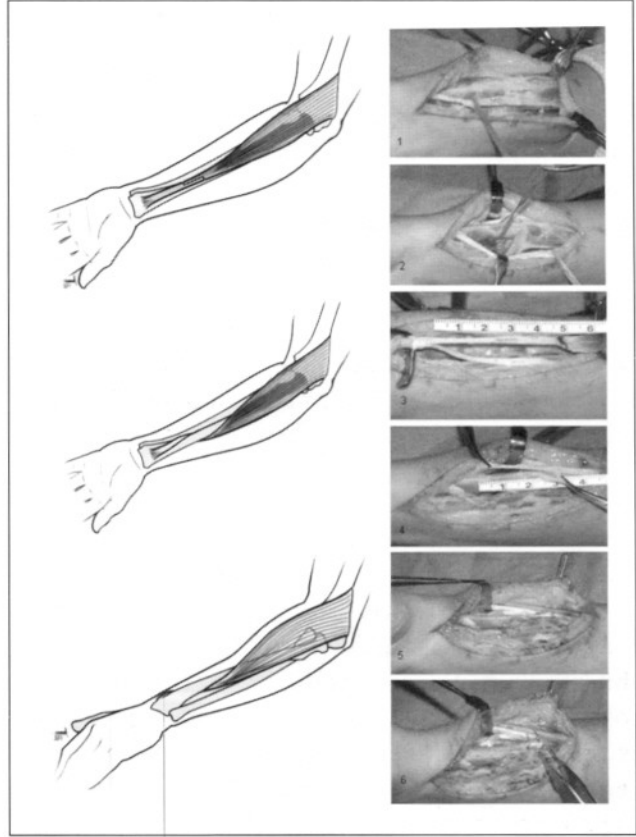
Önkolda Pro-Supinasyon Sorunları

C5 ve C6 işlevleri geri dönmüş fakat C8 ve T1 nöropatisi devam eden hastalarda dirsekte fleksiyon ve ön kolda supinasyon kontraktürü oluşabilir.

Dirsek fleksiyonu, el bileği ekstansiyonu ve parmak fleksiyonu mümkün iken el bileği fleksiyonu zayıftır. Bu gibi hastalarda supinasyon postürünün 200 kadar pronasyona alınması ile daha iyi fonksiyon elde edilebilir. Zancolli'nin biceps yeniden yönlendirme girişimi bu deformitenin tedavisinde klasik bir yaklaşım olarak uzun zamandır uygulanmaktadır(132). Bu girişimde önkol supinatoru olan biceps radius çevresinden tekrar kendi üzerine alınarak önkol pronatoru haline getirilir. Cubital fossa da Z şeklinde insizyon yapılır. Median sinir ve brakial arter korunarak biceps tendonu Z palsti ile uzatılır. Distal uç radius boynu çevresinden posterior interosseal sinir korunarak geçirilir ve kendi üzerine tesbit edilir. Ameliyat sonrasında dirsek 900 fleksiyona ve önkol 200 pronasyona alınarak, 4-6 hafta süre ile uzun kol alçısı uygulanır. Bu girişim sırasında önkolun pasif prosupinas-yonunun yeterliliğinin değerlendirilmesi yapılmalı ve gerekir ise interosseal ligament gevşetilmelidir. Ameliyat öncesinde yer çekimine karşı el bileğine dorsifleksiyon yaptırarak güçte el bileğinde dorsifleksör işlevi olması önemlidir. Bu girişimle hastaların yaklaşık olarak yarısında sorun devam etmektedir. 600 kadar pasif pronasyon olmaması ve interosseal ligament gevşetilmemesine yanıt alınmaması halinde radius-ulna osteotomileri uygulanabilir. Aynı sorun için Manske radius ve ulnanın osteoklasisini önermiştir(77).

Triceps kasının zayıf veya paralitik olduğu hastalarda biceps yeniden yönlendirilmesine bağlı olarak gelişebilecek olası dirsek fleksiyon kontraktüründen kaçınmak için, Özkan ve ark. tarafından önerilen brachioradialis dorsal yeniden yönlendirme girişiminin(93) dengeli sonuçlar verdiğini gözlemliyoruz (Şekil 13). Özellikle mikrocerrahi rekonstrüksiyonlar sonrası kazanılan biceps işlevinde olası kayıplardan kaçınabilmek için biceps yeniden yönlendirme yerine brachiaradialisin yeniden yönlendirilmesi önem kazanmaktadır.

Önkolda pasif pronasyon yok ise supinasyon deformitesinin düzeltilmesi için tek başına radiusa veya radius ve ulnaya birlikte osteotomi uygulanabilir. Deformite hafif ise distal radius osteotomisi tek başına yeterli olur. Daha şiddetli deformitelerde radius ve ulna osteotomisi birlikte yapılabilir ve aynı seansta biceps yeniden yönlendirmesi eklenebilir.

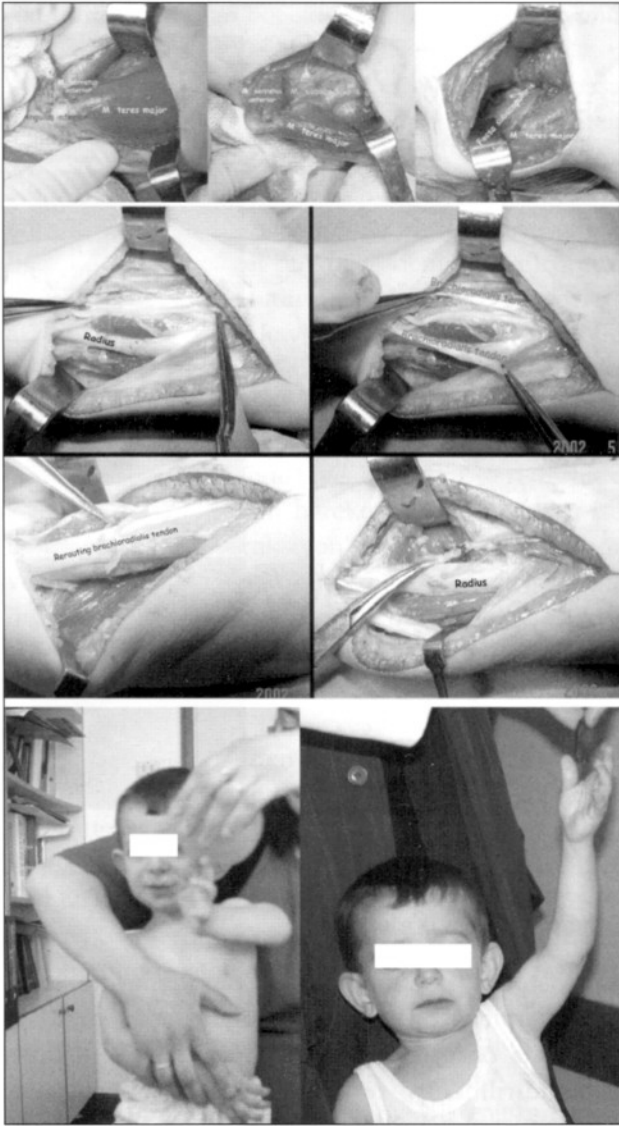


Şekil 13: Önkola pronasyon vermek için brachioradialis yeniden yönlendirme, Özkan tekniği. Sayın Prof. Dr. Türkan Özkan'ın izinleri ile.

Obstetrik brakial pleksus paralizilerine bağlı önkol supinasyon yetersizliklerinde brachioradialisin, daha önce tekniği tanımlanan dorsal yeniden yönlendirilmenin tersi teknikle yapılan volar yeniden yönlendirilmesi girişimini yararlı bulmaktayız (Şekil 14).

ÖZET

Tahmini doğum ağırlığı 4000 gramın üzerinde olan bebekler obstetrik brakial pleksus yaralanmaları yönünden riskli bebeklerdir. Brakial pleksus felci ile doğan bebeklerden ilk 2 ay içinde düzelme bulguları gözlenenler hemen hemen normal düzeyde işlev gösterebilir hale gelirler. 3. ay itibarı ile düzelme gözlenmeyen bebeklerde kalıcı sakatlıklar olma riski çok yüksektir. Total brakial pleksus tutulumu, üst trunkusa ek olarak C7 tutulumu olması ve Horner bulgusunun olması kötü prognozu gösterir. Bu bebeklerde lezyonun niteliğini belirlemek klinik değerlendirmeye ek olarak, myelografi, bilgisayarlı tomografi, magnetik rezonans görüntüleme ve elektrodagnostik incelemeler gibi yardımcı tanı yöntemlerine başvurulmalıdır. 3-6 ay arasında



Şekil 14: Subscapularis gevşetilmesi ve brachioradialisin volardan yeniden yönlendirilmesi uygulanan bir hastada ameliyat öncesi ve ameliyattan 3 ay sonraki görünüm

işlevsel geri dönüş olmaması halinde mikrocerrahi tedavi endikasyonu oluşur. Mikrocerrahi yöntemler kullanılarak tedavi edilen hastaların önemli bölümünde belirgin düzelmeler görülür. Buna rağmen normal düzeye ulaşmak günümüzün teknikleri ile henüz mümkün değildir. Omuz, dirsek ve ön kolda oluşan sekonder sorunlara yönelik girişimler ise hastalara büyük yararlar sağlayabilir.

Doğum travmasının bir halk sağlığı sorunu olarak ele alınıp, obstetrik brakial pleksus yaralanmalarında erken dönemde kesin anatomik tanının yapılabilmesine olanak veren yeni yöntemlerin ve periferik sinir rekonstrüksiyon-

larında yeni biyolojik onarım yollarının ve bu süreçte katkıda bulunabilen farmakolojik ajanların geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

1. Adler JB, Patterson RL. Erb's palsy. J Bone Joint Surg 49A: 1052-1064, 1967
2. Al Quattan MM, Al Kharfy TM. Obstetrical brachial plexus injury in subsequent deliveries. Ann Plast Surg 37: 545-548, 1996
3. Al Quattan MM, Clarke HM, Curtis CG. Klumpke's birth palsy. Does it really exist? J Hand Surg 20B: 19-23, 1995
4. Al Quattan MM, Clarke HM, Curtis CG. The prognostic value of concurrent Horner's syndrome in total obstetrical brachial plexus injury. J Hand Surg 25B: 166-167, 2000
5. Al Quattan MM, Clarke HM, Curtis CG. The prognostic value of concurrent clavicular fractures in newborns with obstetrical brachial plexus palsy. J Hand Surg 19B: 729-730, 1994
6. Al Quattan MM, Clarke HM. A historical note on the intermediate type of brachial plexus palsy. J Hand Surg 19B: 673, 1994
7. Al Quattan MM. Accidental contact burns of the upper limb in children with obstetric brachial plexus injury. Burns 25: 669-672, 1999
8. Al Quattan MM. Rotation osteotomy of the humerus for Erb's palsy in children with humeral head deformity. J Hand Surg (Am) 27: 479-483, 2002
9. Alanen M, Halonen JP, Katevuo K, Vilki P. Early surgical exploration and epineurial repair in birth brachial palsy. Z Kinderchir 41: 335,337, 1986
10. Alfonso I, Papazian O, Prieto G, Alfonso DT, Melnick SJ. Neoplasm as a cause of brachial plexus palsy in neonates. Pediatr Neurol 22: 309-311, 2000
11. Allen RH, Rosenbaum TC, Ghidi A, Poggi SH, Spong CY. Correlating head-to-body delivery intervals with neonatal depression in vaginal births that result in permanent brachial plexus injury. Am J Obstet Gynecol 187: 839-842, 2002
12. Anand P, Birch R. Restoration of sensory function and lack of long term chronic pain syndromes after brachial plexus injury in human neonates. Brain. 125: 113-122, 2002
13. Angel, M.F, Bridges, R.M, Levine, P.A, Cantrell RW, Persing JA. The serratus anterior free tissue transfer for craniofacial reconstruction. J Craniofac Surg. 3: 207-12, 1992
14. Babbit DP, Cassidy RH. Obstetrical paralysis and dislocation of the shoulder in infancy. J Bone Joint Surg 50A: 1447-1452, 1968
15. Ballinger S, Hoffer M. Elbow flexion contracture in Erb's palsy. J Child Neurol 9:209-210, 1994
16. Beischer AD, Simmons TD, Torode IP. Glenoid version in children with obstetric brachial plexus palsy. J Pediatr Orthop. 19: 359-361, 1999
17. Bellew M, Kay SPJ, Webb F, Ward A. Developmental and behavioural outcome in obstetric brachial plexus palsy. J Hand Surg 25B: 49-51, 2000
18. Benson LJ Ezaki M, Carter P, Knetzer D: Brachial plexus birth palsy: A prospective natural history study. Orthop Trans 20: 311, 1996
19. Blickstein I, Ben Arie A, Hagay ZJ. Antepartum risks of shoulder dystocia and brachial plexus injury for infants weighing 4200 g or more. Gynecol Obstet Invest 45: 77-80, 1998

20. Bodensteiner JB, Rich KM, Landau WM. Early infantile surgery for birth-related brachial plexus injuries: justification requires a prospective controlled study. *Journal of Child Neurology* 9: 109-110, 1994
21. Bonnel F. Microscopic anatomy of the adult human brachial plexus: An anatomical and histological basis for microsurgery. *Microsurgery* 5: 107-117, 1984
22. Boome RS, Kaye JC: Obstetric traction injuries of the brachial plexus: Natural history, indications for surgical repair and results. *J Bone Joint Surg (Br)*: 70: 571-576, 1988
23. Bryant DR, Leonardi MR, Landwehr JB, Bottoms SF. Limited usefulness of fetal weight in predicting neonatal brachial plexus injury. *Am J Obstet Gynecol* 179: 686-689, 1998
24. Bunch WH, Siegel IM. Scapulothoracic arthrodesis in facioscapulohumeral muscular dystrophy. *J Bone Joint Surg* 75A: 372-376, 1993.
25. Carlioz H, Brahimi L: La place de la désinsertion interne du sous-scapulaire dans le traitement de la paralysie obstétricale du membre supérieur chez l'enfant. *Ann Chir Infant* 12: 159-168, 1971
26. Carroll R, Kleinman W. Pectoralis major transfer to restore elbow flexion to the paralytic limb. *J Hand Surg* 4: 501-507, 1979
27. Chow BC, Blaser S, Clarke HM. Predictive value of computed tomographic myelography in obstetrical brachial plexus palsy. *Plast Reconstr Surg* 106: 971-977, 2000. (tartışması için aynı sayıda 978-979)
28. Chuang DC, Ma HS, Borud LJ, Chen HC. Surgical strategy for improving forearm and hand function in late obstetric brachial plexus palsy. *J Plast Reconstr Surg*. 109: 1934-46, 2002
29. Clarke HM, Curtis CG. An approach to obstetrical brachial plexus injuries. *Hand Clinics* 11: 563-580, 1995
30. Comtet HM, Herzberg G, Nassan AI. Biomechanical basis of transfers for shoulder paralysis. *Hand Clin* 11: 563-580, 1989
31. Connor PM, Yamaguchi SG, Manifold SG, Pollock RG, Flatow EL, Bigliani LU. Split pectoralis major transfer for serratus anterior palsy. *Clin Orthop* 341: 134-142, 1997
32. Danyau M: Paralysie du membre supérieur, chez le nouveau-né. *Bull Soc Chir*. 2: 148, 1851
33. de Chalain TM, Clarke HM, Curtis CG. Case report: unilateral combined facial nerve and brachial plexus palsies in a neonate following a midlevel forceps delivery. *Ann Plast Surg*. 38: 187-190, 197
34. Demirhan M, Erdem M, Uysal M: Rezidüel obstetrik brakial pleksus paralizisi tedavisinde tendon transferi. *Acta Orthop Traumat Turc* 36: 295-302, 2002
35. Derby LD, Bartlett SP, Low DW. Serratus anterior free-tissue transfer: harvest-related morbidity in 34 consecutive cases and a review of the literature. *J Reconstr Microsurg*. 13: 397-403, 1997
36. Doi K: Obstetric and traumatic pediatric palsy, Peimer CA (ed), *Surgery of the Hand and Upper Extremity*. New York: McGraw-Hill 1996: cilt 2, 1443-1463
37. Duchenne GBA: *De l'Electrisation Localisée et de son Application à la Pathologie et à la Thérapeutique*. 3. basım, Paris: J B Ballière et Fils, 1872: 357-362
38. Dunkerton MC. Posterior dislocation of the shoulder associated with obstetric brachial plexus palsy. *J Bone Joint Surg* 71B: 764-766, 1989
39. Eberhard D. Transposition of the bicipital tuberosity for the treatment of fixed supination contracture in obstetric brachial plexus lesions. *J Hand Surg* 22B: 261-263, 1997
40. Erb W. Über eine eigenthümliche Localisation von Lähmungen il Plexus brachialis. *Verhandl. Naturhist-Med. Heidelberg*, 2:130, 1874
41. Francel PC, Koby M, Park TS, Lee BC, Noetzel MJ, Mackinnon SE, Henegar MM, Kaufman BA. Fast spin-echo magnetic resonance imaging for radiological assesment of neonatal brachial plexus injury. *J Neurosurg* 83: 461-466, 1995
42. Gabriel SR, Thometz JG, Jaradech S. Septic arthritis associated with brachial plexus neuropathy. A case report. *J Bone Joint Surg* 78A: 103-105, 1996
43. Gardella C, Taylor M, Benedetti T, Hitti J, Critchlow C. The effect of sequential use of vacuum and forceps for assisted vaginal delivery on neonatal and maternal outcomes. *J Am Obstet Gynecol* 185: 896-902, 2001
44. Geutjens G, Gilbert A, Helsen K: Obstetric brachial plexus palsy associated with breech delivery: A different pattern of injury. *J Bone Joint Surg* 78B: 303-306, 1996
45. Gilbert A, Khouri N, Carlioz H. Exploration chirurgicale du plexus brachial dans la paralysie obstétricale. Constations anatomiques chez 21 malades operes. *Rev Chir Orthop* 66: 33-42, 1980
46. Gilbert A, Romana C, Ayatti R. Tendon transfers for shoulder paralysis in children. *Hand Clin* 4: 633-642, 1988
47. Gilbert A, Tassin JL: Réparation chirurgicale du plexus brachialis dans la paralysie obstétricale. *Chirurgie* 110: 70-74, 1984
48. Gilbert A, Whitaker I: Obstetrical brachial plexus lesions. *J Hand Surg (Br)* 16: 489-491, 1991
49. Gilbert A. Longterm evaluation of brachial plexus surgery in obstetrical palsy. *Hand Clin* 11: 583-594, 1995
50. Goddard NJ, Fixen JA: Rotation osteotomy of the humerus for birth injuries of the brachial plexus. *J Bone Joint Surg (Br)* 66: 257-259, 1984
51. Gonen R, Bader D, Ajami M, Effects of a policy elective cesarean delivery in cases of suspected fetal macrosomia on the incidence of brachial plexus injury and the rate of cesarean delivery. *J Am J Obstet Gynecol* 183: 1296-1300, 2000
52. Greenwald AG, Schute PC, Shiveley JL: Brachial plexus birth palsy: A 10 year report on the incidence and prognosis. *J Pediatr Orthop* 4: 689-692, 1984
53. Grissom LE, Harcke HT. Infant shoulder sonography: technique, anatomy, and pathology. *J Pediatric Radiol* 31: 863-868, 2001
54. Hardy AE: Birth injuries of the brachial plexus: Incidence and prognosis. *J Bone Joint Surg*. 63B: 98-101, 1981
55. Hazama A, Kinouchi K, Kitamura S, Fukumitsu K. Brachial plexus birth injuries: anaesthesia for surgical nerve reconstruction and preoperative myelography and computed tomographic myelography. *Paediatr Anaesth* 9: 403-407, 1999
56. Hoang P, Mills C, Burke F. Triceps to biceps transfer for established brachial plexus palsy. *J Bone Joint Surg* 71B: 268-271, 1989
57. Hoeksma AF, Wolf H, Oei, SL. Obstetrical brachial plexus injuries: incidence natural course and shoulder contracture. *J Clin Rehabil* 14: 523-526, 2000

58. Hoffer MM, Phipps GJ. Closed reduction and tendon transfer for treatment of dislocation of the glenohumeral joint secondary to brachial plexus birth palsy. *J Bone Joint Surg.* 80A: 997-1001, 1998
59. Hoffer MM, Wickenden R, Roper B: Brachial plexus birth palsies: Results of tendon transfers to the rotator cuff. *J Bone Joint Surg (Am)* 60: 691-695, 1978
60. Hughes CA, Harley EH, Milmoie G, Bala R, Martorella A. Birth trauma in the head and neck. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 125: 193-199, 1999
61. J. M. Parrot. Sur une pseudo-paralysie causée par une altération du système osseux chez les nouveau-nés atteints de syphilis héréditaire. *Archives de physiologie normale et pathologique Paris*, 4: 319-333, 470-490, 612-623, 1871-1872.
62. Jennet RJ, Tarby TJ, Krauss RL. Erb's palsy contrasted with Klumpke's and total palsy: different mechanisms are involved. *Am J Obstet Gynec.* 186: 1216-1219, 2002
63. Kawabata H, Kawai H, Masatomi T, Yasui N. Accessory nerve neurotization in infants with brachial plexus birth palsy. *Microsurgery* 15: 768-772, 1994
64. Kawabata H, Masada K, Tsuyuguchi Y, Kawai K, Ono K, Tada K. Early microsurgical reconstruction in birth palsy. *Clin Orthop* 215: 233-242, 1987
65. Kawabata H, Shibata T, Matsui Y, Yasui N. Use of intercostal nerves for neurotisation of the musculocutaneous nerve in infants with birth related brachial plexus palsy. *J Neurosurg* 94: 386-391, 2001
66. Kebaetse M, McClure P, Pratt NA. Thoracic position effect on shoulder range of motion, strength, and three-dimensional scapular kinematics. *Arch Phys Med Rehabil.* 80: 945-950, 1999
67. Kennedy R. Suture of the brachial plexus in birth paralysis of the upper extremity. *British Med J* 1: 298-301, 1903
68. Kirkos JM, Papadopoulos IA. Late treatment of brachial plexus palsy secondary to birth injuries: rotational osteotomy of the proximal part of the humerus. *J Bone Joint Surg* 80A: 1477-1483, 1998
69. Klumpke A: Contribution à l'étude des paralysie radicales du plexus brachial. *Rev Méd* 5:591, 1885
70. Kumar V, Satku K, Pho R. Modified technique of sternocleidomastoid transfer for elbow flexion. *J Hand Surg* 17A: 812-813, 1992
71. Leblebicioğlu G, Leblebicioğlu-Könü D, Tugay N, Atay ÖA, Gögüş T. Obstetrical brachial plexus palsy: an analysis of 105 cases. *Turk J Pediatr* 43: 181-189, 2001
72. Liu TK, Yang RS, Sun JS. Long term results of the Steindler flexorplasty. *Clin Orthop* 296: 104-108, 1993
73. Logan SE, Alpert BS, Buncke HJ. Free serratus anterior muscle transplantation for hand reconstruction. *Br J Plast Surg.* 41: 639-643, 1988
74. Ludewig PM, Cook TM, Nawoczenski DA. Three-dimensional scapular orientation and muscle activity at selected positions of humeral elevation. *J Orthop Sports Phys Ther.* 24: 57-65, 1996
75. Lundborg G. The intrinsic vascularization of the human peripheral nerves: Structural and functional aspects. *J Hand Surg* 4: 34-41, 1979
76. Makin GJ, Brown WF, Ebers GC. C7 radiculopathy: importance of scapular winging in clinical diagnosis. *Neurol Neurosurg Psychiatry* 49: 640-644, 1986
77. Manske PR, McCarroll HR Jr. Hale R: Biceps tendon rerouting and percutaneous osteoclasts in the treatment of supination deformity in obstetrical brachial palsy. *J Hand Surg (Am)* 5: 153-159, 1980
78. McClure PW, Michener LA, Sennett BJ, Karduna AR. Direct 3-dimensional measurement of scapular kinematics during dynamic movements in vivo. *J Shoulder Elbow Surg.* 10: 269-277, 2001
79. Meyer RD. Treatment of adult and obstetrical brachial plexus injuries. *J Hand Surg (Am)* 9: 197-203, 1993
80. Michelow BJ, Clarke HM, Curtis CG, Zuker RM, Seifu Y, Andrews DFP: The natural course of obstetrical brachial plexus palsy. *Plast Reconstr Surg* 93: 675-681, 1994
81. Miller SF, Glasier CM, Griebil ML, Boop FA. Brachial plexopathy in infants after tarumaic delivery: Evaluation with MR imaging. *Radiology* 189: 481-484, 1993
82. Morrey B, Askew L, An L, Chao E. A biomechanical study of normal elbow motion. *J Bone Joint Surg.* 63A: 872-879, 1981
83. Narakas AO. Injuries to the brachial plexus. Bora FW Jr, (ed), *The Pediatric Upper Extremity: Diagnosis and Management.* Philadelphia: WB Saunders, 1986
84. Narakas AO. Paralytic Disorders of the shoulder girdle. *Hand Clin* 4: 619-632, 1988
85. Narakas AO. The treatment of brachial plexus injuries. *International Orthopaedics* 2: 29-36, 1985
86. Narakas AO: Obstetrical brachial plexus injuries, Lamb DW (ed), *The Paralyzed Hand.* Edinburgh: Churchill-Livingstone, 1998: 116-135
87. Nehme A, Kany J, Sales De Gauzy J, Charlet JP, Dautel G, Chahuzac JP. Obstetrical brachial plexus palsy. Prediction of outcome in upper root injuries. *J Hand Surg* 27B: 9-12, 2002
88. Nemoto K, Itoh Y, Horiuchi Y, Sasaki T. Advancement of the insertion of the biceps brachii muscle: a technique for increasing force. *J Shoulder Elbow Surg* 5: 433-436, 1996
89. Noerdlinger MA, Cole BJ, Stewart M, Post M. Results of pectoralis major transfer with fascia lata autograft augmentation for scapula winging. *J Shoulder Elbow Surg* 11:4 345-350, 2002 Jul-Aug
90. Noetzel MJ, Park TS, Robinson S, Kaufman B. Prospective study of recovery following neonatal brachial plexus injury. *J Child Neurol* 16: 488-492, 2001
91. Nomura H, Hariyama K, Orii H, Shiba K, Ueta T, Iwaki T. Traumatic neuroma of the anterior cervical nerve root with no objective episode of trauma. Report of four cases. *J Neurosurg* 97: 3 (Supplement), 393-396, 2002
92. Oral E, Çağdaş A, Gezer A, Kaleli S, Aydın K, Öcer F. Perinatal and maternal outcome of fetal macrosomia. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 99: 167-171, 2001
93. Özkan T, Aydın A, Öztürk K, Hoşbay Z. Önköl supinasyon deformitesinin cerrahi tedavisinde yeni bir teknik: brachioradialis re-routing. VIII. Türk El ve Üst Ekstremité Cerrahisi Kongre Kitabı, Ankara: Bizim Büro Basımevi, 2002: 59-62
94. Özkan T, Aydın A. Physical examination. *Brachial Plexus Injuries.* Gilbert A. (Ed) Londra: 2001, Martin Dunitz Ltd. 17-29,
95. Pearl ML, Edgerton BW. Glenoid deformity secondary to brachial plexus birth palsy. *J Bone Joint Surg* 80A: 659-667, 1998