

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

OBSTETRİK BRAKİYAL PLEKSUS YARALANMASI OLAN
HASTALARDA SÜPİNATOPLASTİ GİRİŞİMLERİNİN
RETROSPEKTİF DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Alişan DAYLAK

UZMANLIK TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

ANKARA

2017

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

OBSTETRİK BRAKİYAL PLEKSUS YARALANMASI OLAN
HASTALARDA SÜPİNATOPLASTİ GİRİŞİMLERİNİN
RETROSPEKTİF DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Aışan DAYLAK

TEZ DANIřMANI
Doç. Dr. Akın ÜZÜMCÜGİL

UZMANLIK TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

ANKARA

2017

TEŞEKKÜR

Başladığım ilk gün beni samimiyetle karşılayan ve Hacettepe Ortopedi ve Travmatoloji

Ailesi'nde bulunduğum son günlere kadar samimiyetle yardımlarını esirgemeyen Hocam,

Prof. Dr. Mahmut Nedim DORAL'a,

İlk bireysel çalışmam olan tezim için bana yol gösteren, desteklerini unutmayacağım, Doç. Dr. Akın ÜZÜMCÜGİL'e,

Eğitimim süresince benimle bire bir ilgilenmiş ve deneyimlerini paylaşmış, ufkumu genişletmiş olan değerli ağabeylerim Doç. Dr. Mehmet AYVAZ, Doç. Dr. Ömür ÇAĞLAR, Doç. Dr. Egemen TURHAN'a,

Daha önce tanışmadığım için üzüldüğüm ve geldikten sonra Pediatrik Ortopedi'yi sevidiren ağabeyim Doç.Dr. Güney YILMAZ'a,

Araştırma görevlisi olduğum süre boyunca emeği geçmiş olan tüm Hacettepe Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı öğretim üyelerine,

Çalışma arkadaşlarım, beraber keyifle çalıştığım Dr. Samet Emet, Dr. Buğrahan Şahin, Dr. Rıza Mert Çetik ve diğer tüm kıymetli arkadaşlarıma,

Özellikle fikirlerimi dinleyen ve cerrahi becerimin artmasında çok katkısı olan değerli ağabeyim Doç. Dr. H. Gökhan DEMİRKİRAN'a ,

Oğlum Kerem ve kızım Zeynep ile ilgilenerek benim tez hazırlığında rahat çalışabilmemi sağlayan biricik eşim Rabia'ya,

Beni bugün için yetiştiren ve haklarını asla ödeyemeyeceğim annem ve babama, Teşekkürler.

Dr. Alişan DAYLAK Ağustos 2017

ÖZET

Daylak A., Obstetrik Brakiyal Pleksus Yaralanması Olan Hastalarda Süpinatoplasti Girişimlerinin Retrospektif Değerlendirilmesi, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Ankara, 2017. Obstetrik brakiyal pleksus paralizi (OBPP) olan hastalarda, etkilenen sinir bölgesine göre çeşitli deformiteler ile karşılaşılabilir. Pronasyon kontraktürü de bu hasta grubunda fiziksel ve emosyonel problemlere neden olan bir kısıtlılık olarak karşımıza çıkmaktadır. Fakat günümüzde bu konu ile ilgili brakiyal pleksus hastalarının değerlendirildiği literatür verisi kısıtlıdır. Pronasyon kontraktürüne ait veriler daha çok serebral palsy (CP) hastalarında yapılmış olan çalışmalara aittir. Konu ile ilgili karşılaştırılmış çalışmaların olmaması nedeniyle oluşturulan algoritmalarda da bir takım kısıtlılıklar mevcuttur. Çalışmanın primer amacı pronasyon kontraktürü gelişen OBPP hasta grubunda yapılmakta olan PT re-routing ve FCU-ERCB transferlerinin süpinasyona katkısını ortaya koymak, ayrıca cerrahi sonrasında SF-36 Türkçe versiyonu ve DASH skorlama anketleriyle, ameliyat sonuçlarındaki farklılıkların ortaya konulmasıdır. Çalışmanın sekonder amacı olarak radyografik değerlendirme ile radius başı çıkığı ve subluksasyonu değerlendirilmiştir. Çalışmada PT rerouting yapılan hasta grubunda süpinasyon kazanımının daha fazla olduğu görülmüştür. ($p= 0.028$) Diğer taraftan, her iki hasta grubunun da emosyonel ve fiziksel rol gücü olduğu görülmüş ve bu durumun Narakas düzeyi ile ilişkili olduğu görülmüştür. Fakat çalışma gruplarında herhangi bir istatistiksel fark saptanmamıştır. Radius başı çıkığı ve subluksasyonu ile ilgili her iki ameliyat grubunda anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu çalışma PT re-routing yapılan hastalarda FCU-ERCB transferine göre daha fazla pro-süpinasyon sağlanabildiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Obstetrik brakiyal pleksus paralizi, süpinatoplasti, pronasyon deformitesi, tendon transferi, sekonder cerrahi, rekonstrüksiyon, pediatri,

ABSTRACT

Daylak A., A retrospective study of supinoplasty procedures in obstetric brachial plexus palsy, Thesis in Orthopedics and Traumatology, Ankara 2017.

Patients with obstetric brachial plexus palsy (OBPP) have various deformities, is encountered according to the affected nerve area. Pronation contractures also emerge as a limitation that causes physical and emotional problems in this group of patients. However, in the literature, management of brachial plexus patients having pronation contracture is limited. The data for the pronation contracture belongs mainly to studies performed in patients with cerebral palsy (CP). Due to the lack of comparative studies on this subject, there are some limitations in the algorithms. The primary purpose of this study was to determine the contribution of PT re-routing and FCU-ERCB transfers for supination in OBPP patients having pronation contracture and to compare the results of surgery with Turkish version of SF-36 and DASH scoring surveys. On the other hand, radiographic evaluation of the radial head for dislocation and subluxation was evaluated as a secondary aim. In the study, it was observed that in the PT rerouting group gained more supination than the FCU-ERCB group. ($p = 0.028$). Apart from these, both patient groups were found to have emotional and physical role limitations, which were found to be associated with the Narakas grade. However, no statistical difference was found in the study groups. No significant difference was found in radial head dislocation and subluxation in both groups of surgery. In conclusion, this study suggests that PT re-routing patients can achieve more pro-supination than FCU-ERCB transfer.

Keywords: Obstetrical brachial plexus palsy, supinoplasty, pronation deformity, tendon transfer, secondary surgery, reconstruction, pediatrics

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR	viii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
TABLO LİSTESİ	x
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 Tanım	3
2.2. Tarihçe	3
2.3 Brakial Pleksus Embriyolojisi	3
2.4 Brakial Pleksus Anatomisi	4
2.5 Periferik Sinir ve Periferik Sinir Yaralanması Sınıflaması	11
2.6 Obstetrik Brakial Pleksus Epidemiyolojisi	13
2.7 Obstetrik Brakial Pleksus Yaralanmasında Risk Faktörleri	13
2.8 Brakial Pleksus Yaralanması Patofizyolojisi	14
2.9 Obstetrik Brakial Pleksus Yaralanmasının Doğal seyri	15
2.10 Brakial Pleksus Yaralanması Klinik Muayenesi ve Değerlendirilmesi	17
2.10.1 Motor Beceri Muayenesi	18
2.10.2 Duyu Muayenesi	21
2.11 Obstetrik Brakial Pleksus Yaralanması: Ayırıcı Tanı	22
2.12 Radyolojik Değerlendirme Yöntemleri	22
2.13 Brakial Pleksus Yaralanmasında EMG'nin yeri	24
2.14 Obsterik Brakial Pleksus Yaralanmasında Sınıflaması	24
2.15 Obsterik Brakial Pleksus Yaralanmasında Oluşan Sekeller	25
2.16 Obsterik Brakial Pleksus Yaralanmasında Tedaviler	27
2.16.1 Mikrocerrahi	28
2.16.2 Sekonder Tedaviler	29
3. GEREÇ ve YÖNTEM	32

4. SONUÇLAR	36
5. TARTIŞMA	43
6. KAYNAKLAR	46

KISALTMALAR

OBPP	: Obstetrik brakiyal pleksus paralizi
N.	: Nervus
M	: Musculus
AMS	: Active Movement Scale (Aktif Hareket Skalası)
PT	: Pronator Teres
FCU	: Musculus Fleksör Carpi Ulnaris
ECRB	: Extansör Karpi Radialis Brevis

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1.	Normal Brakial Pleksus Paternini Gösteren Kadavra Diseksiyonu	5
Şekil 2.2.	Spinal sinir köklerinin ve dallarının kesitsel görünümü	6
Şekil 2.3.	Brakial Pleksus Anatomisi-Üst ekstremité arterleri komşuluğu	7
Şekil 2.4.	Brakial Pleksus Anatomisi ve çıkan terminal dalların şematik çizimi	8
Şekil 2.5.	Normal periferik sinir yapısı	11
Şekil 2.6.	Sunderland'a göre periferik sinir yaralanması	12
Şekil 2.7.	Omuz pozisyonunun doğum sırasında önemi	15
Şekil 2.8.	Mallet sınıflaması	20
Şekil 2.9.	Brakial pleksus yaralanması olan 4 aylık infantın CT miyelografi ve konvansiyonel miyelografi görüntüleri	23
Şekil 2.10.	Brakial pleksus yaralanması olan 4 aylık infanta ait 3 boyutlu rekonstrüksiyon yapılmış manyetik rezonans görüntüleri	23
Şekil 3.1.	Yapılan prosedürlerin çizimi	34
Grafik 4.1.	El bileği ve Prosupinasyon kazanımı	39
Grafik 4.2.	Ameliyat gruplarının SF-36 anketine göre puan dağılımı	40
Grafik 4.3.	SF-36 sorgulama anketi ile çalışma grubu ve toplum değerlerinin emosyonel ve fiziksel rol gücüğü açısından karşılaştırılması	41

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1.	Aktif Hareket skalası	19
Tablo 2.2.	Gilbert omuz değerlendirme skalası	20
Tablo 2.3.	Gilbeert ve Raimondi Dirsek değerlendirme skalası	21
Tablo 2.4.	Raimondi el fonksiyonu değerlendirme skalası	21
Tablo 2.5.	Narakas sınıflaması ve spontan iyileşme yüzdeleri	25
Tablo 4.1.	Grupların demografik özellikleri ve dağılımı	36
Tablo 4.2.	Hastaların Narakas sınıflamasına göre dağılımı	37
Tablo 4.3.	Narakas değerlerine göre farklılık SF-36 farklılık analizi	37
Tablo 4.4	El bileği ve Prosupinasyon kazanımı analizi	38
Tablo 4.5	DASH özür ve SF-36 sorgulama anketlerinin ameliyat grupları açısından analizi	39
Tablo 4.6.	SF-36 anketi ile çalışma grubu ve toplum ortalamasına göre emosyonel ve fiziksel rol güçlüğü açısından karşılaştırılması	40
Tablo 4.7.	Raimondi el skoru kazanımı ile ameliyat grupları analizi	41
Tablo 4.8.	Preoperatif ve postoperatif radius başı çıkığı ve subluksasyonu karşılaştırılması	42

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Obstetrik brakial pleksus paralizi (OBPP), doğum sırasında gelişen bazen C4 bazen de T2'nin de katıldığı C5-T1 kökleri, trunkuslar ve turunkusların divizyonları, distalde kordlar ve distal dallarında oluşan zedelenmelerin sonucunda üst ekstremitelerde oluşan değişik derecede sinir iletimindeki bozulmaları ve bunun beraberinde getirdiği ikincil kas ve kemik deformiteleriyle spektrumu geniş bir klinik tablodur.

Obstetrik brakial pleksus yaralanması; perinatal dönem bakımının iyileştirilmesine rağmen hala Down Sendromu'ndan veya Müsküler Distrofi gibi hastalıklardan daha sık görülmektedir. Etkilenen hastaların bağımsız öz bakımlarını etkilemekte ve aile ile beraber sosyal açıdan toplumsal dışlanmayı da beraberinde getirebilecek bir problem olarak gündemde tutulması gereken, çok farklı klinik tablolar ile kendini gösterebilen bir hastalık grubu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tedavisi sadece ortopedik açıdan değil tamamlayıcı ve destekleyici yardım ve tedaviler gerektirmekte olması ve hastaların topluma katılması için multidisipliner yaklaşım gerekmektedir. Tedavisinde mikrocerrahi girişimlerin yanı sıra; tendon transferleri ve tenodes ve artroliz gibi yumuşak doku prosedürleri ve hatta deformitenin ağırlığına ve hastanın yaşına göre osteotomi ve artrodezler gerekebilmektedir.

Etkilenmiş ekstremitelerde beklenti normale yakın olmasıdır; hiçbir zaman normal bir ekstremitelik gibi olmayacağı aile ve biz hekimler tarafından unutulmamalıdır. Ekstremitelik tutulumlarının farklı olabilmesi; sinirlerin iyileşme potansiyellerinin, yaralanmanın anatomik lokalizasyonunun, travmanın şiddetinin farklı olmasına bağlıdır. Ayrıca periferik sinir biyolojisindeki bilinmeyenler nedeniyle de farklı klinik yansımalar ve farklı problemler oluşabilmekte, dışarıdan aynı gibi görünen ama içerisinde birbirinden çok farklı klinikte hasta profilleri ile karşılaşmaktadır.

Merkezimizde brakial pleksus hastalarında, hastalık seyrinde ve mikrocerrahi tedavilerin sonrasında da geniş bir spektrumda deformitelerin olduğu görülmekte ve bu hastaların tedavisi gerçekleştirilmektedir. Bu deformitelerin biri de pronasyon deformitesidir; bu hastalar elini süpinasyona getiremediği için o

ekstremitenin fonksiyonel kazanımı açısından deformitenin düzeltilmesi gerekmektedir. Süpinasyon deformitelerinde ilk basamak tendon transferleri ve yumuşak doku gevşetmeleridir. Eğer sabit bir deformite ise osteotomi ile deformite düzeltimi yapılabilmektedir.

Brakiyal pleksus hastalarında ikincil problemlere yönelik birçok teknik literatürde mevcutsa da hangi yumuşak doku gevşetmesi veya hangi tendon transferi yapılması gerektiği konusunda literatür bilgisi yeterli değildir.

Çalışmanın amacı, hastalarda yapılan pronator teresin süpinatör olarak transferi ile FCU-ECRB transferi prosedürlerinin fonksiyonel, emosyonel ve genel sağlık durumu açısından katkısını karşılaştırarak etkin olan kas transferini ortaya koymaktır.

Çalışmanın sekonder amacı ise bu hasta gruplarında varolan brakiyal pleksus yaralanmasına bağlı çok sık olmasa da oluşabilen radius başı çıkığının yapılmış olan prosedürlerde koruyucu bir faktör olup olmadığını ortaya koymaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Tanım

Obstetrik brakiyal pleksus yaralanması tipik olarak katılan C5-T1 köklerinden, distalde trunkuslar ve divizyonları daha distalde divizyonların oluşturduğu kordlar ve terminal dalların doğum sırasında yaralanmasıdır. Yaralanma ile oluşan sinir iletim bozukluklarına bağlı oluşan felç tablosu zedelenmenin şiddetine göre değişkenlik gösterebilir. Rejenerasyon hızı ve potansiyeline bağlı olarak kas ve kemiklerde oluşan ikincil problemler ile farklı klinik tablolar karşımıza çıkmaktadır.

2.2. Tarihçe

İlk defa 18.yy'da bir Kadın Doğum Hekimi William Smellie tarafından kaleme alınmış olan bir infant anlatılmaktadır. Bu hastanın yüz geliş ve hastada bilateral brakiyal pleksus yaralanması olduğu belirtilmiş ve Dr. Smellie hastanın kliniğinin zamanla gerilediğinden bahsetmiştir. [1]

Yine bu yüzyılda Alman imparatoru II. Wilhelm'de de brakiyal pleksus yaralanması olduğu bildirilmiştir.

Literatüre geçen ilk patogeneze açıklamaları 19. yy'da karşımıza çıkmaktadır. 1872'de Duchenne "porter's tip" kliniğinin traksiyona bağlı oluşan sinir yaralanmasından kaynaklandığını açıklamış. 1974'de Erb boyunda Erb noktasını ve C5 ve C6'nın skalen kaslar arasındaki bu noktada brakiyal pleksus yaralanmasını göstermiştir.

Yine Almanya'da bir oftalmolog Friedrich Horner tarafından Horner Sendomu açıklanmıştır. August Dejenire Klumpke ise C8-T1 kök avülsiyonunu ve sempatik innervasyonun bozulmasına bağlı, Horner bulgusunu tariflemiştir.[2]

2.3 Brakiyal Pleksus Embriyolojisi

Sinir dokusu olan brakiyal pleksus ektoderm kökenlidir. 3. Hafta sonrasında görülmeye başlayan embriyo motor hücreleri, spinal kordun erişkin insanda olduğu gibi ön boynuz motor hücrelerinin uzantısı olarak oluşmaya başlar. Dorsal kök gangliyonundan proksimale doğru dorsal sinirler spinal korda girerken distal çıkıntılarıyla spinal sinire katılarak birlikte spinal siniri oluşturur. [3]

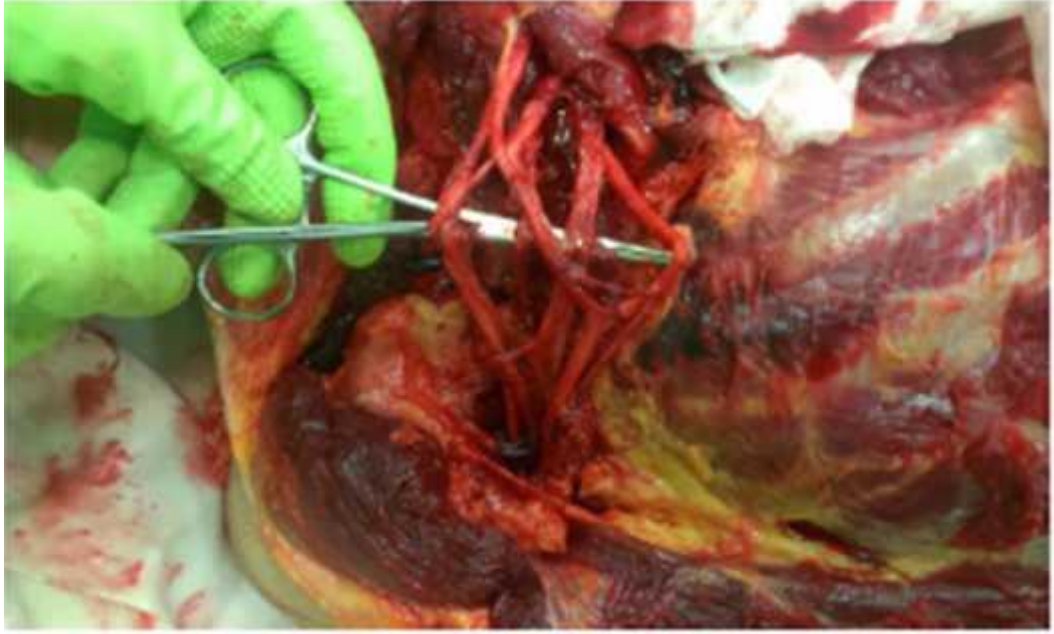
Üst ekstremité tomurcuğu paraksiyel mezodermden; nöral tüpün her iki yanında somitlerin oluşumu ile başlar ve somitler mezoderm kökenlidir. Kasların kemiklerin oluşumunu sağlamaktadır. Her bir somitin innervasyonu, tek bir spinal sinir ile olmaktadır. Kas grupları ekstremité oluşumu ve büyümesi, kontrollü apoptozis ile yer değiştirerek ve değişerek, olması gereken yere doğru ilerler. Somiti ilgilendiren spinal sinir de beraberinde yer değiştirmektedir. Spinal sinirler bu yer değiştirme ile birbirleri ile birleşir ve plexus içinde hedef noktaya

erişmiş olur. Brakiyal plexus bu sinir liflerinin karışımı ile oluşmaktadır. [3] Sinirlerin bu şekilde bir araya gelmesi ve hedef organa (motor, duyu ve sempatik) bir ağ ile ilerlemesi evrimsel olarak sinir sayısının azalmasını sağlamıştır.

Duyu sinirlerinde bu somitlerin sırası değişmediği görülmektedir. Somitler proksimalden distale dermatomal şekilde atlama yapmadan yerleşmiştir. Her bir spinal sinir belirli bir alanı innerve etmektedir.[3]

2.4 Brakiyal Plexus Anatomisi

Üst ekstremitenin motor ve duyu innervasyonunu sağlayan brakiyal plexus çeşitli varyasyonlar gösterse de servikal beş, altı, yedi ve sekizinci spinal sinirlerin ventral dalları ve torakal birinci spinal sinirin ventral dalı ile oluşmaktadır. Varyasyonlarda karşılaşılan bulgular dördüncü servikal (brakiyal plexus prefix) veya torakal ikinci kökün plexusa (brakial plexus postfiks) katılmasıdır. Ayrıca bu varyasyonların bilinmesi cerrahi eksplorasyonlarda oluşabilecek hataların önlenmesini sağlamaktadır. Yapılan kadavra çalışmaları küçük seriler olsa da varyasyonlar hakkında bilgi vermektedir. Ulnar sinirin distalde lateral kord ile yapmış olduğu anastomoz, Muskulokütan sinirin c7den sinir lifleri almış olması, ya da kol medial kütanöz sinirin T1 lifleri ile anastomozu bildirilmiştir.[4]

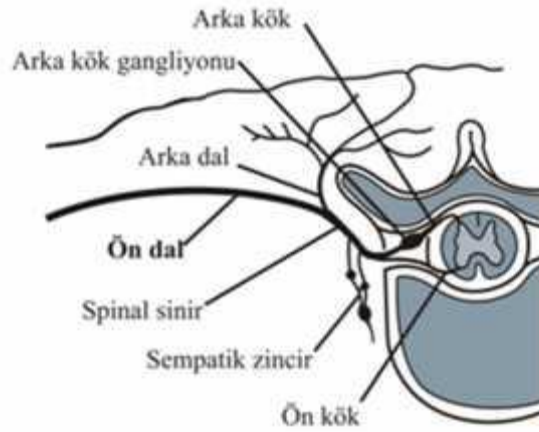


Şekil 2.1. Normal Brakiyal Pleksus Paternini Gösteren Kadavra Diseksiyonu [4]

Medulla spinalisten dorsal sensör dallar ve motor ventral dallar, foramen intervertebrale seviyesinde birleşerek spinal sinirleri oluşturmaktadır. Bu sinir kökleri dura ile devam eden epinöryum ile sarılıdır. Posterioriordan gelen dallar dorsal gangliyon oluşturur; burada periferiye giden sensör dalların soması bulunmaktadır. Motor nöronlar ise medulla spinalis içerisindeki ön boynuz motor hücreleridir ve ventral dallar olarak distal motor ünitelere kadar devam etmektedir.

Sempatik sinir dallarının, spinal sinir foramenden çıktıktan sonra dorsal kök gangliyonundan pleksusa katıldığı bilinmektedir. C5 –C6 orta, C7-C8 inferior ve T1 kendi ilişkili sempatik T1 sempatik gangliyondan sempatik dal alır.

Dorsal gangliyonun elektrodagnostik testlerde lokalizasyon belirlemede kullanılmaktadır. Ayrıca sempatik sinirler dorsal kök gangliyonunun distalinde katılmaktadır. Klinik olarak var olan Horner bulgusu olması da C8 ve T1 etkilenimi olduğunun göstergesidir.



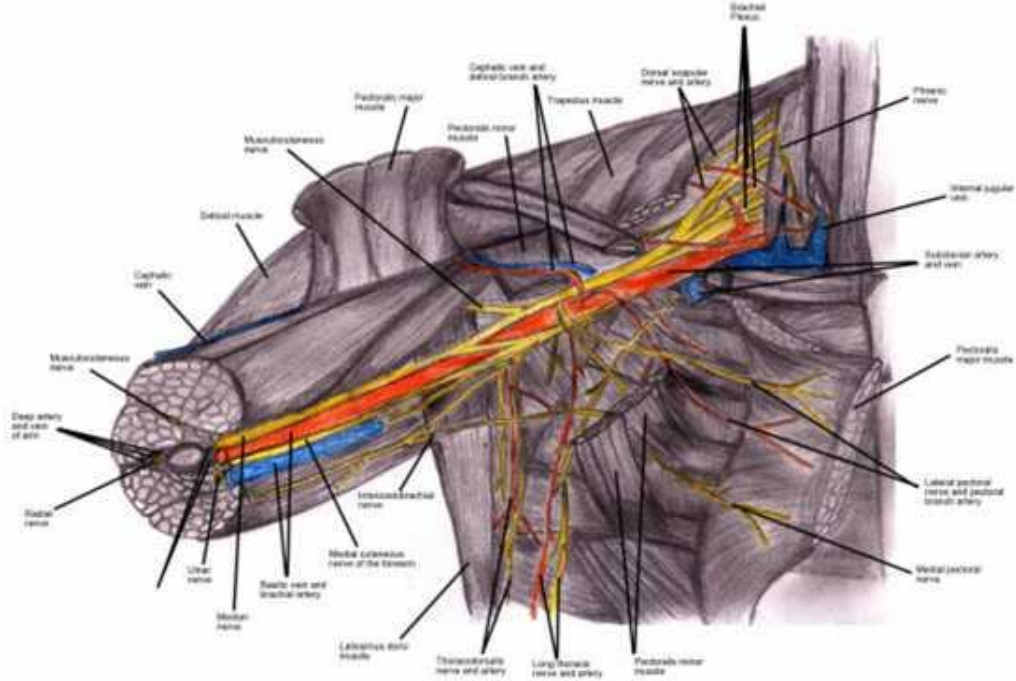
Şekil 2.2. Spinal sinir köklerinin ve dallarının kesitsel görünümü[5]

Spinal sinirler vertebral foramenleri terkettikten sonra dorsal ve ventral dallara ayrılırlar. Dorsal dallar paravertebral kasları innerve etmek üzere dorsale yönelirken ventral dallar skalen kaslar arasında supraklavikuler bölgede posterior boyun üçgeni içerisinde seyrederek. Supraklavikuler üçgende brakiyal plexus yapıları bulunmaktadır. Posterior servikal üçgeni; anteriorda sternocleidomastoid kası (SCM), posteriorda trapezius kası ve tabanı klavikulanın orta 1/3'ü ile sınırlanmış olan boyun üçgenidir. Tabanında skalen kaslar, levator skapula r kası bulunmaktadır. Omohiyoid kasının inferior parçası Posterior servikal üçgeni 2'ye ayırmaktadır. Oluşan bu iki üçgene, Oksipital Üçgen ve Supraklavikular Üçgen isimleri verilmiştir.

Spinal sinirlerin bu seyri ve intervertebral foramenlere girişi sırasında daha vertikal, foramen düzeyinde transvers, sonrasında tekrar vertikal bir seyri bulunmaktadır. Bu seyir üst servikal köklerde daha belirgin şekilde görülmektedir. Çıkış açıları C5 kökünde ortalama 138 derece iken, C6 kökünde 123 derece, C7 kökü 114 derece, C8 kökü 100 derece ve C8 kökü genellikle transvers bir seyir göstermektedir. Özellikle başın lateral fleksiyona zorlanması ile üst köklerin zarar görmesi muhtemeldir.[6]

Diğer taraftan köklerin foramenler ve transvers çıkıntılar düzeyindeki yumuşak dokular ile stabilizasyonu bu bölgede oluşan traksiyonlara karşı daha hassas bir ortam oluşturmaktadır. Distosi vakalarında gerçekleştirilebilen başın traksiyonu ile çevre yumuşak doku stabilizasyonu daha iyi olan köklerden daha fazla medulla spinalisin yer değiştirmesi nedeniyle kök avülsiyonlarının etiolojisine katkı sağladığı gösterilmiştir.[6]

Ayrılan bu ventral dallar ön ve orta skalen kaslar arasında seyrederek C5 ve C6 bu kaslar arasında üst trunkusu, C7 orta trunkusu C8-T1 inferior trunkusu oluşturur. C8 ve T1 kökleri retroklavikulerdir ve plevranın üst komşuluğunda seyrederek C8 ventral dalla 1. kosta komşuluğunda klavikulanın üst hizasında, T1 ise alt hizasında transvers seyrederek birleşir

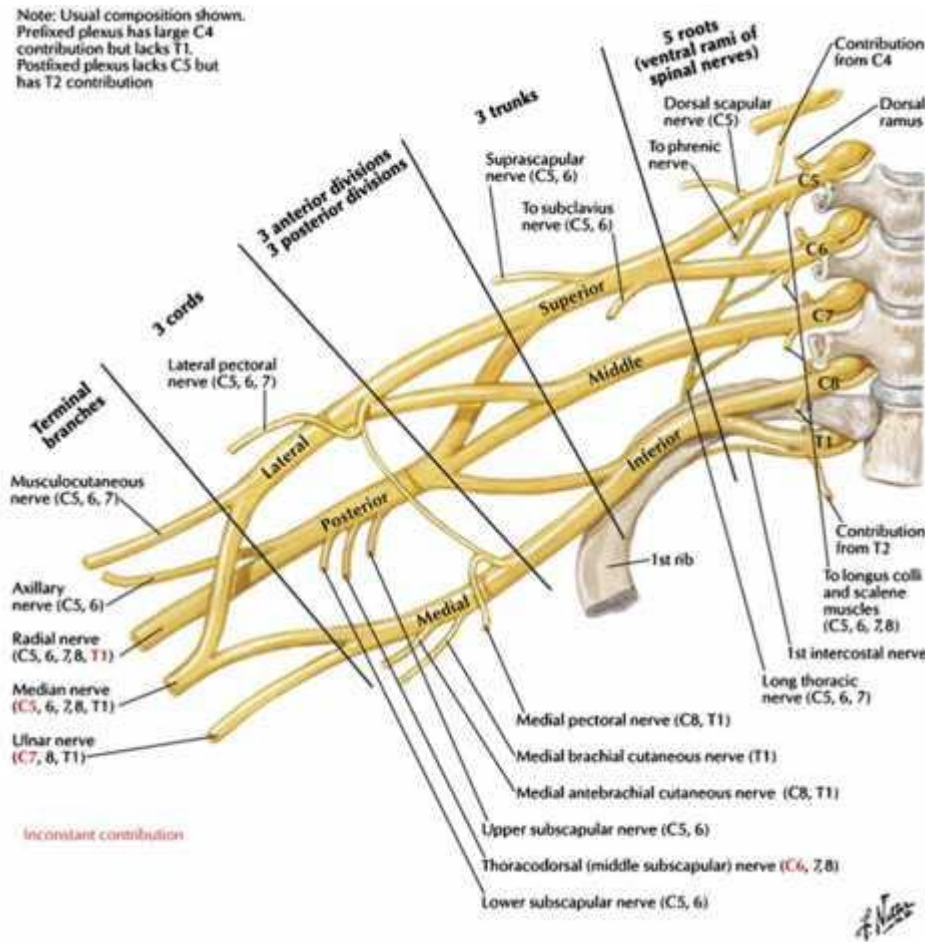


Şekil 2.3. Brakiyal Pleksus Anatomisi-Üst ekstremitte arterleri komşuluğu [7]

Brakiyal pleksus trunkusları supraklavikular bölgeden subklavian arterin posterioruna doğru uzanmaktadır. Klavikula arkasında kordları oluşturacak divizyonlar vermektedir. Axillar fossaya doğru klavikula arkasında brakial pleksusun kordları oluşmaktadır. Her 3 trunkus distale doğru ikiyeşer divizyon vermektedir, üst ve orta trunkus ön dalları aksiller arterin lateralinde lateral kordu, inferior trunkus ön divizyonu arterin medialinde medial kordu ve arka divizyonlar axillar arterin posteriorunda posterior kordu oluşturur.

Axiller fossa: Kolun üst kısmı ile toraks lateral duvarı arasında yer alan, dört duvarı olan piramit şekilli bölgedir. Anterior duvarında pektoralis majör ve pektoralis minör kasları ve klavipektoral fasya arka duvarında subskapuler kas, teres majör ve

latissimus dorsi kasları bulunmaktadır. Medial duvarında ilk dört kosta ve aralarında yer alan interkostal kaslar ve serratus anterior kasının üst origoları bulunmaktadır. Lateral duvarını humerusun proksimalindeki sulcus intertubercularis oluşturur. Fossanın apeksi boyun köküne uzanır; klavikulanın posterioru, birinci kosta ve skapulanın üst kenarı sınırlar. Tabanını ise pektoralis majör kası ve arkada latissimus dorsi sınırlamaktadır.[8]



Şekil 2.4. Brakiyal Pleksus Anatomisi ve çıkan terminal dalların şematik çizimi[9]

Brakial pleksus topografik olarak klavikula ile iki ayrı kısımda incelenir. Supraklavikular kısım klavikulanın üst kısmında; ön ve orta skalen kaslar arasında seyrederek ve omohiyoid kas ve derin boyun fasyası ile örtülüdür. Bu kısımda assenden tiroid arteri brakiyal pleksusu önünden veya arkasından çaprazlamaktadır. İnfraklavikular kısım ise klavikula ve subklavian kasın arkasından ilerler ve tabanında 1. Kosta ve serratus anterior kasının origosu distalde tabanında subskapuler kas

bulunur. Distalde brakiyal pleksus pektoralis major ve pektoralis minor kaslarının altında seyretmektedir.

Supraklavikuler bölgede kökler, trunkuslar ve divizyonlar, infraklavikuler bölgede ise divizyonların birleşmesi ile kordlar ve terminal dallar bulunmaktadır.

Brakiyal pleksustan çıkan dallarını sınıflandırmak klinik olarak yaralanma seviyesinin belirlenmesi açısından önemlidir. Brakiyal pleksustan çıkan sinirler köklerden, trunkuslardan ve kordlardan köken almaktadır. Divizyonlar bölgesinde sinir dalı çıkmamaktadır. [8]

Köklerden çıkan sinirler: uzun torasik sinir ve dorsal skapular sinirdir.

N.Dorsalis Scapulae: Beşinci servikal kökten ayrılır. Orta skalen kası delerek romboide majör ve minör kasları ve levator skapula kasını innerve etmektedir.[8].

N. Thoracicus Longus: Servikal beşinci, altıncı ve yedinci kökten ayrılır. M. Serratus anterior bu sinir ile innerve edilir. Kanat skapula etiolojisinde bu sinirin etkilenmesi ile m.serratus anterior kası çalışmamakta ve aynı zamanda omuz abduksiyonun 90 dereceden sonrası zorlaşmaktadır. [8]

Trunkus bölgesinden köken alan sinirler: subklavian sinir ve supraskapular sinirdir. N. Subclavius: Subklavian kasın innervasyonunu sağlar.

N.Suprascapularis: Bu sinir supraskapular çentik içerisinde seyrederek skapula arkasında supraspinatus ve infraspinatus kaslarını innerve eder.

Kordlar bölgesinden çıkan sinirler: Brakiyal pleksus distalde 3 adet kord (lateral,medial ve posterior) olarak devam etmektedir. Lateral korddan ayrılan sinirler pektoralis lateralis, muskulokütan sinir ve median sinirin lateral dalıdır. Medial korddan çıkan sinirler; pektoralis medialis, ulnar sinir, median sinirin medial dalı, kütanöz brakii ve kütanöz antebrakial sinirleridir. Posterior korddan ayrılan sinirler ise subskapular sinir, torakodorsal, aksiller ve radial sinirlerdir.

N. Pectoralis lateralis: Lateral korddan ayrılarak klavipektoral fasyayı delip pektoralis majör kasını innerve eder aynı zamanda pektoralis medial sinir ile birleşip pektoralis minörün innervasyonunda katkıda bulunur. [8]

N. Musculocutaneus: Kol ön kısmında bulunan biceps, korakobrakial, brakiyalis kaslarını innerve eder. Kol ön yüzü ve lateral yüzün kütanöz duysunu alan duyu dalı vermektedir. Muskulokütan sinir korakobrakial kasını delerek kolda ilerlemektedir. [8]

N. Medianus: Lateral ve medial kordların birleşmesi ile oluşur. Distalde pronator teresin iki başı arasında geçerek interosseöz membran önünde seyreden anterior interosseöz sinir adı verilen sinir dalını vererek önkol fleksör – pronator kas grubundan sadece derin parmak fleksör kasın medial kısmı ile fleksör karpi ulnaris kasları dışındaki tüm kasların i nnervasyonundan sorumludur. Distalde karpal tünelden geçerek tenar bölge kasları ve lumbrikal kasları i nnerve eder. Distalde parmaklara giden dijital duyu dallarını vererek el duyusu ve karpal tünelden önce verdiği fleksör retinakulum üzerinden geçen palmar dal ile tenar bölge duyusunu almaktadır. [8]

N. Ulnaris: Fleksör karpi ulnaris ve fleksör digitorum profundus kaslarını ön kolda innerve eder ve elin hipotenar kasları, adduktor pollicis ve lumbrikal kaslardan üçüncü ve dördüncü kasları innerve etmektedir. Duyu olarak palmar ve dorsal ulnar dal vererek elin duyusunu almaktadır. [8]

N. Pectoralis medialis: N. Pectoralis lateralis ile beraber pectoralis majör ve minörü innerve etmektedir.

N. Thoracodorsalis: Latissimus dorsi kasını innerve eden sinirdir. Posterior fasikülden ayrılır.[8]

N. Axillaris: Humerotrisipital aralıktan geçer. Deltoid kası ön dalı, pectoralis minör kasını arka dalı innerve etmektedir. Ayrıca kolun üst lateral kısmının duyusundan sorumlu n. Brakii lateralis superior dalının vermektedir. Arka korddan ayrılır. [8]

N. Radialis: Kolun arka kısmında seyreden (sulcus nervi radialis) posterior korddan ayrılan en büyük daldır. Triceps,anconeusu innerve eder. Distalde derin dal olan posterior interosseöz sinir saf motor daldır. Ekstansör – supinatör kasların innervasyonundan sorumludur. Yüzeyel dalı da saf duyu olarak elin, önkolun ve dirsek arkasının innervasyonundan sorumludur. [8]

N. Subscapularis: Teres majör ve subskapular kasın innervasyonunu sağlayan, posterior kordun dalıdır.[8]

N.Cutaneus brachialis medialis: Medial kordun kütanöz dalıdır. Kol medial duyusunu alır[8]

N. Cutaneus antebrakii medialis: : Medial kordun diğer distal kütanöz dalıdır. Ön kol medial duyusunu alır[8]

Supraklaviküler bölge brakiyal pleksus yaralanmasının klinik önemi pre-gangliyonik veya post-gangliyonik olabilmektedir.[10]

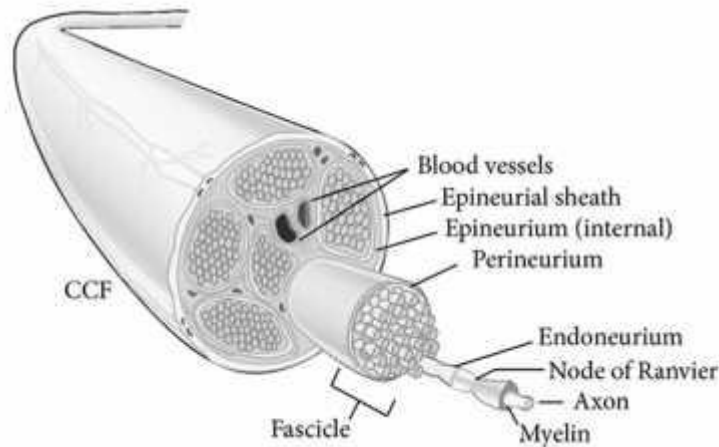
Pre-gangliyonik hasarlar kötü prognozlu olup kök avülsiyonlarını düşündürmektedir. Yapılan elektrofizyolojik çalışmalar ile tespit edilse de, MR görüntülemeye psödomeningosel varlığı saptanması, Horner bulgusu pre-gangliyonik hasarı düşündürür. Ayrıca muayenede

trunkus düzeyinden çıkan terminal dallarda hasar tespit edilmesi de daha proksimal yaralanmaları ve kök hasarlarını düşündürebilir. (Uzun torasik sinir , Dorsal skapuler sinir)[10-12]

İnfraklaviküler kısım yaralanmaları daha iyi prognozludur ve klavikula distalindeki kord ve terminal dalların zedelenmesini ifade eder.

2.5 Periferik Sinir ve Periferik Sinir Yaralanması Sınıflaması

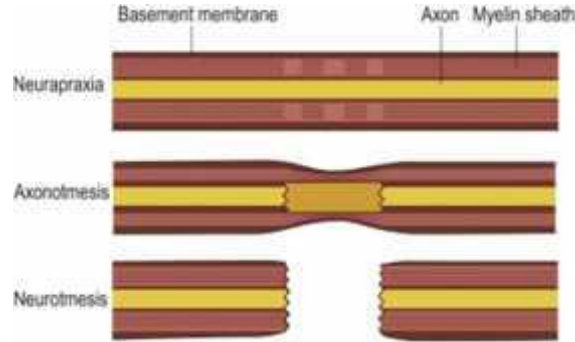
Periferik sinirdeki en küçük yapı sinir aksonudur. Bir grup aksonu çevreleyen bağ dokusu endonöryum ile fasikülleri oluşturmaktadır. Perinöryum fasikülleri birleştirerek dayanıklılık ve intra-fasiküler basıncı azaltmaktadır. Tüm fasikül gruplarını en dıştan gevşek bağ dokusu ile çevreleyen epinöryum tabakaları bulunmaktadır.[13]



Şekil 2.5 Normal periferik sinir yapısı[14]

Sinir yaralanması en hafif formu olan nöropraksiden en ağır form olan aksonotmezise kadar çeşitli şekillerde olabilmektedir. Seddon'un özellikle 2. Dünya

Savaşı'nda yaralanmış olan askerlerden elde ettiği bilgilere ve Sunderland'ın tariflediği histolojik bulgulara göre periferik sinir yaralanmasının değerlendirildiği bir sınıflama geliştirilmiştir. [13]



Şekil 2.6. Sunderland'a göre periferik sinir yaralanması [15]

Nöropraksi (Sunderland Tip1) sinir yaralanmasının en hafif formudur. Aksonal bütünlük bozulmamıştır. Sadece miyelin kılıf yaralanmıştır[13]

Bu yaralanma tipi sıklıkla kompresyon veya gerilim mekanizmalarıyla sinirin traksiyonuna bağlı oluşmaktadır. Aksonal bütünlüğün devam etmesi nedeniyle Wallerian dejenerasyon görülmemektedir. İyileşmenin tam olması beklenir ve iyileşme kısa sürede görülmektedir.

Aksonotmezis (Sunderland 2-4) bu yaralanma şiddetinde akson etkilenir. Wallerian dejenerasyon görülmektedir. Tip 2 sadece aksonun yaralanması, tip 3 endonörium tabakasının da beraberinde etkilenmesi, tip 4 yaralanmada epinörium da etkilenmiştir.[13]

Tip 2 yaralanmalarda çevre bağ dokuların desteğinin kaybolmaması nedeniyle tam iyileşme beklenmektedir. Tip 3 ve tip 4 yaralanma tipinde ise çevre destek bağ dokuların da etkilenimi nedeniyle tam iyileşmenin olması ihtimali daha azdır. Yine de az da olsa iyileşme potansiyeli mevcuttur.

Nörotmezis (Sunderland tip 5) en ağır sinir yaralanmasıdır. Tam kat sinir yaralanmasıdır, tüm sinir ve destek yapılarının yaralandığı tiptir. Cerrahi müdahale gerektirmektedir. [13]

Periferik sinir hasarı geliştikten sonra akson kopuk ise Wallerian dejenerasyon 4. günde başlamaktadır. Somatik taraftaki akson psedopodlar göndererek distal aksonun bulunduğu tüpü yakalamaya çalışır, yakalar ise o tüp içerişinden iyileşmeye

devam edebilir, yakalayamaz ise psedopodlar aramaya ve sinir kesisinde gangliyon oluşmaya başlar. Bu aksonal rejenerasyon 7. günde pik yapan endojen IGF-1 ile güçlenmektedir. [15]

Rejenerasyon kronik distal uç denervasyonu olması, gecikmiş cerrahi veya uzun rejenerasyon aralığı varlığı , end-organ ile mesafenin fazla olmasından etkilenir. Atrofik değişiklikler gelişmeye başlar ve schwann hücrelerinde dejenerasyon oluşur. Bu durum yapılacak tamirin başarısızlığı ile ilişkilidir.

Yeni oluşan aksona yol gösterecek ve bu psödopodun end-organa ulaşmasını sağlayan “bungners bandları” olarak isimlendirilen yapı Schwann hücre bazal membranıdır.[15]

2.6 Obstetrik Brakial Pleksus Epidemiyolojisi

Literatürdeki verilerde insidans, yıllara göre artan antenatal bakımın etkisi ile azalan, diğer taraftan özellikle maternal diyabet ve anne yaşının artmasına bağlı; makrozomideki insidansının yıllara göre artışından dolayı kısmen artan bir grafik çizmektedir. 2008 yılında 11 milyon canlı doğumun değerlendirildiği en geniş seride binde 1,51 olarak tespit edilmiştir. Amerika kaynaklı bu çalışma literatürün en geniş çalışması olarak göze çarpmaktadır.[16]

Ülkemizde ise 2002 yılında yapılan 47 000 canlı doğumla tespit edilen oran binde 0,9 ‘dur.[17]

Özellikle antenatal bakımın etkisi yıllara göre karşılaştırmalı çalışmalar da mevcuttur. [18-20]Risk faktörlerinin tespit edilmesi ve bunlara yönelik politikaların geliştirilmesi ile ülkemizde ve dünyada insidansla belirgin düşüş sağlanmıştır. Omuz distosisinin en önemli risk faktörlerinden makrozomi ve gestasyonel ve aşikar diyabetik annelere yönelik kan şekerinin etkin kontrolü ile makrozomik bebeklerin tayini ve seçilmiş bebeklerde uygun sezaryen doğum endikasyonları, obstetrik brakial pleksus yaralanmasının önlenmesinde günümüz koşullarına ulaşmamızı sağlamıştır. [18-23]

2.7 Obstetrik Brakial Pleksus Yaralanmasında Risk Faktörleri

Omuz distosisi brakial pleksus vakaları için en sık karşılaşılan risk faktörüdür. Özellikle doğum eyleminin ikinci döneminin uzaması, yardımcı

cihaz(forceps, vakum) kullanımı, maternal diyabet, gestasyonel diyabet, maternal obezite ve gebelikte fazla kilo alımı; düşük doğum ağırlığı olan bebeklerdeki makat prezentasyon ile doğum gibi nedenler doğum sırasında brakial pleksus yaralanma riskini arttırmaktadır.[22, 24, 25] Omuz distosisinde fetal makrozomi, gestasyonel diyabet, maternal obezite ile ilişkili olduğu bildirilmiştir.[19]

Brakial pleksus paralizi riski nedeniyle makrozomik bebek ve diyabet birlikteliği olan annelere sezaryen doğum önerilmektedir. Antenatal dönemde riskin belirlenmesi ve engellenebilmesi için gestasyonel kilo alımının kontrolü, maternal hipergliseminin tespiti ve önlenmesi, fetal gelişimi ultrason ile takip önerilmektedir. Gestasyonel hiperglisemi nedeniyle fetal IGF-1 artmakta ve makrozomi etiyolojinde rol oynamaktadır. Özellikle ultrason cihazları ile tespit edilen ikinci trimesterde fark edilen fetal hızlanmış gelişimin diyet veya dışardan insülin ile sıkı glisemik kontrol ile doğum sırasında oluşacak omuz distosisi ve makrozomi engellenebilmektedir.[18]

Epidural anestezi uygulanması doğum süresini uzatması nedeniyle brakial pleksus yaralanması açısından bir risk faktörü olabilmektedir; Ayrıca sezaryen doğum ile de brakial pleksus yaralanması konusunda çok az vaka bildirilmiştir. Yıllar içerisinde brakial pleksus yaralanmasının önlenmesi için sezaryen doğum tercih edilse de maliyet etkin değildir. Bu açıdan riskli grup tayini belirlenmesi çalışılmıştır. Yıllar içerisinde metabolik hastalıkların ve anne yaşının artması nedeniyle fetal makrozomide artış olması ve brakial pleksus vakalarında artış görülse de günümüzde antenatal bakımın artması ile tarihteki bu insidans artışına rağmen azalma sağlanabilmiştir.[24]

Retrospektif çalışmalardan farklı olarak omuz distosisinde daha düşük insidans ile karşılaşılırken, prospektif çalışmalarda normal doğumda %3-7 oranında omuz distosisi ile karşılaşmaktadır. Diğer taraftan risk faktörleri olmayan popülasyonda omuz distosisi ile karşılaşmaktadır. Bu oranın tüm omuz distosisilerinin yarısı olduğu görülmüştür. [18]

2.8 Brakial Pleksus Yaralanması Patofizyolojisi

Obstetrik brakial pleksus yaralanması fetal boyunun lateral fleksiyonda güç uygulanması ile oluşmaktadır. Doğumda omuz distosisiyle karşılaşmış vakalarda fetal başın lateral fleksiyonda güç uygulanması en büyük risk faktörüdür. Yaralanma

boyutu; güç miktarı, yön, hız ile ilişkilidir. Fetal başa uygulanan kuvveti minimize etmek ya da yapmamak yaralanma riskini minimize etmektedir. Zor doğum ile başedebilmek için medikal simülasyonlar en iyi eğitim araçları olmaktadır.[18]

Diğer bir yaralanma şeklide başın vertikal traksiyonudur. Daha sabit olan ve çevre yumuşak doku ile kemiğe tutunan kök seviyesi traksiyon ile yer değiştiren medulla spinalisten ayrılmaktadır Bu yaralanma modelinde sıklıkla kök avülsiyonları ve global paraliziler görülmektedir. [6]



Şekil 2.7:Omuz pozisyonunun doğum sırasında önemi[18]

Şekil 2.7’de sol oksiput posterior pozisyonundaki fetal baş pozisyonunda, sağ omuz önde gibi düşündürmektedir. Ama aslında sol omuz anteriorda ve 180 derece dönük durmaktadır. Bu durumda brakial pleksus yaralanmasının olabileceği unutulmamalıdır, aksi halde birçok klinisyen bu durumda başı dürme ve aksiyel traksiyon uygulayarak yaralanmaya neden olabilmektedir. Omuz pozisyonu müdahale etmeden önce mutlaka tespit edilmelidir. .[18]

2.9 Obstetrik Brakial Pleksus Yaralanmasının Doğal seyri

Obstetrik brakial pleksus yaralanması, sinirin traksiyona uğraması ile nöropraksiden aksonotmezise kadar değişken sinir yaralanmalarına neden olması nedeniyle birbirinden farklı klinik tablolar oluşabilmektedir.[26] Özellikle spontan iyileşmenin beklenmediği nörotmezis ve kök avülsiyonlarında ekstremitte fonksiyonlarında da iyileşme beklenmemektedir. İlerleyen dönemlerde nöronal devamlılığın olmaması kemik malformasyonlarını, kozmetik deformiteleri, davranış ve ruhsal problemleri beraberinde getirmekte; hastalar ve aileleri açısından sosyo-ekonomik kısıtlılıklar oluşturabilmektedir.[27-31]

İyileşme potansiyeli olmayan ağır yaralanmalarda mikrocerrahi yaklaşımlar gündeme gelmelidir. Özellikle biceps fonksiyonunun 3. ayda geri dönmemesi cerrahi eksplorasyon için en önemli nokta olarak görülmektedir. [32]

Diğer taraftan iyileşme potansiyeli bulunmayan bu hastaların tespiti, mikrocerrahi ve sonrasında gereken sekonder prosedürlerin yapılmasına imkan sağlaması açısından önemlidir. Doğal seyrin bilinmesi aynı zamanda hasta ve ailelerine prognoz hakkında bilgi verilebilmesi açısından da önem arz etmektedir.[33]

Hastaların biceps fonksiyonunun ilk 3 ay içerisinde dönmesi 12 ay içerisinde %87,8 spontan iyileşme sağlanabileceğini göstermiştir. Omuz abduksiyonu kazanmanın prognostik değeri olmadığı; dirsek fleksiyonuna ek olarak ekstansiyon, başparmak fonksiyonu ve parmak ekstansiyonlarının kombine değerlendirilmesi ile daha iyi prognostik tahmin yapılmaktadır. İyileşmenin görülmesi ile spontan iyileşme potansiyelinin %94,8'e çıktığı bildirilmiştir. [34] Biceps fonksiyonunun EMG ile değerlendirilmesi tartışmalı olsa da; prognozda önemli olduğunu savunan kaynaklar bulunmaktadır. [35]

Spontan iyileşme beklenen hastalarda dirsek fleksiyonu erken dönemde görülmektedir. Diğer taraftan global tutulum olan hastalarda 6. aydan sonra kas gücü M0-M1 olan hasta grubunda spontan iyileşme beklenmemektedir ve kötü fonksiyonel sonuçlar ile karşılaşılmalıdır. Diğer taraftan final sonuçların iyileştirilmesi için cerrahi eksplorasyon düşünülmelidir. Aynı zamanda pre-gangliyonik yaralanmaların iyileşme potansiyelleri açısından post-gangliyonik yaralanmalara göre daha kötü olduğu bildirilmiştir. [33, 36]

Literatür verilerinde hastaların değerlendirilmesinde spontan iyileşme olarak tariflenen hastaların da bir kısmında fonksiyonel sonuçları etkilemeyen veya hafif

etkileyen sekeller söz konusu olabilmektedir. Bu nedenle literatürde bu sekellerin göze alınmadığı serilerde spontan iyileşme ve sinirsel geri dönüşler yüksek oranlarda bildirilirken (%80-90), sekellerin değerlendirildiği serilerde spontan iyileşme daha düşük oranlarda bildirilmiştir (%50).

2.10 Brakiyal Pleksus Yaralanması Klinik Muayenesi ve Değerlendirilmesi

Brakiyal pleksus yaralanması doğumdan hemen sonra hekimler ve aile fertleri tarafından fark edilebilmektedir. Sıklıkla doğumdan hemen sonraki zamanda bir ortopedik cerraha yönlendirilebilmektedir.

İlk başvuru sırasında hikaye ve fizik muayene ayrıntılı bir şekilde yapılmalı, ailedeki anksiyetenin azaltılması için tedavi basamakları ve yaralanmanın prognozu ailenin anlayacağı şekilde açıklanmalıdır. Ailenin tedaviye uyumunu tahmin için kooperasyonu değerlendirilmeye çalışılmalıdır.

Hastalığın öyküsü, prenatal ve perinatal dönemi kapsamalı, annede ve ailede var olan hastalıklar ve kardeşlerde distosi ve brakiyal pleksus hasarı açısından kapsamlı olmalıdır. Ayrıca gebelik takibi, anne yaşı ve gebelik sayısı, gebelikteki kilo alımı, geçirilmiş p elvik veya uterin operasyonlar, doğum yeri, doğum şekli, personel bilgileri, doğum sırasında enstrüman kullanımı, doğum sonrası bebeğin APGAR skoru, hastanın doğum sırası ek yaralanmaları, doğum sırasında prezentasyon şekli, respitratuar problemler sorgulanmalıdır. Bebeğin doğum kilosu önemlidir.

Muayeneye inspeksiyon ile başlamalıdır, çünkü istirahat postürü yaralanma seviyesi hakkında bilgi verebilmektedir. Yeni doğan reflekslerinde asimeri(olmaması/azalması) araştırılmalıdır. Distosi ile eşlik eden yaralanmalar; sefal hematoma, saçlı deri kesileri, fasial sinir felci, anizokori, nazal septal dislokasyonları, humerus ve klavikula kırıkları olabilir.

Klavikula kırıkları %10-15 beraber görülebilmektedir. İyi prognoz ile eşlik etmektedir. Kötü prognoz ile ilişkili frenik sinir tutulumu, sempatik sinir tutulumu göstergesi Horner bulgusu pre-gangliyonik hasarı düşündürmektedir.

Brakiyal pleksus yaralanması olan bebeklerde muayene dikkatlice ve sık kontrol muayeneleriyle tekrarlanmalıdır ve dökümente edilmelidir. Çünkü

rejenerasyon hızıyla değişken klinikler ile karşılaşmakta ve uygun tedavi seçimi açısından bu durum önem arz etmektedir

Takip eden kontrollerde ekstremitedeki atrofi çap ölçümleriyle değerlendirilmeli, eklem aktif ve pasif hareketleri ölçülmelidir. Erken dönemde çocuklara da uygulanabilecek olan “kurabiye testi” ile özellikle biceps ve dirsek fleksiyonu değerlendirilebilir.

Yaralanma düzeyine göre ekstremitte postürü; Erb-Duchenne yaralanmasında “waiter’s tip” pozisyonunda omuz iç rotasyon, addüksiyonda, dirsek ekstansiyon ve pronasyonda, el bileği ve parmaklar fleksiyondadır. İç rotasyon kontraktürü ekstremitenin işlevini olumsuz etkilemektedir.

Klumpke tipi postür ise daha az görülmekte ve alt trunkus etkilenimi olan hastalarda görülmektedir. El bileği, el intrinsik kasları, parmak fleksörleri etkilenmiştir.

Total pleksus yaralanmaları olan hastalarda ise tüm ekstremitte motor ve duyu etkilenmiştir. Bu hastalarda da el parmak parmakları fleksiyon postüründe olabilmektedir.

OBPP’de eşlik eden yaralanmalar açısından dikkatli olunmalıdır. Klavikula humerus kırıkları ile karşılaşmaktadır. Kostaların değerlendirilmesi ilk muayene sırasında yapılmalıdır. Radyolojik değerlendirme ilk muayene sırasında yapılmalıdır. Çünkü klavikula ve humerus kırığı da benzer şekilde brakial pleksus yaralanması kliniğini taklit edebilmektedir

Ayrıca zor doğum hikayesinin olduğu serebral palsy gibi anoksik beyin hasarının da bu hasta grubunda topluma göre daha sık görüldüğü bildirilmiştir. Bu nedenle hastalarda klinik muayenelerin bu açıdan da geniş tutulması önerilmektedir. [37]

2.10.1 Motor Beceri Muayenesi

Küçük çocuklarda motor muayene, kooperasyon farkı olması nedeniyle erişkin muayeneden zordur. Motor muayene için çeşitli skorelama sistemleri geliştirilmiş ve bu skorelama sistemlerinin kullanılması takip muayenelerinde gelişmelerin değerlendirilmesi açısından önemlidir.

1995 yılında Clarke ve Curtis tarafından hareketi yer çekimi olmadan ve yerçekimine karşı olmak üzere toplam 8 basamakta değerlendirilen (AMS- aktif movement scale) aktif hareket skrolama sistemi yayımlanmıştır. Bu muayenede hareketler değerlendirilmekte ve kaslar tek başına değerlendirilmemektedir. Bu durum skrolama sistemindeki dezavantajdır.

Diğer taraftan kooperasyon gereksinimi azdır. Hastaların ilk olarak yer çekimi elimine edildikten sonra ve daha sonra yer çekimine karşı hareketleri değerlendirilmelidir. Skrolama için deneyim gereklidir. Fakat ameliyat öncesi ve sonrası değerlendirme ve izlem de literatürde geçerliliği olan bir yöntemdir.

Tablo 2.1. Aktif Hareket skalası

Aktif Hareket Skalası	
Gözlem	Derece
Yerçekimi olmadan	
Kasılma yok	0
Kasılma var ama hareket yok	1
Hareket arkı 1/2den az	2
Hareket arkı 1/2den fazla	3
Tam hareket genişliği	4
Yerçekimine karşı	
Hareket arkı 1/2den az	5
Hareket arkı 1/2den fazla	6
Tam hareket genişliği	7

Diğer bir sınıflama sistemi Mallet Fonksiyon sınıflamasıdır. 1972de Mallet tarafından tariflemiştir. 4 yaş üzeri hastalarda uygulanabilirliği ve takibinin değerlendirilmesi açısından dezavantajlıdır.

	Derece 2	Derece 3	Derece 4
Global abdüksiyon	 < 30°	 30°-90°	 >90°
Global dış rotasyon	 0°	 <20°	 >20°
Elini boynuna götürme	 İmkansız	 Zorlukla	 Easy
Elini sırtına götürme	 İmkansız	 S1	 Normal
Elini ağzına götürme	 Trompet bulgusu	 Kısmi trompet bulgusu	 <40 abdüksiyon

Şekil 2.8. Mallet sınıflaması [38]

Gilbert-Raimondi değerlendirme skalaları hastaların omuz abdüksiyonu, dirsek fleksiyonları-ekstansiyonu ve el değerlendirmesi için kullanılmakta olan skorlama sistemleridir.

Tablo 2.2. Gilbert omuz değerlendirme skalası[38]

Omuz fonksiyonu	Derece
“Flail” sallanan omuz	0
Abdüksiyon veya fleksiyon <45°; Aktif External rotasyon yok	1
Abdüksiyon <90°; nötrale kadar eksternal rotasyon	2
Abdüksiyon =90°; zayıf eksternal rotasyon	3
Abdüksiyon < 120° ;tam olmayan eksternal rotasyon	4
Abdüksiyon > 120° ;aktif eksternal rotasyon	5
Normal	6

Tablo 2.3. Gilbeert ve Raimondi Dirsek değerlendirme skalası [38]

Dirsek fonksiyonu	Skor
Fleksiyon :	
Kontraksiyon yok veya biraz	1
Tam olmayan fleksiyon	2
Tam fleksiyon	3
Ekstansiyon:	
Ekstansiyon yok	0
Zayıf ekstansiyon	1
İyi ekstansiyon	2
Ekstansiyon defisiti:	
0-30 °0	0
30-50 °-1	-1
>50 °-2	-2

Tablo 2.4. Raimondi el fonksiyonu değerlendirme skalası [38]

Tanımlama	Skor
Komplet paralizi, kullanımı olmayan hafif parmak fleksiyonu; kullanılamaz baş parmak- tutma hareketi yok; biraz duyu veya duyu yok	0
Kısıtlı aktif parmak fleksiyonu; parmak ekstansiyonu yok; başparmak lateral tutma hareketi mümkün	I
El bileği aktif fleksiyon, parmak pasif fleksiyonu (Tenodes), pasif baş parmak lateral tutma	II
Aktif tam el bileği ve parmak fleksiyonu, hareketli baş parmak ve baş parmak parsiyel abduksiyonu ve oposizyon; intrinsik denge; süpinasyon yok; palyatif cerrahi ile iyi ihtimaller	III
Aktif tam el bileği ve parmak fleksiyonu; aktif el bileği ekstansiyonu; parmak ekstansiyonu zayıf veya yok; baş parmak oposizyonu iyi; aktif ulnar intrinsikleri; parsiyel pro-süpinasyon	IV
IV El'e ek olarak parmak ekstansiyonu ve tama yakın pro-süpinasyon	V

2.10.2 Duyu Muayenesi

Yeni doğan döneminde duyu muayenesi sadece ağırlı uyarana cevap ile değerlendirilebilmektedir. İnce dokunma kaba dokunma vibrasyon duyularının bebeklerde tayini mümkün olmamaktadır. Narakas'ın tariflediği duyu muayenesi skalasında da ağırlı uyarın kullanılmaktadır

Al-Quattan, obstetrik brakial pleksus yaralanması olan hastalarda duyu kaybına bağlı kontakt yanık insidansını %4 olarak bildirmiştir. Yaralanmaların, yetersiz motor kontrol ve his kaybına bağlı oluşabileceği; aile ve hastaların bu konuda eğitilmeleri gerekliliği bildirilmiştir. [39]

Duyu kusurunun uzun dönem çalışmalarında motor fonksiyona göre daha az etkilenimi olduğu görülmekle beraber pleksus yaralanma derecesi ile ilişki bulunmamıştır. [40] Bu çalışmada el ve ön koldaki duyu kusurunun geç dönem obstetrik brakial pleksus için minör problem olduğu ve yazarlar duyuya yönelik rekonstrüksiyonların gerekmediği görüşündelerdir. Hasta raporlarında da motor problem daha çok problem olmakta iken duyu kaybı sıklıkla şikayet konusu olmamaktadır.

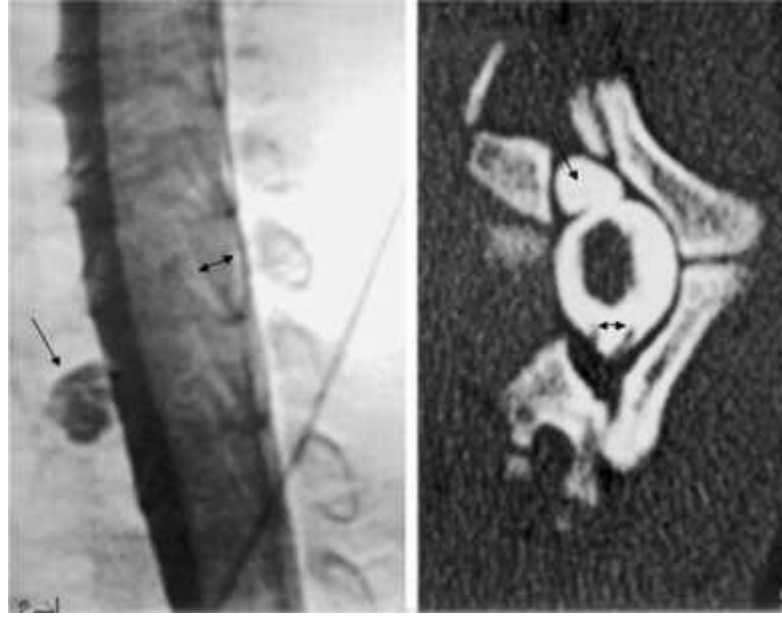
2.11 Obstetrik Brakial Pleksus Yaralanması: Ayırıcı Tanı

Obstetrik neden dışında ayırıcı tanıda; psedoparalizi, konjenital amiooplazi, konjenital varisella sendromu, diğer nöroanatomik seviyelerdeki nörolojik lezyonlar, radyasyon, travma, tümör infiltrasyonu, anevrizma ve kemik basıları (A.subklavia,TOS,hemanjioma) [6, 41], vaskülitler, ve brakial nörit düşünülmez. Ayırıcı tanıda servikal kostanın da nadiren olabileceği brakial pleksus basısına ve yaralanmasına neden olabileceği bildirilmiştir. [42]

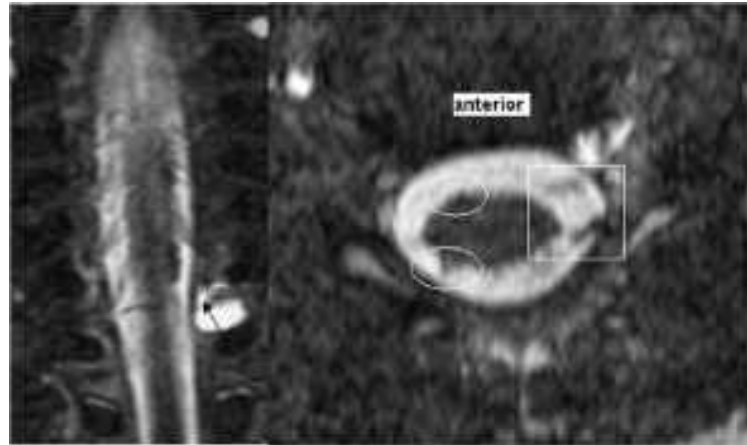
2.12 Radyolojik Değerlendirme Yöntemleri

Brakial pleksus yaralanması nedeniyle başvurmuş olan hastaların ilk başvurusunda tüm üst ekstremiteler, klavikula, her iki akciğerlerin de içeri alındığı vertebral ve kraniumun da değerlendirildiği tek yönlü bir “babygram” var olabilecek vertebra, kranium, klavikula yaralanmalarının ve diyafram paralizi bulgularının değerlendirilmesinde yardımcı olabilir.

Kök avülsiyonun tespiti için konvansiyonel myelografi kullanılsa da günümüzde BT myelografi ve daha sıklıkla MR görüntüleme kök avülsiyonun tespitini sağlayabilmektedir. Tanısal açıdan BT myelografi ve MR görüntülemede benzer sonuçlar bildirilse de tomografide radyasyon olması, MR görüntüleme için sıklıkla sedasyon veya genel anestezi gereksinimi nedeniyle dezavantajları bulunmaktadır.



Şekil 2.9. Brakiyal pleksus yaralanması olan 4 aylık infantın CT miyelografi ve konvansiyonel miyelografi görüntüleri (A) Konvansiyonel miyelogram-psödomeningosel (ok) içerisine kontrast dolumu ve kök gölgeleri gösterilmiştir. Etkilenmemiş bölge ön ve ark a kökler çift ok ile gösterilmiştir. (B) CT miyelografi kontrast dolumu görülen psödomeningosel ve kök gölgeleri (ok). Karşı tarafta sağlam kökler görülmektedir (çift ok)[43]



Şekil 2.10. Brakiyal pleksus yaralanması olan 4 aylık infanta ait 3 boyutlu rekonstrüksiyon yapılmış manyetik rezonans görüntüleri. Psödomeningosel ve içerisindeki ön kök avülsiyonu ok ile gösterilmiştir(Sol). Oval içerisinde posterior ve anterior kök avülsiyonları ve kare ile gösterilmiş sağlam olan etkilenmemiş taraf(Sağ). [43]

Brakial pleksus yaralanmalarında üst trunkus etkilenimi nedeniyle omuz iç rotasyon ve addüksiyonda olmaktadır. Bundan dolayı aynı asetabulum- femur ilişkisi gibi humerus başı ve glenoid infantil dönemde bu pozisyonlar remodelizasyona uğrayarak glenoid versiyonu değişimine, posterior çıkıklara ve glenoidde bikonkaviteye yol açmaktadır. Omuz patolojilerinin değerlendirilmesinde USG BT veya MR görüntüleme kullanılabilir.

Normal glenoid versiyonu -7 derece iken omuz iç rotasyon kontraktürüne bağlı retroversiyonun -17 derece olması ile instabilite gelişmektedir. [44]

2.13 Brakial Pleksus Yaralanmasında EMG'nin yeri

Elektrofizyolojik çalışmalar kas ve sinir fizyolojisinin etkilenmesi sonucunda oluşan patolojilerin ortaya konmasında kullanışlıdır. EMG lokalizasyonu tahmin etmede kullanışlı olsa da sinir ileti çalışmaları ile motor fonksiyonlar ile korelasyon sağlanmaması, rein nervasyon bulgularını olmasının kliniğe tam yansımaması nedeniyle kullanımı kısıtlanmıştır.

Özellikle klinik ile uyumsuz reinnervasyon olarak yorumlanmış bir, EMG raporu primer cerrahiye geciktirebilmektedir.[45]

2.14 Obsterik Brakial Pleksus Yaralanmasında Sınıflaması

Narakas tarafından 1987 yılında hastalık, ilk defa hastaların etkilenmiş olan sinir seviyesine göre sınıflanmıştır. Narakas sınıflamasına göre C5-C6 tutulumu Tip 1 yaralanmadır ve Erb-Duchenne'in tariflediği hasta grubudur. Tipik postür ile en sık karşılaşılan ve erken haftalarda sıklıkla spontan iyileşmenin görüldüğü formdur. Tip 2 yaralanma ise Narakas tip 1 e göre daha kötü prognozlu olan yaralanmadır. Erken dönemde genellikle omuz fonksiyonun kazanılmayacağı ve dirsek ve el bilek fonksiyonlarının kısmen döneceği tahmin edilen formdur. C5 ve C6ya ek olarak C7'nin etkilendiği Tip 2 Narakas tüm pleksusun etkilendiği Tip3 Narakas'a göre daha iyi prognozludur. C5-T1 etkilenimi olan bu tipte; hastalarda sempatik sinirlerin etkilenmediği görülmektedir ve bu bulgu ile tip 4 Narakas'tan ayrılmaktadır.

Tablo 2.5. Narakas sınıflaması ve spontan iyileşme yüzdeleri[38, 46]

Grup	Etkilenmiş kökler	Spontaniyileşme
I	C5,C6	%90
IIa	C5,C6,C7 el bileği ekstansiyonu (+)	%65
IIb	C5,C6,C7 el bileği ekstansiyonu (-)	
III	C5,C6,C7,C8,T1	<%50
IV	C5,C6,C7,C8,T1 (+) Horner sendromu	%0

2009 yılında Al-Qattan sınıflamaya el bileği ekstansiyonunun yetersizliğinin 2 aydan sonra da devam edip etmemesi açısından Tip 2 Narakas'ı ekstansiyonun iyileştiği grupta prognozun daha iyi olduğunu görmesi üzerine hastaları Tip 2a olarak gruplamıştır. Tip 2b Narakas ise “Extended Erb” olarak tariflenmiştir. Toplam 581 hasta üzerinde yaptığı bu çalışmada el bileği fonksiyonun dönmediği Tip 2 Narakas grubundaki hastaları dönen gruptan ayırarak prognoz tayini için Tip 2b Narakas olarak sınıflamıştır.

2.15 Obsterik Brakiyal Pleksus Yaralanmasında Oluşan Sekeller

Brakiyal pleksus yaralanmaları sıklıkla spontan iyileşme gösteren nöropraksiden, iyileşme postansiyelinin olmadığı kök avülsiyonuna kadar değişken şekilde olabilmektedir. Dirsek ve ön kol kasları servikal 5. ve 6. köklerden daha çok innerve olması nedeniyle Erb paralizinde dirsek fleksörleri ve ön kol süpinasyonu bu hastalarda zayıflamakta; iyileşmenin yetersiz olduğu hastalarda süpinasyonda ve dirsek fleksiyonunda yetersizlikler görülmektedir. Yedinci servikal kökü de etkilenmiş olduğu hastalarda, el bileği ekstansörleri de etkilenmiştir; brakioradialis, ekstansör carpi radialis brevis ve longus kasları fonksiyon göstermemektedir. Tüm kökler C5-T1 etkilenimi olan hastalarda ise tüm kasların etkilendiği sallanan “flail” ekstremiteler ile karşılaşmaktadır.[47]

Yaralanma derecesi, hastanın yaşı, reinnervasyon ve kasların iyileşme derecesine göre farklı şekilde deformiteler ile karşılaşılabilir. Ayrıca iyileşmenin aberran olması ile olması gerekenden farklı kaslara reinnervasyonlar görülebilmekte ve ko-kontraksiyon oluşumuna neden olmaktadır. Deformite

oluşumundan sonra bu hastalarda sinir cerrahileri artık mümkün olmamaktadır. Çünkü denervasyon ve nöromüsküler kavşak dejnerasyonları oluşmuştur. [48]

Sık görülen deformiteleri sıralayacak olursak; ekstremitelerde kısılıklar, dirsek fleksiyon kontraktürleri, önkol rotasyon kontraktürleri, ulnar deviasyon kontraktürleri, farklı tiplerde görülen parmak deformiteleridir. [47, 49-52]

Bu hastalarda, tendon gevşetme ve tendon transferleri, kontraktür açılması gibi yumuşak doku cerrahilerinden düzeltici osteotomilere kadar, eklem füzyonlarından serbest kas transferlerine kadar rekonstrüktif cerrahiler yapılmaktadır.

Dirsek eklemi: Fleksiyon kontraktürü brakial pleksus hastalarında % 62 ye varan oranlarda bildirilmiştir. Ekstansiyon zayıflığı ve fleksiyon zayıflığı değişken oranlarda bildirilmiş olmakla beraber nadiren proksimal ulna ve radius başı çıkıklarıyla karşılaşılabilir. [47, 49-52]

Patogeneizde karşılanmamış fleksiyonun (biceps ve brakialis kasına karşı triceps yetmezliği) uzun dönem sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır. Aynı zamanda biceps fonksiyonu fazla olması süpinasyon deformitesinin oluşmasına neden olmaktadır.

Önkol: Süpinasyon deformitesi daha sık görülmekle beraber pronasyon deformitesi de brakial pleksus yaralanması olan hastalarda bildirilmiştir. [47, 49-52]

Zankoli'ni serisinde süpinasyon %69, pronasyon deformitesi %28 oranında görülmüştür. Rotasyon deformiteleri; pronator ve süpinatör kaslardaki imbalans nedeniyle karşımıza çıkmaktadır. [48]

Hastalığın erken dönemlerinde bu pasif deformiteler, pasif kuvvetler ile düzeltilebilirken; ilerleyen yaşlarda interosseöz membrandaki sertleşme ile sabit deformite oluşmaktadır. İnterosseöz membrandaki bu kontraktür kemiklerde deformitelere distal ulna volar çıkıklarına ve radius başı çıkıklarına yol açabilmektedir.

Pronasyon kontraktürü de pronator kuvvetlerin fazlalığına bağlı oluşmaktadır ve dorsal distal ulna çıkıkları ve radius başı posterior çıkıklarına neden olmaktadır. [47, 49-52]

Bu hastalardaki deformite; perine bakımı, obje taşıma, kıyafetlerini ilikleme gibi bir takım fonksiyonların yerine getirilmesini engellemektedir. [47, 49-52]

Brakial pleksus yaralanması olan hastaların özellikle omuz fleksiyonunda ve iç rotasyonunda, dirsek fleksiyon ve ekstansiyonunda ve önkolun süpinasyonunda kısıtlılıklar; sağlık ilişkili yaşam kalitesi ölçeklerinde sağlıklı bireylere göre daha düşük skorlara neden olmaktadır. Bu hasta grubuna yönelik tedavi veren klinisyenlerin yaşam kalitesini arttırmak için bu durumu göz önünde bulundurması önemlidir.[27]

2.16 Obsterik Brakial Pleksus Yaralanmasında Tedaviler

Brakial pleksus yaralanması ekstremité için belki de en ağır yaralanmadır. İyi fonksiyonel sonuçlar ve memnuniyet için erken tanı ve etkin tedavi gereksinimi vardır. Etkin tedavi için birbiri ile yarışan değil, birbirlerini tamamlayan multidisipliner tedavi gereksinimi olan bu hasta grubunda; fizik tedavi, sinir cerrahileri ve sekellere yönelik sekonder tedaviler yapılmalıdır. Çünkü farklı kaynaklarda farklı belirteçlerle yapılan değerlendirilmelerde sekellerin farklı yüzdelerde olduğu bildirilse de; primer cerrahiler yapılmış olsa da sekeller kalmaktadır. Bu hastalarda konservatif tedaviler ve sekonder cerrahiler ile fonksiyonel kazanımlar sağlanabilmektedir.

Brakial pleksus yaralanması tanısı ile erken dönemde konservatif tedaviye başlanması omuz dirsek ve el bileğinde ileri dönemde gelişebilecek çıkık ve kontraktürlerin engellenmesi açısından önemlidir. [53]

“Omuz koruyucu yeniden pozisyonlama programı” olarak adlandırılmış 4 yıllık deneyimin sonuçlarını yayımlandığı bir yayında özellikle omuz dış rotasyon ve dirsek süpinasyonu zayıf olan hastalarda gelişebilecek kontraktürlerin engellenmesi ve ileri dönemde oluşabilecek glenohumeral eklem displazisi ve çıkıkların önlenmesi için “sup -ER” splinti önerilmektedir. Bu hastaların daha önce tedavi edilmemiş hastalar ile karşılaştırıldıklarında omuz dış rotasyonunun aktif hareket skalasında (AMS) 1.18 puan daha fazla olduğu görülmüştür [53]

Yine brakial pleksus yaralanması olan hastalarda etkilenmemiş taraf ekstremitéye göre kısalık bildirilmiştir. Bu durum etkilenmiş olan taraf fonksiyonel olsa da olmasa da geçerlidir. Fakat bu kısalık fonksiyonel sonuçlara etki etmemektedir. Polio hastalarına benzer mekani zımlar ile kemiklerdeki gelişim ve

biyomekanik kuvvetlerin kaybı ve nöral stimülasyonun olmaması gibi trofik faktörlerin kaybı kısıklık oluşmasında suçlanan faktörlerdir. [54, 55]

Omuz iç rotasyon, addüksiyon kontraktüründe, dirsek fleksiyon kontraktürü ve triceps ve biceps ko-kontraksiyonu olan hastalarda ve pronasyon kontraktüründe Botulinum toksin-A kullanılmaktadır. Ayrıca kontraktürler için seri alçılama ile kazanım sağlanabilmekte, yeterli olmayan vakalarda cerrahi artroliz ve kapsülotomiler kullanılmaktadır. [56, 57]

Botulinum toksin-A kontraktürlerin azalmasında, germe ve pasif eklem hareket açıklığının artırılmasında katkı sağlamaktadır. Çalışmalarda kas kontraktürlerin oluşumun engellenmesi açısından, asetilkolin reseptörlerinin inhibisyonunun etkili olduğu gösterilmiştir. Fakat bu durumun geçici etki ile olduğu enjeksiyonları takiben germe egzersizleri yapılması gerektiği vurgulanmıştır. [58]

Doğal prognoz ile benzer şekilde bu çeşitli tedavilerden en çok fayda gören hasta popülasyonu sadece üst trunkus lezyonu olanlardır. Diğer orta ve alt trunkus etkilenimi olan hastalarda prognoz daha kötüdür.[59]

Brakiyal pleksus yaralanmasındaki fizik tedavi amaçlarını sıralayacak olursak;

- Kontraktürlerin engellenmesi
- Pediatrik gruptaki hastalarda farkındalığının arttırılması
- Kas gücü artışı sağlanması
- Çocuğun normal gelişmesine yardım etme ve germe egzersizleri ile pasif eklem hareket açıklığının korunabilmesi [52, 60, 61]

2.16.1 Mikrocerrahi

Brakiyal pleksus tedavisinde yıllar içinde birbirinden farklı yaklaşımlar uygulanmıştır. Merkezler arası farklılıklar, farklı oluşturulan algoritmalar nedeniyle brakiyal pleksus cerrahisinde hasta seçimi kafa karıştırıcıdır.

Yeni doğan döneminde özellikle varolan bir fikir birliği ilk 3 ay içerisinde biceps fonksiyonunun dönmemesi cerrahi endikasyon olmakla beraber bicepsin tam dönmediği, EMG’de re-innervasyonun gösterildiği hasta grubu için de farklı yaklaşımlar uygulanmaktadır. Sadece biceps değil el bileği, omuz abdüksiyonu ve

dirsek ekstansiyonunun da değerlendirilmeye katıldığı yaklaşımlar da bulunmaktadır. Eski yayınlarda %8 oranında primer cerrahi endikasyonu olan hasta çıkarımı yapılsa da; günümüzde nöroma ile iyileşme gösteren sinirlerin de primer cerrahi sonrasında daha iyi olabileceğini savunan ve bu hastaların iyi fonksiyonel sonuçlarının yayınlandığı hasta serileri mevcuttur.[62-65]

Bunlara ek olarak erken dönemde primer cerrahinin yapılması, tedavinin hastalığın doğal seyrine göre de daha iyi sonuçlanabileceğini savunan çalışmalar da mevcuttur. Primer cerrahide nöroma eksizyonu ve sinir greftleriyle onarım günümüzde altın standart kabul edilmektedir. Cerrahinin erken dönemde yapılmasının brakial pleksus yaralanması olan bebeklerde fonksiyonel sonuçlar açısından daha iyi olduğu bildirilmiştir. [62]

Özellikle son 45 yıl içerisinde brakial pleksus cerrahisi stratejisi; ekipman, tekniklerdeki gelişme, teknolojiye gelişmeler ve anatominin daha iyi anlaşılması ile gelişmeye devam etmektedir.

Sinir cerrahisi nöroliz, sinir onarımı, sinir greftleme, sinir transferlerini içermektedir. Ayrıca sinir cerrahisindeki gelişmeler, fonksiyonel sinir-kas üniteleri transferi seçenekleriyle sekonder rekonstrüksiyonlarda da iyi sonuçlar sağlamaktadır. Eksplorasyon sırasında spinal kord uyarı potansiyelleri ve somatosensoriyel uyarı potansiyellerinin kayıt altına alınması yaralanma seviyesi belirlenmesinde kullanılabilir. Sinir transferleri pleksus içi veya dışında ve karşı taraf C7 sinir transferlerini içermektedir.[66-69] İnterkostal sinir, spinal aksesuar sinirler sinir transferlerinde kullanılmış ve başarılı sonuçlar elde edilebilmiştir. [70-73]

1992 yılında ilk defa hayvan çalışmasıyla karşımıza çıkan karşı taraf C7 transferi ile brakial pleksus rekonstrüksiyonu özellikle son dekatta ivme kazanmış ve retrofaringeal endoskopik veya robot yardımcı teknikler ile başarılı ve güvenli yöntemler geliştirilmiştir.[74, 75]

2.16.2 Sekonder Tedaviler

Brakial pleksus yaralanması olan bebekler, ister primer cerrahi yapılsın ister yapılmasın geç dönemde oluşan kontraktürler ve deformiteler nedeniyle %30'u aşan oranlarda ikincil problemler ile karşı karşıya kalmaktadır. Sinirlerin reinnervasyonun süresinin zaman alması deformite oluşumuna zemin hazırlamaktadır. Ayrıca sinirlerin

iyileşmesinde oluşan aberan yolaklar, karşılanmamış güçlerin ve kas imbalansının oluşmasına zemin hazırlayan diğer bir faktördür. [76]

İlerleyici deformiteler, fizik tedavi ile başarılı olunamaması, eklem subluksasyon ve dislokasyonları ile karşılaşılan vakalarda cerrahi geciktirilmemelidir. Yapılacak girişimler kontraktürlerin gevşetilmesi, eklemlerin redüksiyonu, oluşan kas imbalansının tendon transferleri ile nötralize edilmesidir. Kalıcı deformitelere de osteotomiler olabilir. Oluşan deformitenin doğru analizi, hareket kısıtlılığının tespiti ve uygun zaman başarının temelinde yatmaktadır. [50, 55, 77-79]

Brakial pleksus yaralanması olan hastalarda yapılan sekonder cerrahi girişimler için birçok teknik geliştirilmiş ve bunların bir kısmı kombine olarak yapılmaktadır. Özellikle omuz çevresinde iç rotasyon ve abduksiyon deformitesi erken dönemde posterior subluksasyon ve çıkıklara zemin hazırlamaktadır. Redüksiyonu temin edilmesi ve iç rotasyon kusurunun düzeltilmesi, subskapular kasının gevşetilmesi için birçok teknik yayınlanmıştır. Daha ileri yaşlarda artroskopik gevşetme veya humerus derotasyonu ile düzeltilmesi işlemleri yapılabilmektedir. Bu teknikler hastalığın düzeyi, hasta yaşı ve beklentiler açısından özelleştirilmelidir. [23, 55, 79-84] Ayrıca glenohumeral eklem artrozu nedeniyle ağrısı olan hastalarda artrodez ile ağrı palyasyonu sağlanabilmektedir.

Brakial pleksus yaralanması olan hastalarda en çok etkilenim omuz eklemi ve omuz çevresi kaslarda görülür. Bu hastalarda etkilenen taraf glenoid versiyonunda azalma görülmekle beraber humerus başının gelişiminde gecikme, iç rotasyon kontraktürüne sekonder posterior translasyon ve çıkıklar görülmektedir. Glenoid versiyon ve çıkıkla ilgili sınıflamalar ve çalışmalarda mevcuttur. Brakial pleksus yaralanması olan hastaların bu açıdan sıkı değerlendirilmesi ileri dönem omuz fonksiyonunun sağlanabilmesi açısından elzemdir.[85]

Hastalarda oluşan glenoid displazilerinin doğru analiziyle uygulanacak olan tedavilerin ve cerrahi sonrası prognoz tahmini etkin şekilde yapılabilir[85-89]. Örneğin minimal displazi olan (Waters tip 1) olan hastaların tedavisinde latissimus dorsi ve teres major tendonlarının rotator manşete transferiyle kas imbalansının düzeltilmesi yapılabilir. Orta düzeyde (Waters tip 2 -3) displazilerde eşlik eden subluksasyon ve çıkıkların tedavisinde açık/artroskopik redüksiyonun da yapılan

transferlere eklenmesi gerekmekte ve iç rotasyon kontraktürünün daha fazla olduğu bu hasta grubunda subskapular kasın ve pektoralis major kasın uzatılması düşünülmelidir. Daha ağır displazinin eşlik ettiği (Waters tip IV-V) humerusun redüksiyonun mümkün olmadığı bu hasta grubunda; humerus ostetotomileri ile eklem artrozunun olmadığı hastalarda , “Glenoplasti” olarak da adlandırılan glenoid anteversiyonu düzeltici ostetotomiler ile fayda sağlanabilir. [85-91]

Gelişen deformiteler reinnervasyon potansiyeli olan ve olmayan sinirler açısından farklılık gösterdiği için hastadan hastaya farklı deformiteler ile karşılaşılacaktır. Bu neden le üst ekstremitenin fonksiyonel uzaysal alanda tutulması günlük işlerin yapılması ve öz bakımın yapılabilmesine olanak sağlamaktadır. El intrinsikleri çalışan hastalarda dirsek fleksiyonu 30-60 derece fonksiyonel sonuçları en iyi eklem hareket açıklığıdır. Ayrıca elin nötral veya haf if pronasyonda olması elin daha fonksiyonel kullanılmasını sağlamaktadır. Bu nedenden dolayı dirsek fleksiyon kontraktürünün fazla olması pronasyon ve süpinasyon kontraktürlerinin olması elin işlevini etkilemektedir.

Brakiyal plexus yaralanmalarında el ve önkol problemleri orta ve alt trunkus etkilenebilen hastalarda görülmekle birlikte hastalığın doğası nedeniyle problemler hastanın yaşı ile de ilişkilidir.[76, 92, 93] El fonksiyonlarının en üst düzeyde tutulmasının ancak sinir rekonstrüksiyonlarının erken dönemde yapılması ile sağlandığı gösterilmiş ve sekonder prosedürler geç başvuru nedeniyle ve mikrocerrahi ile elde edilememiş olan hastalar için uygun prosedürlerdir.[50] Hastalar için optimal cerrahi yaşı dirsek ve önkol için 4-6 yaş; el bileği için 6-

13 yaş arasındır. Bu hasta grubunda başarı en çok; hastanın ve ailenin koopere olduğu ve etkin fizik tedavi yapabilecek olan gruptur.[93] Total paralizisi olan hasta grubunda da tahmin edilebildiği gibi başarı şansı daha düşük olmakla beraber serbest fonksiyonel kas transferleri bu hasta grubunda uygulanabilir. [67, 94, 95]

Son olarak, kanıta dayalı yaklaşım ile ilk olarak spontan iyileşmenin olmayacağı düşünülen hastalarda, primer cerrahi ile sinir onarımları ve sinir transferleri; sonrasında fonksiyonel sonuçların arttırılması için sekonder cerrahiler ile tedavi şeklinde sıralama yapılabilir. En iyi sonuçlar multidisipliner yaklaşım ile olmaktadır. [70, 96]

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmada, Hacettepe Üniversitesi Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'na başvurmuş brakiyal plevsus yaralanması nedeniyle Ocak 2010 – Mayıs 2017 tarihleri arasında takipli ve yeni başvuran hastalar değerlendirmeye alınmıştır. Ortopedi ve Travm atoloji Polikliniğinde değerlendirildikten sonra pronasyon kontraktürü tespit edilen hastalar çalışmaya dahil edilmiştir. Bilateral olgular, travmatik nedenli olgular, brakiyal plevsus yaralanması olan hastalar, takip sırasında sonuçlara etki edebilmesi nedeniyle aynı taraf travma hikayesi olan hastalar, cerrahi gereksinimi olmayan tam olmayan ve spontan iyileşme gösteren hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir. Aynı zamanda takip kaybı yaşanan arşiv bilgileri olmayan hastalar ve hasta hikayesi, cerrahi, arşiv ile uyuşmayan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir. Ayrıca çalışmaya hastaların katılmasının aile tarafından kabul edilmediği hastalarda çalışmaya dahil edilmemiştir. Çalışmaya gönüllü olan hastalardan onay alınmıştır.

Dahil edilme kriterleri:

- Obstetrik brakiyal plevsus yaralanması
- Primer ve sekonder cerrahi geçirmiş olması
- Pronasyon kontraktürü tespit edilmesi
- Tek taraflı OBPP tanısı almış olması
- Etkilenen taraf travma hikayesi olmaması
- Travmatik brakiyal plevsus hasarı olmaması

Çalışmadaki hastaların preoperatif değerlendirilmesi sırasında pronasyon kontraktürü tespit edilen hastalar Raimondi El Skoru ve dirsek pronasyon-süpinasyon eklem hareket açıklığı açısından değerlendirilmiştir. Ayrıca hareket kısıtlılığı yaratabilecek kemik blok radyolojik olarak değerlendirilmiştir. (Radius başı çıkığı, ön kol deformitesi). Yapılan fizik muayeneye ek olarak hastaların demografik bilgileri (yaş, cinsiyet, doğum kilosu, etkilenen taraf, anne yaşı, anne gebelik sayısı ve kardeş bilgileri) kayıt altına alınmıştır.

Hastalıkla ilişki olan arşiv bilgisi varsa değerlendirme amaçlı EMG sonuçları, Narakas düzeyi, doğum sırasındaki ek yaralanmaları, çoğul gebelik

durumu, aile hikayesi, gebelik sırasındaki anne metabolik hastalık durumu hikayede sorgulanmıştır.

Preoperatif fizik muayene Hacettepe Hastanesi Arşivi bilgileri ve Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi Yüksekokul El Cerrahisi Bilim Dalı Arşiv bilgilerinden elde edilmiştir. Fizik muayene bilgilerinden dirsek, el bileği eklem hareket açıklıkları, Raimondi -Gilbert dirsek skoru ve Raimondi El fonksiyon değerlendirme skorları tespit edilmiştir.

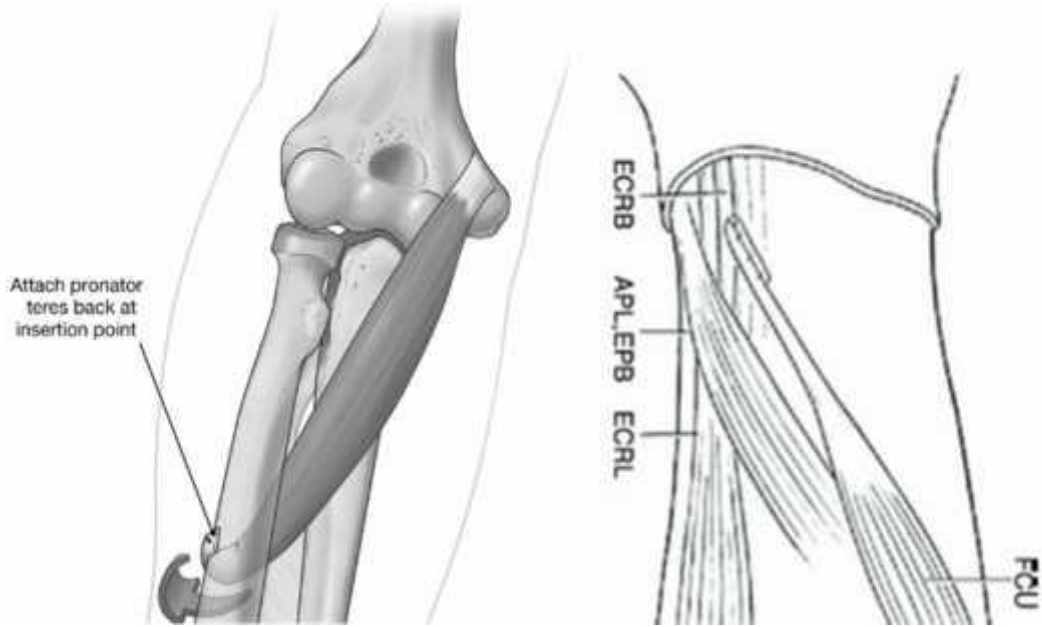
Cerrahi yaşı, yapılan cerrahi tipi, postoperatif dönem sırasında yapılan immobilizasyon süresi arşiv bilgilerinden elde edilmiştir. Ayrıca yapılan fizik muayene ile eklem hareket açıklığı, kayıt altına alınmıştır. Postoperatif dönem Raimondi el skoru hesaplanmıştır. Hastaların etkilenmiş taraf üst ekstremité özrü'nün değerlendirilmesi için DASH-T anketi ve hastaların genel sağlık taraması açısından SF-36 sorgulama ölçekleri uygulanmıştır.

Postoperatif dönemde kontrol amaçlı çekilmiş PACS arşivinde kayıtlı dirsek iki yönlü grafipleri, postoperatif radius başı çıkığı/subluksasyonu açısından değerlendirilmiştir. Postoperatif dönem kontrol muayenesine gelmeyen ve filmleri uygun pozisyonlarda çekilmemiş olan hastaların radyografik değerlendirmesi yapılamamıştır.

Hastalar, Pronator Teres(PT) rerouting yapılmış ve Fleksör Karpi Ulnaris'in Ekstansör Karpi Ulnaris Brevis'e transferi (FCU-ECRB) yapılmış popülasyon olarak iki ana grupta incelenmiştir. Hastaların dağılım ve demografik bilgileri açısından dağılımları gösterilmiştir. (Şekil Dağılım-demografik)

PT rerouting yapılan hastalardaki cerrahi protokol: Önkol anterior radial bölgede pronator teres kemik ile yapışma yeri izdüşümünden zigzag veya düz longitudinal insizyon ile cilt ve cilt altı geçilmiştir. Brachioradial kas ve Ekstansör Karpi Radial kas arasındaki interval çalışılmak üzere geliştirilmiştir. Radius üzerindeki oblik pronator teresin m. musk. tendinöz lifleri görülmüştür. Keskin diseksiyon ile kemik üzerinden bir miktar periost ile beraber kaldırılmıştır. Pronator kas proksimal önkola doğru mobilize edilerek ekskürsiyon kazanılmıştır. İnterosseöz membran gevşetilerek maksimum pasif süpinasyon elde edilmiştir. Ardından gevşetilen interosseöz membran içerisinden posterior ve radius lateralinden kas geçirilmiştir.

Kaldırılan bölgedeki eski yerine tekrar kemik çapaları ile transfer tamamlanmıştır. Katlar anatomik kapatılmıştır.



Şekil 3.1 Yapılan prosedürlerin çizimi[97]

FCU-ECRB transferi yapılan hastalardaki cerrahi protokol: El bileği volar ulnar bölgeden yapılan longitudinal insiyon ile cilt ve cilt altı geçilmiştir. FCU priformise yapıştığı insersiyosundan kaldırılmıştır. Künt diseksiyon önkol proksimaline doğru ekskürsiyon kazanılmıştır. Takiben dorsal radial tarafta ECRB kası iz düşümünden ayrı bir insizyon ile cilt cilti geçilerek ECRB eksplere edilmiştir. Cilt altından ulna dorsalinden tünel hazırlanarak ECRB kasına yönlendirilmiştir. FCU tendonu pulvertaft yöntemi ile transferi yapılmıştır. Her iki insizyon katları anatomik kapatılmıştır.

Cerrahi her iki yöntem de genel anestezi altında supin pozisyonda gerçekleştirilmiştir. Cerrahi işlemler turnike altında tamamlandıktan sonra kanama kontrolü cerrahi kapama tamamlanmadan gerçekleştirilmiştir. Her iki hasta grubuna da postoperatif dönemde 4 -6 haftalık uzun kol atel ile immobilizasyon uygulanmıştır. Postoperatif immobilizasyon süresi tamamlandıktan sonra fizik tedavi alması konusunda yönlendirilmiştir. Hastalar erken dönemde aktif ROM egzersizleri ve takibinde güçlendirme egzersizleri için FTR programına yönlendirilmiş.

Elde edilen verilerin analizinde SPSS 23.0 istatistik programı kullanılmıştır. Gruplar arasındaki karşılaştırma veri özelliklerine (parametrik, non-parametrik) göre, Mann-Whitney

Test'i, Fisher's Exact Test'i ile yapılmıştır. Çalışmadaki grupların dağılımının demografik açıdan farklı olmadığı görülmüş, çalışma sonuçlarının istatistiksel analizi yapılmıştır. Gruplar arasındaki eklem hareket açıklığı kazanımları, preoperatif ve postoperatif eklem hareket açıklığı farkı alınarak yapılmış ve gruplar arası kazanım farkları Mann-Whitney Testi ile analiz edilmiştir.

Postoperatif dönem DASH skorlarının karşılaştırılması, tespit edilen özür oranlarının Mann-Whitney Testi ile analizi yapılmıştır. Yine benzer şekilde SF-36 sorgulama anketi ile incelenen fiziksel fonksiyonlar, fiziksel rol güçlüğü, emosyonel rol güçlüğü, enerji canlılık ruhsal sağlık, sosyal işlevsellik ağrı ve genel sağlık algısı Mann-Whitney Testi ile analiz edilmiştir. Radyo- kapitellar subluksasyon ve çıkık değerlendirilmesi de varlığın değerlendirilmesi açısından Fisher's Exact Testi uygulanmıştır. Uygulanan tüm testlerde $p < 0.05$ anlamlılık düzeyi esas alınmıştır. Narakas değerlerine SF-36 ve DASH değerlerinin istatistiksel olarak farklılık gösterip göstermediği parametrik olmayan testlerden bağımsız çoklu gruplar için olan Kruskal Wallis Test ile analiz edildi. Farklılıkların Narakas tiplerine göre göstermek amacıyla Mann Whitney Test ile gruplar ikiye ayrılarak karşılaştırıldı.

4. SONUÇLAR

Ocak 2010 – Mayıs 2017 518 brakial pleksus tanısı ile takip edilen ve cerrahi olmuş hastaya ulaşıldı. Hastaların 59'una pronasyon deformitesi nedeniyle PT rerouting ve FCU- ECRB transferi yapıldığı tespit edildi. Toplamda cerrahi geçirmiş hastaların %11'i nin pronasyon deformitesine yönelik cerrahi geçirdiği tespit edildi. Hastaların % 70'inin etkilenmiş ekstremitesinin sağ olduğu görüldü. Her iki grupta hastaların demografik verileri nin değerlendirilmesinde, hastanın doğum kilosu, anne gebelik sayısı, anne yaşı, anne ek hastalığı, ve etkilenen tarafı açısından fark olmadığı saptanmıştır

Tablo 4.1. Grupların demografik özellikleri ve dağılımı

		FCU-ECRB (Ortalama±SD)	PT rerouting (Ortalama±SD)	p
Doğum kilosu (gr)		4254±824	4298±619	0.485
Anne gebelik sayısı		3,20±2.62	2,95±1.25	0.600
Annenin doğum yaptığı yaş		29,58±4.96	28,53±4.45	0.542
Ameliyat olunan yaş (ay)		56,72±32.94	78,72±42.53	0.073
Mann-Whitney Test.				
		PT rerouting Sayı (%)	FCU-ECRB Sayı (%)	p
Etkilenen taraf	Sağ	23(69,7)	12(70,6)	1.000
	Sol	10(30,3)	5(29,4)	
Anne ek hastalık	Yok	25(75,8)	13(76,5)	1.000
	Var	8(24,2)	4(23,5)	
Fisher's Exact Test				

Her iki grubun anne ek hastalık ve etkilenen taraf açısından homojen dağıldığı tespit edilmiştir. Ameliyat sırasındaki yaş açısından, PT rerouting yapılan hasta grubu daha büyük görülsede istatistiksel olarak bir fark saptanmamıştır.

Tablo 4.2. Hastaların Narakas sınıflamasına göre dağılımı

		PT rerouting	FCU-ECRB	p
		Sayı (%)	Sayı (%)	
NARAKAS	4	4(12,5)	7(41,2)	0.059
	3	9(28,1)	6(35,3)	
	2b	7(21,9)	2(11,8)	
	2a	12(37,5)	2(11,8)	

DASH, Fiziksel fonksiyon, Fiziksel rol güçlüğü, Emosyonel rol güçlüğü ve Ağrı değerlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($p<0.005$) olduğu belirlenince hangi iki grup ya da grupların farklılığa neden olduğunu belirlemek amacıyla Mann Whitney Test ile gruplar ikiyeşerli olarak karşılaştırıldı. Buna göre p değerleri ve anlamlı fark olup olmadığı belirtilmiştir. (Bkz.Tablo 4.3)

Tablo 4.3. Narakas değerlerine göre farklılık SF-36 farklılık analizi

	NARAKAS				p
	4	3	2b	2a	
DASH	59,89±15,70	33,22±12,89	16,09±16,99	15,15±9,96	0.000*
Fiziksel fonksiyon	81,0±9,07	81,67±8,29	89,17±10,68	91,11±11,93	0.009*
Fiziksel rol güçlüğü	47,5±24,86	38,89±28,26	58,33±37,64	86,11±18,16	0.008*
Emosyonel rol güçlüğü	80,0±28,11	37,04±30,93	55,56±27,22	77,78±28,87	0.020*
Enerji canlılık	79,5±13,22	82,22±16,60	90,0±12,65	95,0±4,33	0.061
Ruhsal sağlık	78,80±12,37	83,11±12,61	87,33±11,71	90,67±15,36	0.096
Sosyal işlevsellik	79,75±20,15	71,94±15,80	89,17±16,78	91,39±10,61	0.111
Ağrı	93,5±10,49	94,17±7,91	100±0	100±0	0.048*
Genel sağlık algısı	78,50±17,00	73,33±14,14	85,33±13,19	87,22±17,34	0.158

Kruskal Wallis Test, * $p<0.05$ (istatistiksel olarak anlamlı farklılık)

	N					
	4-3	4-2b	4-2a	3-2b	3-2a	2b-2a
DASH	0.004*	0.005*	.000*	0.045*	0.007*	0.814
Fiziksel fonksiyon	0.898	0.078	0.004*	0.094	0.007*	0.522
Fiziksel rol güçlüğü	0.609	0.423	0.004*	0.298	0.002*	0.115
Emosyonel rol güçlüğü	0.009*	0.104	0.854	0.319	0.015*	0.149
Ağrı	1.000	0.087	0.039*	0.068	0.028*	1.000

DASH skorların Narakas Tip 4 ($59,89 \pm 15,7$), Tip 3 ($33,22 \pm 12,89$) , Tip 2b ($16,09 \pm 16,99$) ve Tip 2a ($15,15 \pm 9,96$) özür puanları almıştır ve Tip 2a ve Tip 2b arasında istatistiksel anlamlı fark bulunamamıştır. Fakat diğer tüm grupların ikişerli karşılaştırılmasında klinikle korele şekilde anlamlı farklılık saptanmıştır. (Şekil 4.3) $p=0.004, p=0.005, p=0.000, p=0.045, p=0.007$)

SF-36 Fiziksel fonksiyon değerlendirmesinde Narakas Tip 2a Tip 3 ve Tip 4 gruplarında daha yüksek puan almışlardır. (Şekil.. $P=0.007, p=0.004$) ve SF -36 fiziksel rol güçlüğü değerlendirmesi açısından da Narakas Tip 2a grubunun puanları Tip 3 ve Tip 4'e göre daha yüksek saptanmıştır. ($p=0.015, p=0.004$) Ayrıca SF -36 ağrı değerlendirmesi açısından da Narakas Tip 2a grubunun puanları Tip 3 ve Tip 4'e göre daha yüksek saptanmıştır. ($p=0.039, p=0.028$) Emosyonel rol güçlüğü açısından Narakas Tip 3 grubu Tip 2a grubuna göre daha düşük puanlar almıştır. Aynı zamanda Tip 3 grubunda Tip 4 grubuna göre emosyonel rol güçlüğü açısında daha fazla ekilenim olduğu tespit edilmiştir. ($p=0.015$ ve $p=0.009$)

Hastaların preoperatif ve postoperatif dönemde yapılan değerlendirmelerinde eklem hareket açıklıkları tespit edilmiş ve cerrahi sonrası eklem hareket açıklığı kazanımı açısından her iki grup karşılaştırmıştır. Yapılan cerrahiler ile pronasyon ve süpinasyon eklem hareket açıklığı kazanımı açısından yapılan karşılaştırmada gruplar arası ortalama farkının 16.8° derece olduğu tespit edilmiştir. PT rerouting grubunda pro-süpinasyon hareket arkındaki post operatif kazanımın istatistiksel olarak daha fazla olduğu saptanmıştır. ($P<0.05$)

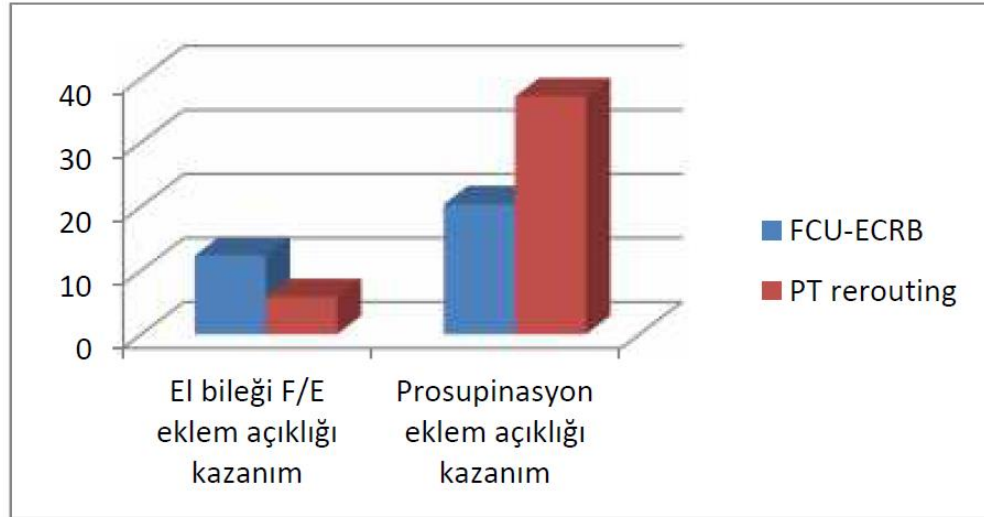
El bileği fleksiyon ve ekstansiyon hareket açıklığı kazanımı FCU-ECRB transferinde daha fazla olduğu görülse de istatistiksel anlamlı sonuç elde edilememiştir.

Tablo 4.4 El bileği ve Prosupinasyon kazanımı analizi

	FCU-ECRB (Ortalama $\pm$ SD)	PT rerouting (Ortalama $\pm$ SD)	p
El bileği F/E eklem açıklığı kazanım	12,31 $\pm$ 16,28	5,80 $\pm$ 30,16	0.391
Prosupinasyon eklem açıklığı kazanım	20,33 $\pm$ 19,49	37,17 $\pm$ 25,28	0.028*

Mann-Whitney Test, * $p<0.05$ (istatistiksel olarak anlamlı farklılık)

Hastaların üst ekstremité özür durumunun değeriendirildiği DASH skorlarında da her iki grup arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. Fakat FCU-ECRB transferi yapılmış olan hastalarda ortalama grafikte görüldüğü gibi daha yüksek bulunmuştur.



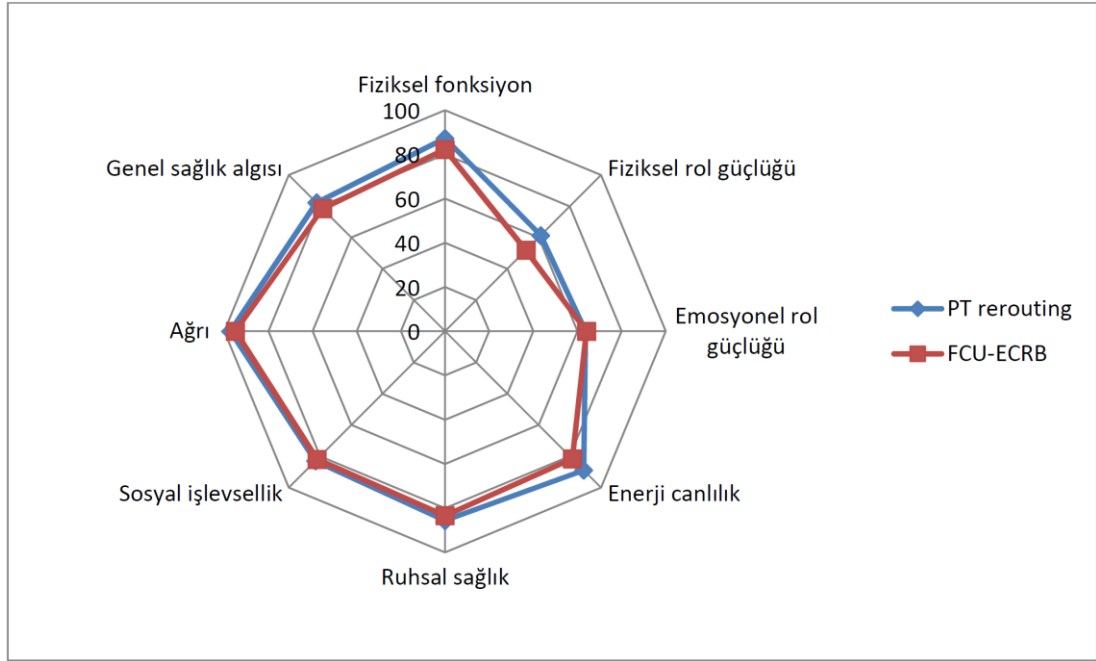
Grafik 4.1. El bileği ve Prosupinasyon kazanımı

Ayrıca genel sağlık durumunun değeriendirilmesi amacıyla yapılmış SF-36 sorgulama anketinde hastalara yöneltilmiş vitalite soruları dışında, fiziksel fonksiyon, fiziksel rol güçlüğü, emosyonel rol güçlüğü, ruhsal sağlık, sosyal işlevsellik ağrı ve genel sağlık algısı açısından her iki grupta istatistiksel fark bulunamamıştır.

Tablo 4.5 DASH özür ve SF-36 sorgulama anketlerinin ameliyat grupları açısından analizi

	PT rerouting	FCU-ECRB	
Fiziksel fonksiyon	87,27±10,66	82,31±9,7	0.085
Fiziksel rol güçlüğü	61,36±30,59	51,92±33,01	0.334
Emosyonel rol güçlüğü	63,64±33,97	64,10±31,80	1.000
Enerji canlılık	88,86±13,53	81,54±12,31	0.041*
Ruhsal sağlık	85,64±12,57	83,38±14,86	0.692
Sosyal işlevsellik	82,95±18,17	81,92±16,08	0.833
Ağrı	97,16±5,89	95,0±9,52	0.518
Genel sağlık algısı	82,27±15,25	78,46±17,25	0.605
Dash	41,96±26,56	28,91±19,57	0.225

Mann-Whitney Test, *p<0.05 (istatistiksel olarak anlamlı farklılık)

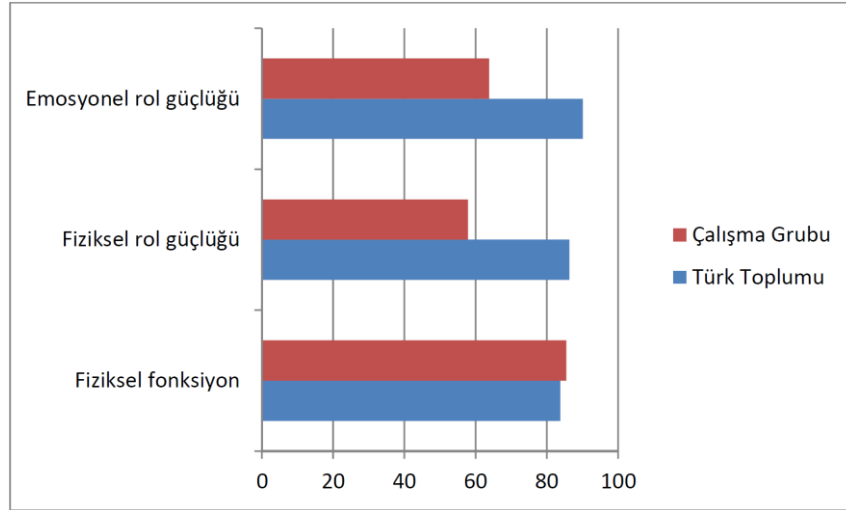


Grafik 4.2. Ameliyat gruplarının SF-36 anketine göre puan dağılımı

Fakat Türkiye toplumu ortalama skorları ile karşılaştırmada özellikle fiziksel rol güçlüğü, emosyonel rol güçlüğü açısından her iki grubun da daha düşük puan aldığı görülmüştür.

Tablo 4.6. SF-36 anketi ile çalışma grubu ve toplum ortalamasına göre emosyonel ve fiziksel rol güçlüğü açısından karşılaştırılması

	Türk Toplumu (Ortalama±SD)	Çalışma Grubu (Ortalama±SD)	p
Fiziksel fonksiyon	83,8±20,0	85,43±10,46	0,363
Fiziksel rol güçlüğü	86,3±24,9	57,86±31,37	0,000*
Emosyonel rol güçlüğü	90,1±19,4	63,81±32,71	0,000*



Grafik 4.3. SF-36 sorgulama anketi ile çalışma grubu ve toplum değerlerinin emosyonel ve fiziksel rol güçlüğü açısından karşılaştırılması

Tablo 4.7. Raimondi el skoru kazanımı ile ameliyat grupları analizi

		PT rerouting	FCU-ECRB	p
		Sayı (%)	Sayı (%)	
Raimondi kazanım	0	5(50,0)	13(44,8)	0.777
	1	5(50,0)	16(55,2)	

• Chi-Square Test

FCU-ECRB transferi yapılmış ve PT re-reouting yapılmış hastaların Raimondi el skoru açısından karşılaştırılmasında, istatistiksel açıdan anlamlı sonuç elde edilmemiştir. Ayrıca radius başı subluksasyonu ve çıkığı ile ilgili istatistiksel anlamlı fark elde edilememiştir. (Bkz. Tablo 4.8)

Tablo 4.8. Preoperatif ve postoperatif radius başı çıkığı ve subluksasyonu karşılaştırılması

		PT rerouting	fcu –ercb	p
		Sayı (%)	Sayı (%)	
Preopetatif radius başı subluksasyonu	Yok	22(73.3)	12(75.0)	1.000
	Var	8(26.7)	4(25.0)	
Postoperatif radius başı subluksasyonu	Yok	21(70.0)	13(81.3)	0.498
	Var	9(30.0)	3(18.8)	
Preopetatif radius başı çıkığı	Yok	29(90.6)	15(88.2)	1.000
	Var	3(9.4)	2(11.8)	
Preopetatif radius başı çıkığı	Yok	29(90.6)	15(88.2)	1.000
	Var	3(9.4)	2(11.8)	

5. TARTIŞMA

Brakial pleksus yaralanması olan hastalarda oluşan deformitelerin tedavileri için birçok teknik ve farklı algoritmalar mevcuttur. Pronasyon deformesiyle ilgili veriler daha çok serebral palsi hastaları için mevcuttur. Serebral palsi hastalarındaki tipik deformite fleksiyon, ulnar deviasyon ve pronasyon deformitesidir.

Tendon transferleri, ister primer cerrahi yapılmış olsun ister yapılmamış olsun; sekellerin rekonstrüksiyonunda hala geçerliliğini korumaktadır. Birçok teknik olsa da hangi tekniğin daha iyi olduğunu belirten yayınlar kısıtlıdır. Çalışmalarda daha çok omuz sekelleri üzerinde durulmaktadır. Önkol pronasyon deformitesi brakial pleksus hastalarının çok daha azında görülmektedir. Bu nedenle çalışmalarda bu konuyu detaylı irdelenmemiştir.

Yapılan çalışmalar göz önüne alındığında, süpinasyonun farklı tendon transferleri ile rekonstrüksiyonunda, katkı sağlanan süpinasyon hareketi değerlendirmesi bir kadavra çalışmasında yapılmıştır. Bu çalışmada sağlıklı kadavralarda tendon transferlerinin ayrı ayrı etkinliği karşılaştırılmıştır. Çalışma da FCU-ECRB transferi ile en fazla süpinasyon sağlanabilmiştir. [97] Fakat çalışma grubunda kadavralar brakial pleksus yaralanması ve kas imbalansının etkili olduğu hastalarda benzer sonuçlar elde edilemeyebilir. Bu çalışma dışında karşılaştırmalı çalışma literatürde yoktur. Kadavra çalışması olan bu çalışmadan farklı olarak PT re-routing daha etkin bulunmuştur. Diğer taraftan bu kadavra çalışmasındaki FCU-ECRB tendon transferi ile bizim yaptığımız FCU-ECRB transferinde bir takım farklılıklar bulunmaktadır. Kadavra çalışmasındaki yapılmış olan FCU-ECRB transferinde FCU tendonu ekstürsion kazanıldıktan sonra ulnanın medial tarafından subkutan olarak ilerletilip, ECRB ye transfer edilmiştir. Fakat bu çalışmada FCU-ECRB transferi interosseöz ligaman içerisinden ilerletilmiştir. Bu durum çalışma sonuçlarındaki farklılıkların temel nedeni olabilir.

Brakial pleksus hastalarında eşlik eden başka bir durum da kas imbalansının spastisite değil paraliziye bağlı olmasıdır. Bu nedenle yapılan kas transferlerinin başarısında farklılıklar görülebilir. Brakial pleksus yaralanması olan hastalarındaki pronasyon deformitesinin tedavisinde de benzer kas transferleri yapılmaktadır. Paralizi nedeniyle oluşan sekellerin tedavisinde kas transferleri ile hareket

sağlanabilmesi mümkün olmakla birlikte total paralizi vakalarında durum daha karmaşık olabilmektedir. Çünkü transferi düşünülen kasın transfer sonrasında gelişebilecek güçsüzlüklerin, transfer sonrasında oluşabilecek ek dengesizliklerin hesaba katılması gerekmektedir. En etkin tedavinin yapılacak ayrıntılı muayene ile tespit edilmesi sonuçlarını tahmin edilebilmesi bu hasta grubunda karmaşık olabilmektedir. Bu hasta grubu için algoritmaların oluşturulması konusunda çalışmanın ışık tutması açısından; bu çalışma brakiyal plexus hastalarındaki ilk karşılaştırmalı çalışmadır.

Çalışma popülasyonunun tamamı alınmıştır ve demografik olarak incelendiğinde çalışma gruplarında fark görülmemektedir. Hastalar preoperatif ve postoperatif olarak değerlendirmiştir. Tedavinin diğer temel taşı olan fizik tedavinin yeterliliği ve modaliteleri açısından net veriler elde edilememiştir. Ayrıca Tablo 4.3te belirtilen Narakas 3 grubu emosyonel rol güçlüğü puanlarının Narakas 4 grubuna göre düşük puan almasının nedeni analizi etkileyen başka karıştırıcı faktörler (sosyokültürel durum, aile kooperasyonu, tedaviye uyum vb.) olması ihtimalini ve hasta sayısındaki kısıtlılıklara bağlı olduğunu düşündürmüştür. Bu kısıtlılıkların olmadığı geniş çaplı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Çalışmada ayrıca sık radius başı çıkıkları incelenmiştir. Fakat sayının az olması açısından analizde anlamlı sonuca ulaşılammıştır. Pronasyon deformitelerinin ve PT kontraktürü radiusu posterolaterale çıkmasına neden olabilmektedir. Ayrıca Biceps kasında oluşan kontraktür de radiusun anteriora subluksasyonuna ve çıkığına neden olduğu düşünülmektedir. Çalışmada hasta sayısının az olması bu mekanizmaların açıklanması için ve tendon transferlerinin bu konuda önleyici etkisini ortaya koymak açısından yeterli olamamıştır. Bu konu ile ilgili biyomekanik çalışmaların olması ile mekanizmalar daha açık bir şekilde ortaya konulabilir. Ayrıca çıkığa neden olabilecek güçlerin nötralize edilebildiği bu tendon transferleriyle koruyucu faktörlerin tespiti için ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Sinir biyolojisinin gelişmesi ve etkili nörotrofik faktörlerin tespiti ile reinnervasyona etkili olan nörokondüktif ve nöroprotektif ajanların kullanılmaya başlandığı son birkaç yılda mikrocerrahideki gelişmeler ile sinirin cerrahi yöntemler ile tam iyileşmesi sağlanabilirse teorik olarak brakiyal plexus hastalarında sekel kalmadan iyileşme sağlanabilir.[98-100] Fakat pratikte ve günümüzde hala

rekonstrüksiyonlar kullanılmakta ve geliştirilmesi için araştırmalar devam etmelidir. Günümüzde sinir onarımında allogreft ile rekonstrüksiyon altın standart olsa da rekonstrüksiyonda sıklıkla sural allogrefti sıklıkla kullanılmaktadır. Donör saha morbiditesinin ortadan kaldırılması için; doku mühendisliğindeki çalışmalar ile allogreftin yerini alacak skafoldların geliştirilmesi, etkin olarak ile sinir onarımı yapılabilmesini sağlayabilir. Ayrıca onarım sırasında reinnervasyonu hızlandıracak ve allogreftin entegrasyonunu hızlandıracak nörotrofik ajanların kullanımı ile cerrahi başarı artırılabilir.

Günümüzde özellikle meingomyeozel hastalarında medulla spinalise yönelik deneme kök hücre tedavileri başlamıştır. Bu konudaki gelişmeler sinir iyileşmesi ve reinnervasyon ile ilgili gelişmeleri beraberinde getirebilir.[101-103] Brakiyal pleksus hastalarında sinir iyileşme potansiyelini artırabilecek sonuçlar; primer cerrahi sonuçlarını etkileyecek yeni ajanların keşfi ile artırılabilir.

6. KAYNAKLAR

1. Collado-Vazquez, S., C. Jimenez-Antona, and J.M. Carrillo, *[Obstetric brachial palsy, a historical review]*. Rev Neurol, 2012. **55**(10): p. 619-25.
2. Gilbert, A. and G. Pivato, *Obstetrical Palsy: The French Contribution*. Semin Plast Surg, 2005. **19**(1): p. 5-16.
3. Oberg, M.T.a.K., *Congenital hand I: Embryology, classification, and principles*, in *Plastic Surgery*, P.C. Neligan, MB, FRCS(I), FRCSC, FACS, Editor. 2013, Elsevier Inc. .
4. Emamhadi, M., et al., *Anatomical Variations of Brachial Plexus in Adult Cadavers; A Descriptive Study*. Arch Bone Jt Surg, 2016. **4**(3): p. 253-8.
5. Lainberry C F, W.M., *Brachial plexus anatomy*. Hand Clin 2004. **20**: p. 1-5.
6. Leblebicioglu, G., *Brakiyal Pleksus Yaralanmaları*. Türk Nöroşirürji Dergisi 1995. **15**(3): p. 227-249.
7. Chandler, M.H., et al., *Intraoperative brachial plexus injury during emergence following movement with arms restrained: a preventable complication?* Patient Saf Surg, 2007. **1**: p. 8.
8. D., T., *Fonksiyonel Anatomi- Ekstremiteler ve Sırt Bölgesi*. üçüncü baskı ed. 2003, Palme Yayıncılık. 80-90.
9. F., N., *Brachial plexus anatomy*. 4 ed. 2006: Elsevier Inc. netteranatomy.com.
10. Leinberry, C.F. and M.A. Wehbe, *Brachial plexus anatomy*. Hand Clin, 2004. **20**(1): p. 1-5.
11. Kattan, A.E. and G.H. Borschel, *Anatomy of the brachial plexus*. J Pediatr Rehabil Med, 2011. **4**(2): p. 107-11.
12. Montanari, N., et al., *[Magnetic resonance of the brachial plexus: anatomy and study technique]*. Radiol Med, 1996. **91**(6): p. 714-21.
13. M.F, G., et al., *Peripheral Nerve Injury: Principles for Repair and Regeneration*. Open Orthop J, 2014. **8**: p. 199-203.
14. Grinsell, D. and C.P. Keating, *Peripheral Nerve Reconstruction after Injury: A Review of Clinical and Experimental Therapies*. Biomed Res Int, 2014. **2014**.
15. Lynda J.-S. Yang MD, P.a.K.C.C.M., MS, *Physiology of nerve injury and regeneration*, in *Practical Management of Pediatric and Adult Brachial Plexus Palsies*. 2012, Elsevier Inc. p. 13-20.

16. Foad, S.L., C.T. Mehlman, and J. Ying, *The epidemiology of neonatal brachial plexus palsy in the United States*. J Bone Joint Surg Am, 2008. **90**(6): p. 1258-64.
17. A., Y., *Obstetrik Brakiyal Pleksus Yaralanmaları*. TOTBİD, 2002. **1**(1): p. 24-35.
18. Gurewitsch, E.D. and R.H. Allen, *Reducing the risk of shoulder dystocia and associated brachial plexus injury*. Obstet Gynecol Clin North Am, 2011. **38**(2): p. 247-69, x.
19. Chauhan, S.P., S.B. Blackwell, and C.V. Ananth, *Neonatal brachial plexus palsy: incidence, prevalence, and temporal trends*. Semin Perinatol, 2014. **38**(4): p. 210-8.
20. Volpe, K.A., et al., *Risk factors for brachial plexus injury in a large cohort with shoulder dystocia*. Arch Gynecol Obstet, 2016. **294**(5): p. 925-929.
21. Doumouchtsis, S.K. and S. Arulkumaran, *Are all brachial plexus injuries caused by shoulder dystocia?* Obstet Gynecol Surv, 2009. **64**(9): p. 615-23.
22. Freeman, M.D., S.M. Goodyear, and W.M. Leith, *A multistate population-based analysis of linked maternal and neonatal discharge records to identify risk factors for neonatal brachial plexus injury*. Int J Gynaecol Obstet, 2017. **136**(3): p. 331-336.
23. Vaquero, G., et al., *[Obstetric brachial plexus palsy: incidence, monitoring of progress and prognostic factors]*. Rev Neurol, 2017. **65**(1): p. 19-25.
24. Mollberg, M., et al., *High birthweight and shoulder dystocia: the strongest risk factors for obstetrical brachial plexus palsy in a Swedish population-based study*. Acta Obstet Gynecol Scand, 2005. **84**(7): p. 654-9.
25. Mollberg, M., et al., *Risk factors for obstetric brachial plexus palsy among neonates delivered by vacuum extraction*. Obstet Gynecol, 2005. **106**(5 Pt 1): p. 913-8.
26. Bager, B., *Perinatally acquired brachial plexus palsy--a persisting challenge*. Acta Paediatr, 1997. **86**(11): p. 1214-9.
27. Akel, B.S., et al., *Health-related quality of life in children with obstetrical brachial plexus palsy*. Qual Life Res, 2013. **22**(9): p. 2617-24.
28. Adler, J.B. and R.L.J. Patterson, *Erb's Palsy: Long-Term Results Of Treatment in Eighty- Eight Cases*. JBJS, 1967. **49**(6): p. 1052-1064.
29. Pollock, A.N. and M.H. Reed, *Shoulder deformities from obstetrical brachial plexus paralysis*. Skeletal Radiol, 1989. **18**(4): p. 295-7.

30. Bellew, M., et al., *Developmental and behavioural outcome in obstetric brachial plexus palsy*. J Hand Surg Br, 2000. **25**(1): p. 49-51.
31. Thatte, M.R. and R. Mehta, *Obstetric brachial plexus injury*. Indian Journal of Plastic Surgery : Official Publication of the Association of Plastic Surgeons of India, 2011. **44**(3): p. 380-389.
32. Shenaq, S.M., et al., *Management of infant brachial plexus injuries*. Clin Plast Surg, 2005. **32**(1): p. 79-98, ix.
33. Pondaag, W., et al., *Natural history of obstetric brachial plexus palsy: a systematic review*. Dev Med Child Neurol, 2004. **46**(2): p. 138-44.
34. Michelow, B.J., et al., *The natural history of obstetrical brachial plexus palsy*. Plast Reconstr Surg, 1994. **93**(4): p. 675-80; discussion 681.
35. Pondaag, W., et al., *[Obstetric brachial plexus injury]*. Ned Tijdschr Geneesk, 2014. **158**: p. A7145.
36. DiTaranto, P., et al., *Outcome following nonoperative treatment of brachial plexus birth injuries*. J Child Neurol, 2004. **19**(2): p. 87-90.
37. Buitenhuis, S., et al., *Obstetric brachial plexus lesions and central developmental disability*. Early Hum Dev, 2012. **88**(9): p. 731-4.
38. Lynda J.-S. Yang, M., PhD, John E. McGillicuddy, MD, Wilson Chimbira, and F. MBChB, *Clinical presentation and considerations of neonatal brachial plexus palsy*, in *Practical Management of Pediatric and Adult Brachial Plexus Palsies*. . 2012, Elsevier Inc. p. 35-45.
39. Al-Qattan, M.M., *Accidental contact burns of the upper limb in children with obstetric brachial plexus injury*. Burns. **25**(7): p. 669-672.
40. Strombeck, C., et al., *Long-term follow-up of children with obstetric brachial plexus palsy II: neurophysiological aspects*. Dev Med Child Neurol, 2007. **49**(3): p. 204-9.
41. Alfonso, I., D.T. Alfonso, and O. Papazian, *Focal upper extremity neuropathy in neonates*. Semin Pediatr Neurol, 2000. **7**(1): p. 4-14.
42. Tzou, C.H., et al., *Birth brachial plexus palsy caused by cervical rib*. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2014. **67**(7): p. 1004-5.
43. van Ouwerkerk, W.R., *Preoperative Investigations in Obstetric Brachial Plexus Palsy*. Semin Plast Surg, 2005. **19**(1): p. 17-23.
44. Waters, P.M., G.R. Smith, and D. Jaramillo, *Glenohumeral deformity secondary to brachial plexus birth palsy*. J Bone Joint Surg Am, 1998. **80**(5): p. 668-77.

45. Antoniadis, G., et al., *[Management of obstetrical brachial plexus palsy--own experience with the primary operative technique]*. Handchir Mikrochir Plast Chir, 2003. **35**(2): p. 98-105.
46. Al-Qattan, M.M., et al., *Narakas classification of obstetric brachial plexus palsy revisited*. J Hand Surg Eur Vol, 2009. **34**(6): p. 788-91.
47. van Dijk, J.G., W. Pondaag, and M.J. Malessy, *Obstetric lesions of the brachial plexus*. Muscle Nerve, 2001. **24**(11): p. 1451-61.
48. Sebastin, S.J. and K.C. Chung, *Pathogenesis and management of deformities of the elbow, wrist, and hand in late neonatal brachial plexus palsy*. J Pediatr Rehabil Med, 2011. **4**(2): p. 119-30.
49. Liggiio, F.J., et al., *Outcome of surgical treatment for forearm pronation deformities in children with obstetric brachial plexus injuries*. J Hand Surg Br, 1999. **24**(1): p. 43-5.
50. Hentz, V.R., *Management of Obstetrical Brachial Plexus Palsy: The Stanford Experience*. Semin Plast Surg, 2004. **18**(4): p. 327-38.
51. Waters, P.M., *Update on management of pediatric brachial plexus palsy*. J Pediatr Orthop B, 2005. **14**(4): p. 233-44.
52. Abid, A., *Brachial plexus birth palsy: Management during the first year of life*. Orthop Traumatol Surg Res, 2016. **102**(1 Suppl): p. S125-32.
53. Verchere, C., et al., *An early shoulder repositioning program in birth-related brachial plexus injury: a pilot study of the Sup-ER protocol*. Hand (N Y), 2014. **9**(2): p. 187-95.
54. M., D., *Obstetrik Brakiyal Pleksus Felci Hastalarında Üst Ekstremitte Uzunluklarının İncelenmesi*. Uzmanlık tezi, 2014.
55. Gosk, J., W. Wnukiewicz, and M. Urban, *The effect of perinatal brachial plexus lesion on upper limb development*. BMC Musculoskelet Disord, 2014. **15**: p. 116.
56. Alfonso, I., O. Papazian, and J.A. Grossman, *[Clinical presentations, differential diagnosis and management of obstetric brachial palsy]*. Rev Neurol, 1998. **27**(156): p. 258-63.
57. Gobets, D., et al., *Indications and effects of botulinum toxin A for obstetric brachial plexus injury: a systematic literature review*. Dev Med Child Neurol, 2010. **52**(6): p. 517-28.
58. Basciani, M. and D. Intiso, *Botulinum toxin type-A and plaster cast treatment in children with upper brachial plexus palsy*. Pediatr Rehabil, 2006. **9**(2): p. 165-70.

59. Gosk, J., et al., *Our experience with surgical treatment of perinatal brachial plexus palsy--results in different types of lesions*. Ortop Traumatol Rehabil, 2011. **13**(5): p. 457-68.
60. Coroneos, C.J., et al., *Obstetrical brachial plexus injury: burden in a publicly funded, universal healthcare system*. J Neurosurg Pediatr, 2015: p. 1-8.
61. Patra, S., et al., *Birth brachial plexus palsy: a race against time*. BMJ Case Rep, 2016. **2016**.
62. Argenta, A.E., et al., *Obstetrical brachial plexus palsy: Can excision of upper trunk neuroma and nerve grafting improve function in babies with adequate elbow flexion at nine months of age?* J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2016. **69**(5): p. 629-33.
63. Chantaraseno, N., et al., *Brachial plexus birth palsy: the natural history, outcome of microsurgical repair and operative reconstruction*. J Med Assoc Thai, 2014. **97 Suppl 11**: p. S96-101.
64. Waters, P.M., *Comparison of the natural history, the outcome of microsurgical repair, and the outcome of operative reconstruction in brachial plexus birth palsy*. J Bone Joint Surg Am, 1999. **81**(5): p. 649-59.
65. Aydin, A., et al., *[Early results of nerve surgery in obstetrical brachial plexus palsy]*. Acta Orthop Traumatol Turc, 2004. **38**(3): p. 170-7.
66. Maldonado, A.A., et al., *Five Operations that give the best results after brachial plexus injury*. Plast Reconstr Surg, 2017.
67. Bahm, J. and C. Ocampo-Pavez, *Free functional gracilis muscle transfer in children with severe sequelae from obstetric brachial plexus palsy*. J Brachial Plex Peripher Nerve Inj, 2008. **3**: p. 23.
68. El-Gammal, T.A., et al., *Free functioning gracilis transplantation for reconstruction of elbow and hand functions in late obstetric brachial plexus palsy*. Microsurgery, 2015. **35**(5): p. 350-5.
69. Barrie, K.A., et al., *Gracilis free muscle transfer for restoration of function after complete brachial plexus avulsion*. Neurosurg Focus, 2004. **16**(5): p. E8.
70. Socolovsky, M. and M.D. Paez, *A literature review of intercostal-to-musculocutaneous-nerve transfers in brachial plexus injury patients: Does body mass index influence results in Eastern versus Western countries?* Surg Neurol Int, 2013. **4**: p. 152.
71. Wei, W., et al., *[Effectiveness Of Contralateral C7 Nerve Root And Multiple Nerves Transfer For Treatment Of Brachial Plexus Root Avulsion]*. Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi, 2014. **28**(6): p. 737-40.

72. Arnal, M., et al., *Restoration of elbow and hand function in total brachial plexus palsy with intercostal nerves and C5 root neurotization. Results in 21 patients.* Hand Surg Rehabil, 2016. **35**(4): p. 283-287.
73. Bertelli, J.A. and M.F. Ghizoni, *Results of spinal accessory to suprascapular nerve transfer in 110 patients with complete palsy of the brachial plexus.* J Neurosurg Spine, 2016. **24**(6): p. 990-5.
74. Chen, L. and Y.D. Gu, *[An experimental study of the treatment of root avulsion of brachial plexus using contralateral C7 nerve neurotization (nerve transfer)].* Zhonghua Wai Ke Za Zhi, 1992. **30**(9): p. 525-7, 570-1.
75. Leblebicioglu, G., et al., *Recovery of upper extremity function following endoscopically assisted contralateral C7 transfer for obstetrical brachial plexus injury.* J Hand Surg Eur Vol, 2016. **41**(8): p. 863-74.
76. Chuang, D.C., H.S. Ma, and F.C. Wei, *A new evaluation system to predict the sequelae of late obstetric brachial plexus palsy.* Plast Reconstr Surg, 1998. **101**(3): p. 673-85.
77. Aitken, J., *Deformity of the elbow joint as a sequel to Erb's obstetrical paralysis.* J Bone Joint Surg Br, 1952. **34-b**(3): p. 352-65.
78. Strombeck, C., et al., *Long-term follow-up of children with obstetric brachial plexus palsy I: functional aspects.* Dev Med Child Neurol, 2007. **49**(3): p. 198-203.
79. Cohen, G., et al., *Brachial plexus birth palsy shoulder deformity treatment using subscapularis release combined to tendons transfer.* Orthop Traumatol Surg Res, 2010. **96**(4): p. 334-9.
80. Terzis, J.K. and K.C. Papakonstantinou, *Management of obstetric brachial plexus palsy.* Hand Clin, 1999. **15**(4): p. 717-36.
81. Abid, A., et al., *[Arthroscopic anterior capsular release in medial contracture of the shoulder secondary to brachial plexus birth palsy. Preliminary results].* Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot, 2008. **94**(7): p. 643-8.
82. Vekris, M.D., et al., *Management of obstetrical brachial plexus palsy with early plexus microreconstruction and late muscle transfers.* Microsurgery, 2008. **28**(4): p. 252-61.
83. Bahm, J. and C. Ocampo-Pavez, *Monopolar teres major muscle transposition to improve shoulder abduction and flexion in children with sequelae of obstetric brachial plexus palsy.* J Brachial Plex Peripher Nerve Inj, 2009. **4**: p. 20.
84. Andres-Cano, P., et al., *Arthroscopic treatment for internal contracture of the shoulder secondary to brachial plexus birth palsy: report of a case series and review of the literature.* Eur J Orthop Surg Traumatol, 2015. **25**(7): p. 1121-9.

85. Waters, P.M. and D.S. Bae, *Effect of tendon transfers and extra-articular soft-tissue balancing on glenohumeral development in brachial plexus birth palsy*. J Bone Joint Surg Am, 2005. **87**(2): p. 320-5.
86. Waters, P.M. and D.S. Bae, *The effect of derotational humeral osteotomy on global shoulder function in brachial plexus birth palsy*. J Bone Joint Surg Am, 2006. **88**(5): p. 1035-42.
87. Pearl, M.L., et al., *Arthroscopic release and latissimus dorsi transfer for shoulder internal rotation contractures and glenohumeral deformity secondary to brachial plexus birth palsy*. J Bone Joint Surg Am, 2006. **88**(3): p. 564-74.
88. Kozin, S.H., et al., *Magnetic resonance imaging and clinical findings before and after tendon transfers about the shoulder in children with residual brachial plexus birth palsy*. J Shoulder Elbow Surg, 2006. **15**(5): p. 554-61.
89. Waters, P.M. and D.S. Bae, *The early effects of tendon transfers and open capsulorrhaphy on glenohumeral deformity in brachial plexus birth palsy*. J Bone Joint Surg Am, 2008. **90**(10): p.2171-9.
90. Crouch, D.L., et al., *Computational sensitivity analysis to identify muscles that can mechanically contribute to shoulder deformity following brachial plexus birth palsy*. J Hand Surg Am, 2014. **39**(2): p. 303-11.
91. Dodwell, E., et al., *Combined glenoid anteversion osteotomy and tendon transfers for brachial plexus birth palsy: early outcomes*. J Bone Joint Surg Am, 2012. **94**(23): p. 2145-52.
92. Chuang, D.C., H.S. Ma, and F.C. Wei, *A new strategy of muscle transposition for treatment of shoulder deformity caused by obstetric brachial plexus palsy*. Plast Reconstr Surg, 1998. **101**(3): p.686-94.
93. Chuang, D.C., et al., *The reconstructive strategy for improving elbow function in late obstetric brachial plexus palsy*. Plast Reconstr Surg, 2002. **109**(1): p. 116-26; discussion 127-9.
94. Bahm, J., C. Ocampo-Pavez, and H. Noaman, *Microsurgical technique in obstetric brachial plexus repair: a personal experience in 200 cases over 10 years*. J Brachial Plex Peripher Nerve Inj, 2007. **2**: p. 1.
95. Bahm, J., et al., *Obstetric brachial plexus palsy: treatment strategy, long-term results, and prognosis*. Dtsch Arztebl Int, 2009. **106**(6): p. 83-90.
96. Socolovsky, M., et al., *Obstetric brachial plexus palsy: reviewing the literature comparing the results of primary versus secondary surgery*. Childs Nerv Syst, 2016. **32**(3): p. 415-25.
97. Cheema, T.A., et al., *Biomechanic comparison of 3 tendon transfers for supination of the forearm*. J Hand Surg Am, 2006. **31**(10): p. 1640-4.

98. Lundborg, G., *A 25-year perspective of peripheral nerve surgery: Evolving neuroscientific concepts and clinical significance*. Journal of Hand Surgery. **25**(3): p. 391-414.
99. Varon, S.S. and R.P. Bunge, *Trophic mechanisms in the peripheral nervous system*. Annu Rev Neurosci, 1978. **1**: p. 327-61.
100. Tannemaat, M.R., et al., *Human neuroma contains increased levels of semaphorin 3A, which surrounds nerve fibers and reduces neurite extension in vitro*. J Neurosci, 2007. **27**(52): p. 14260-4.
101. Chiaretti, A., et al., *Neurotrophic factor expression in newborns with myelomeningocele: preliminary data*. Eur J Paediatr Neurol, 2008. **12**(2): p. 113-8.
102. Fauza, D.O., et al., *Neural stem cell delivery to the spinal cord in an ovine model of fetal surgery for spina bifida*. Surgery, 2008. **144**(3): p. 367-73.
103. Wang, A., et al., *Placental mesenchymal stromal cells rescue ambulation in ovine myelomeningocele*. Stem Cells Transl Med, 2015. **4**(6): p. 659-69.