

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**OBSTETRİK BRAKİYAL PLEKSUS YARALANMASI OLAN ve
TİPİK GELİŞİM GÖSTEREN ÇOCUKLARIN YÜRÜYÜŞ,
KOŞMA ve DENGE PARAMETRELERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Uzm. Fzt. Azize Reda TUNÇ

**Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı
DOKTORA TEZİ**

**ANKARA
2023**

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**OBSTETRİK BRAKİYAL PLEKSUS YARALANMASI OLAN ve
TİPİK GELİŞİM GÖSTEREN ÇOCUKLARIN YÜRÜYÜŞ,
KOŞMA ve DENGİ PARAMETRELERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Uzm. Fzt. Azize Reda TUNÇ

**Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı
DOKTORA TEZİ**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Semra TOPUZ**

**ANKARA
2023**

ONAY SAYFASI

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Obstetrik Brakiyal Pleksus Yaralanması Olan ve Tipik Gelişim Gösteren Çocukların
Yürüyüş, Koşma ve Denge Parametrelerinin Karşılaştırılması

Öğrenci: Uzm. Fzt. Azize Reda Tunç

Danışman: Prof. Dr. Semra Topuz

Bu tez çalışması 28.12.2022 tarihinde jürimiz tarafından “ Temel Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı” nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: *Prof.Dr. Akmer MUTLU*
(Hacettepe Üniversitesi)

Üye: *Prof.Dr. Tüzün FIRAT*
(Hacettepe Üniversitesi)

Üye: Prof.Dr. A.Ayşe KARADUMAN
(Lokman Hekim Üniversitesi)

Üye: *Prof.Dr. Nilgün BEK*
(Lokman Hekim Üniversitesi)

Üye: *Doç.Dr. Gizem İrem KINIKLI*
(Hacettepe Üniversitesi)

Bu tez, Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun bulunmuştur.

26 Ocak 2023

Prof. Dr. Müge YEMİŞCİ ÖZKAN

Enstitü Müdürü



YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan **“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”** kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- x Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 6 ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

26/01/2023

Azize Reda TUNÇ

i

“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”

(1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu** iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

(2) Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulunun** gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.

(3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, **tezin yapıldığı kurum** tarafından verilir *. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, **ilgili kurum ve kuruluşun önerisi** ile **enstitü** veya **fakültenin** uygun görüşü üzerine **üniversite yönetim kurulu** tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

* Tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.**

ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Prof. Dr. Semra TOPUZ danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığımı beyan ederim.

Uzm. Fzt. Azize Reda TUNÇ

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimimde danışmanlığımı üstlenerek, tez çalışmamın başından sonuna kadar karşılaştığım her türlü sorunun aşılmasında bana yardımcı olan, hoşgörüsü, desteği ve tecrübesiyle bana yol gösteren değerli hocam Sayın Prof. Dr. Semra TOPUZ'a,

Doktora eğitimime sağladığı katkı ve destek için Sayın Prof. Dr. Akmer Mutlu'ya,

Her zaman bilgi ve tecrübesi ile örnek aldığım, tez çalışma konumun belirlenmesinde ve her aşamasında çok büyük desteği ve emeği olan değerli hocam Sayın Prof. Dr. Tüzün FIRAT'a,

Akademik hayatımın başlangıcında elimden tutan, tezimin gerçekleştirilmesi sürecinde çalışmamı destekleyen ve akademik hayatımın ilerlemesinde yardımlarını benden esirgemeyen Sayın Hocam Prof. Dr. Nilgün BEK'e,

Akademik gelişimime sağladığı eşsiz katkılardan dolayı kendimi şanslı hissettiren, çalışma alanıma sağladığı katkı, bilgi ve tecrübelerinden her zaman faydalanmaya devam edeceğim, birlikte çalışma fırsatına sahip olduğum, Sayın Prof.Dr. A.Ayşe KARADUMAN'a,

Çalışmanın yapılabilmesini için tüm olanaklarını sunan Hacettepe Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi Dekanı Sayın Prof.Dr. Özlem ÜLGER'e,

Çalışmalarım sırasında içtenlikle yardımcı olan Lokman Hekim Üniversitesi ortak mesai arkadaşlarıma,

Bu günlere gelmemde büyük emeği olan, sevgisi ve desteğini hep hissettiğim canım anneme, her zaman arkamda desteğini hissettiğim özlem duyduğum canım babama, iyi ki var dediğim canım kardeşime,

Üniversitede hayatıma giren sevgisiyle, sabrıyla yorulduğumda, vazgeçtiğimde beni cesaretlendiren, iyi de olduğu gibi kötü anlarımda da beni yalnız bırakmayan yol arkadaşım en sadık dostum, sevgilim Yasin Tunç'a,

Hayatımda sahip olduğum en değerli varlığa, küçük olmasına rağmen gösterdiği büyük sevgi ve sabrı için kalbim, dünyam Nil Derin Tunç'a,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Uzm. Fzt. Azize Reda Tunç

ÖZET

Tunç A.R, Obstetrik Brakiyal Pleksus Yaralanması Olan Ve Tipik Gelişim Gösteren Çocukların Yürüyüş, Koşma ve Denge Parametrelerinin Karşılaştırılması, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı Doktora Tezi, Ankara 2023. Bu çalışmanın amacı obstetrik brakiyal pleksus yaralanmasının yürüyüş ve koşu parametreleri ile birlikte denge parametreleri üzerindeki etkilerini araştırmaktır. Çalışmaya, yaşları ortalama $6,35\pm 1,40$ yıl olan OBPY tanılı 55 çocuk ve yaşları ortalama $6,09\pm 0,76$ yıl olan 45 tipik gelişim gösteren sağlıklı olgu dahil edildi. Her iki grubun demografik bilgileri ve OBPY'li çocukların ayrıca Narakas Sınıflandırma Sistemine göre yaralanma dereceleri kaydedildi. Çalışmada grupların yürüyüş ve koşu değerlendirmeleri GAITRite® (CIR System INC. Clifton, NJ 07012) sistemi ile değerlendirildi. Postural kontrol parametrelerine ait postural salınım değerleri Balance Check Screener kuvvet platformu (Model BP5050; Bertec, Columbus, OH, ABD) ile elde edildi. Sonuç olarak gruplar arası demografik özellikler benzer bulundu ($p>0,05$). Çalışma gruplarının yürüyüşün zaman mesafe karakteristikleri karşılaştırılmasında anlamlı fark bulunamadı. Bununla birlikte koşu parametreleri karşılaştırılmasında OBPY olgularında destek yüzeyinin anlamlı artışı bulundu ($p<0,05$). Ayrıca tipik gelişim gösteren sağlıklı olgulara göre, OBPY'li olguların antero-posterior salınım değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artmış olduğu saptandı ($p<0,05$). OBPY olgularında gözler kapalı medio-lateral yönünde salınım miktarının daha yüksek olduğu ve farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlendi ($p<0,05$). Sert ve yumuşak zeminde gözler açık olarak elde edilen medio-lateral salınım değerleri açısından gruplar arası karşılaştırma sonuçları arasında fark olmadığı görüldü ($p>0,05$). OBPY'li olgularda yaralanma sonucu üst ekstremitelerin asimetric gelişimi ve buna bağlı olarak kompensasyonların açığa çıkmasının, postüral kontrol gelişimini ve koşu parametrelerini de olumsuz etkilediği düşünüyoruz. Bu kapsamda, OBPY'li bireylerde sadece etkilenen ekstremiteliyi içeren tedavi yaklaşımları yerine, bütüncül bir bakış açısıyla yürüyüşün zaman mesafe karakteristikleri, postural kontrol ve denge kayıplarının değerlendirilmesi ve bunlara yönelik tedavi stratejilerinin en erken dönemde oluşturularak tedavi programlarına dahil edilmesini öneriyoruz.

Anahtar Sözcükler: Obstetrik Brakial Pleksus Yaralanması, Yürüyüş, Postural Kontrol, Postural Salınım, Denge

ABSTRACT

Tunç A.R., Comparison Of Gait, Running And Balance Parameters In Children With Obstetric Brachial Plexus Injury And With Typical Development, Graduate School of Health Sciences, Physiotherapy and Rehabilitation Program, PhD Thesis, Ankara, 2023. The aim of this study is to investigate the effects of differentiated state characteristics on gait and running parameters as well as balance parameters in patients with obstetric brachial plexus. Fifty-five children with OBPI with a mean age of 6.35 ± 1.40 years and 45 healthy subjects with typical development, with a mean age of 6.09 ± 0.76 years were included in the study. Demographic information of both groups and the degree of injury of children with OBPI according to the Narakas Classification System were recorded. In the study, the walking and running evaluations of the groups were evaluated with the GAITRite® (CIR System INC. Clifton, NJ 07012) system. Postural sway values of postural control parameters were obtained with the Balance Check Screener force platform (Model BP5050; Bertec, Columbus, OH, USA). As a result, demographic characteristics between the groups were found to be similar ($p > 0.05$). No significant difference was found in the comparison of the time-distance characteristics of the gait between the study groups. However, a significant increase in the support surface was found in OBPI cases when the running parameters were compared ($p < 0.05$). In addition, antero-posterior oscillation values were found to be statistically significantly increased in patients with OBPI compared to healthy subjects with typical development ($p < 0.05$). It was determined that the amount of oscillation in the medio-lateral direction with eyes closed was higher in OBPI cases and the difference was statistically significant ($p < 0.05$). It was observed that there was no difference between the comparison results between the groups in terms of medio-lateral oscillation values obtained with eyes open on hard and soft ground ($p > 0.05$). It is thought that the asymmetric development of the upper extremities and the consequent emergence of compensations as a result of injury in patients with OBPI also negatively affect the development of postural control and running parameters. In this context, it is recommended to evaluate the time-distance characteristics of gait, postural control and balance losses from a holistic perspective, instead of treatment approaches involving only the affected extremity in individuals with OBPI, and to create treatment strategies for these in the earliest period and include them in treatment programs.

Keywords: Obstetric Brachial Plexus Injury, Gait, Postural Control, Postural Swing, Balance

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER	xii
TABLolar	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Brakiyal Pleksus Anatomisi	4
2.2. Obstetrik Brakial Pleksus Yaralanma Mekanizması	6
2.2.1. Anne İle İlişkili Faktörler	6
2.2.2. İntrauterin Faktörler	7
2.2.3. Fetal Faktörler	7
2.3. OBPY'nin Sınıflandırılması	8
2.4. OBPY'nin Klinik Değerlendirmesi	10
2.5. Obstetrik Brakiyal Pleksus Yaralanması, Biyolojisi ve Nöromuskuloskeletal Sistem Üzerine Etkileri	15
2.6. Obstetrik Brakiyal Pleksus Yaralanması ve Kortikal Değişiklikler	21
2.7. OBPY'de Postüral Kontrol ve Denge	24
2.8. OBPY'nin Yürüyüşe Etkileri	28
2.8.1. Yürüyüşün Zaman-Mesafe Karakteristikleri	30
3. BİREYLER VE YÖNTEM	33
3.1. Bireyler	33
3.1.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri	33
3.1.2. Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri	33

3.1.3. Çalışmadan Çıkarılma Kriterleri	
3.2. Değerlendirme Yöntemleri	34
3.2.1. Demografik Bilgiler	34
3.2.2. Antropometrik Ölçümler	34
3.2.3. OBPY'li Olgulara Özgü Değerlendirmeler	34
3.2.4. Yürüyüşün Değerlendirilmesi	34
3.2.5. Dengenin Değerlendirilmesi	35
3.3. İstatistiksel Yöntem	37
4. BULGULAR	39
4.1. Bireye ait Bulgular	39
4.2. Yürüyüşün Zaman-Mesafe Karakteristiklerinin Tanımlayıcı İstatistikleri Ve Gruplar Arası Karşılaştırılması	40
4.3. Koşmada Zaman-Mesafe Karakteristiklerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Gruplar Arası Karşılaştırılması	41
4.4. Denge Değerlendirmesine Ait Bulgular	43
4.5. Narakas Sınıflandırmasına Göre OBPY'li Olguların Grup İçi Karşılaştırmaları	44
5. TARTIŞMA	46
7. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	56
8. KAYNAKLAR	57
9. EKLER	69
Ek-1: Etik Kurul İzni	
Ek-2: Aydınlatılmış Onam Formu	
Ek-3: Değerlendirme Formu	
Ek-4: Bildiri Özeti	
Ek-5: Yayın Kabulü	
Ek-6: Dijital Makbuz	
10. ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde
/	Bölme
AHS	Aktif Hareket Skalası
C4	4. Servikal Vertebra
C5	5. Servikal Vertebra
C6	6. Servikal Vertebra
C7	7. Servikal Vertebra
C8	8. Servikal Vertebra
Cm	Santimetre
COP	Centre of Pressure
EMG	Elektromyografi
f MRI	Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme
Kg	Kilogram
Max	Maksimum
Min	Minimum
OBPY	Obstetrik Brakiyal Pleksus Yaralanması
sn	Saniye
SPSS	İstatistik Paket Programı
SS	Standart Sapma
t	İki Eş Arasındaki Farkın Önemlilik Testi
T1	1. Torakal Vertebra
T2	2. Torakal Vertebra

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. Brakiyal Pleksus Anatomisi	5
2.2. Modifiye Mallet Skalası	14
3.1. GAITRite ile elde edilen veriler	35
3.2. Bertec Balance Check Screener™ kuvvet platformu ile elde edilen veriler	37

TABLolar

Tablo	Sayfa
2.1. Narakas Sınıflandırması ve ilgili yaralanmış kök	9
2.2. Aktif Hareket Skalası	12
4.1. Demografik özelliklere ilişkin istatistikler	39
4.2. OBPY'li olguların Narakas Sınıflandırmasına ilişkin dağılım	40
4.3. Gruplarda yürüyüşün zaman mesafe karakteristikleri, gruplar arası karşılaştırma ve etki büyüklüğü sonuçları	41
4.4. Koşma ölçümlerine ilişkin grup karşılaştırmaları	42
4.5. Postural Salınım Sonuçlarına İlişkin Grup Karşılaştırmaları	43
4.6. OBPY yaralanma şiddeti düzeyine göre grupların demografik özellikler bakımından karşılaştırılması	44
4.7. OBPY yaralanma şiddeti düzeyine göre grupların yürüme ölçümleri bakımından karşılaştırılması	45
4.8. OBPY yaralanma şiddeti düzeyine gruplarının koşma ölçümleri bakımından karşılaştırılması	45

1. GİRİŞ

Obstetrik brakiyal pleksus yaralanması (OBPY), brakiyal pleksus sinir ağının motor ve duyu dallarının doğum sırasında travmaya maruz kalmasıyla birlikte sinirlerin traksiyonu ya da tüm sinir köklerinin avülsiyonu ile sonuçlanan ve yaralanmanın şiddetine bağlı olarak kas, eklem ve kemik yapılarında birincil kas iskelet sistemi problemleriyle seyreden ve ikincil deformitelere neden olan klinik bir tablodur (1).

OBPY'de etkilenen sinirlerin inerve ettiği kaslarda kuvvetsizlik, kısalık, tonusta azalma, konnektif dokuda, eklemlerde ve kortikal yapıda çeşitli değişiklikler meydana gelmektedir. Kas denervasyonu, kasın konnektif doku oranında artışa sebep olurken kasın kontraktibilitesinde de azalmaya neden olur (2). Etkilenen ekstremitenin kullanım tercihinin azalması ve doğal süreci bozulan doku gelişimleri sebebiyle etkilenmiş ekstremitelerde kas, eklem ve kemiklerde büyüme ile ilgili yetersizlikler ve ekstremitte eşitsizlikleri gelişir (3). OBPY'li çocuklarda kas-iskelet sisteminde tanımlanan bu yapısal değişiklikler, tipik motor gelişimde farklılıklara ve tüm vücudu etkileyecek fonksiyonel problemlere yol açmaktadır. Bu problemler arasında hareket kısıtlılıkları-kontraktürler, postüral bozukluklar, spinal eğrilik problemleri, skapular diskinezi, omuz ve dirsek deformiteleri bulunmaktadır. Monoparezi nedeniyle vücut ağırlık merkezinde kaymalar görülmektedir (4). Kas iskelet sistemindeki değişikliklere bağlı olarak gövde kontrolü ve dengeye ilişkin sorunlar, asimetric kol salınımlarına bağlı olarak da yürüyüş parametreleri etkilenebilmektedir.

Yürüme, günlük aktivitelerin gerçekleştirilmesinde yer alan en temel süreçtir ve tipik yürüyüş, hareket yaratmak için üst ve alt ekstremitelerdeki eklemlerin koordinasyonunu içerir. Yürümede üst ekstremitelerin rolü, pelvisin yürüme ile aynı yönde dönmesinden kaynaklanan kompensasyonu önlemek için üst ekstremiteleri zıt yönde döndürmek ve sonuç olarak vücut dengesini sağlamaktır (5). Üst ekstremiteler, aşırı enerji kullanımını önleyerek gövde stabilizasyonuna destek olur (5). Üst ekstremitte hareketi, yavaştan normale yürüme hızının artmasıyla pasif olduktan sonra aktif hale gelerek yüksek yürüme hızının elde edilmesini sağlar (6). Genel olarak, yürüme sırasında üst ekstremitte hareketini kısıtlamak, daha yavaş ve daha az stabil yürüme ile sonuçlanır (7). Yürüme sırasında üst ekstremitte immobilizasyonu ya da

kısıtlanması, yürüyüş özelliklerinde ve hareket kontrol paternlerinde olumsuz değişikliklere neden olabilir (8).

Yürüyüş, çocuk gelişiminin en önemli işlevlerinden biridir. OBPY'li çocuklarda yürüyüş sırasında etkilenmiş taraftaki kol salınımının azaldığı bildirilmektedir. Kol salınımındaki bu azalmanın kol ve omuz kaslarındaki azalmış aktif kontraksiyona bağlı olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (9). Yürüyüşte denge ve stabilite için simetrik ekstremiteler hareketlerinin gerekliliği için koordineli kol salınımına ihtiyaç göz ardı edilemez. Kol salınımı ile birlikte ekstremitelerin vücuda göre pozisyonun ve gelişiminin de yürüyüş dengesini ve kinematığını etkilediği düşünülmektedir.

Postür kontrol ve denge üst merkezlerin kontrolü altında periferik duylardan gelen bilgilerle omurga, gövde ve ekstremitelerin koordinasyonu ile sağlanır. OBPY'i takiben maturasyonu bozulan dokular nedeniyle üst ekstremiteler ve ilişkili diğer dokular arasında bozulan ilişkiler sonucunda postürün ana sağlayıcısı olan vertebralarda hizalanma problemleri ve bozulan ekstremiteler arası koordinasyon nedeniyle vücut dengesi de etkilenmektedir (10). OBPY sonucunda etkilenmiş ekstremitelerde görülen deformiteler dışında diğer ekstremiteleri, gövdeyi ve omurgayı etkileyen sorunlar konusundaki çalışmalar kısıtlı olmakla birlikte uzun dönemde gövde asimetrisi, postural kontrol ve denge kayıplarının gelişebileceği bildirilmektedir.

Çalışmamızın amacı OBPY'li olguların klinik durumlarının yürüyüş ve koşu parametreleri ile birlikte denge parametreleri üzerindeki etkilerini araştırmaktır. Bu çalışmanın sonucunda OBPY'li olguların değerlendirilmesinde ve tedavi süreçlerinde üst ekstremitenin alt ekstremiteler ile birlikte ele alınmasının fonksiyonel sonuçları geliştirileceği düşünülmektedir.

Hipotezler

H1: OBPY'li bireylerde postür salınım değerleri tipik gelişim gösteren yaşlılarına göre farklıdır.

H2: OBPY'li bireylerin denge parametreleri tipik gelişim gösteren yaşlılarına göre farklıdır

H3: OBPY'li bireylerde yürüyüşün zaman mesafe karakteristikleri tipik gelişim gösteren yaşlılarına göre farklıdır

H4: OBPY'li bireylerde koşunun zaman mesafe karakteristikleri tipik gelişim gösteren yaşlılarına göre farklıdır

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Brakial Pleksus Anatomisi

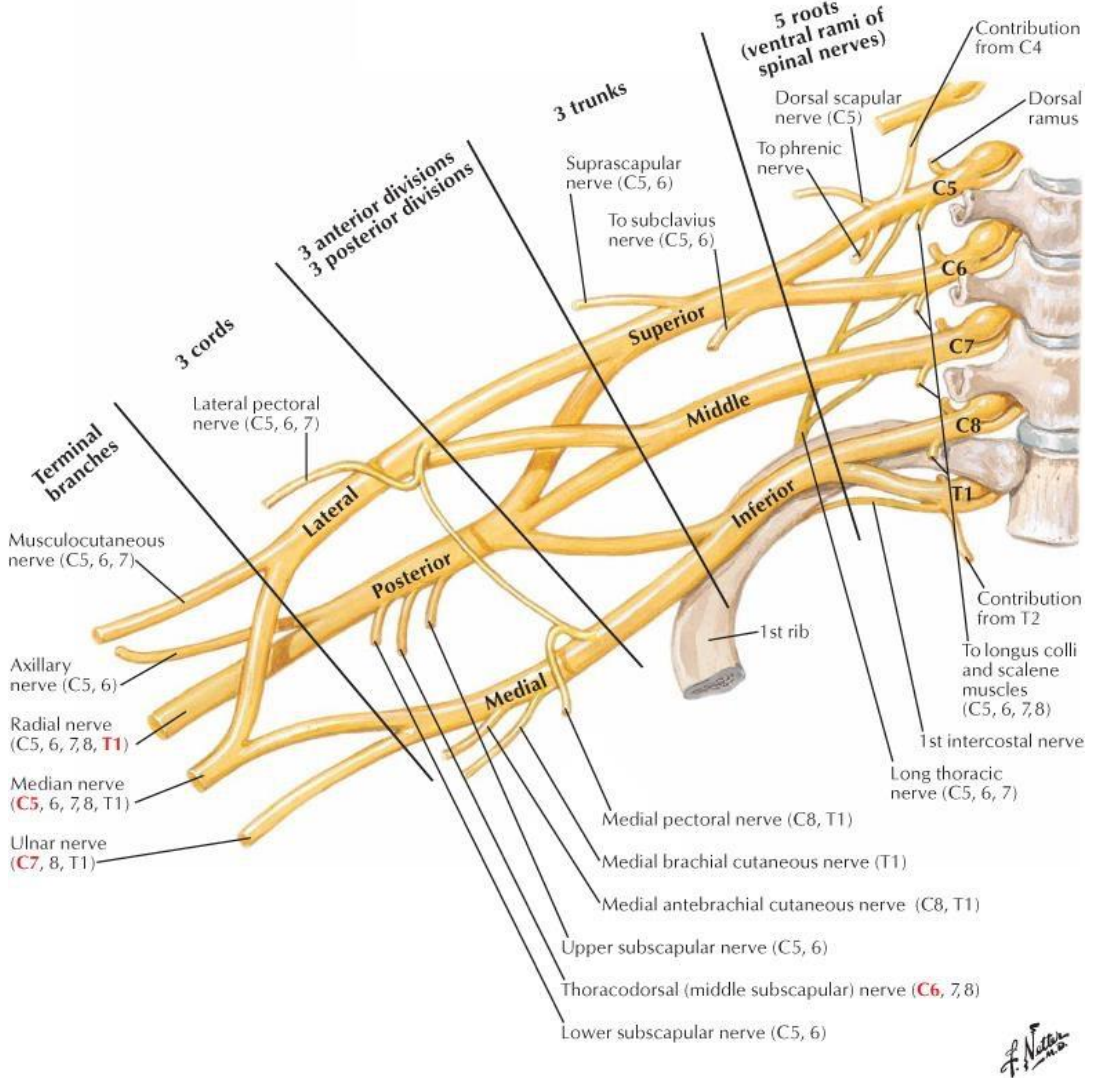
Brakial pleksus (BP), anatomik olarak, ilgili intervertebral foramina ve üst kol arasında yer alan C5 ile T1 spinal sinirlerinin ventral dallarından kaynaklanan sinir ağı olarak tanımlanır (11) Bu ağda, vertebral çıkışlardan ayrılan sinirler, brakial sinirleri üretmek için iki kez birleşir ve bölünür. Bu yapıyı daha iyi tanımlamak adına standart bir anatomik isimlendirme geliştirilmiştir (Şekil 2.1) (12). İntervertebral foramenlerden çıkan sinirlerin ventral dallarına "kökler" denir. Kökler, somatik ve sempatik motor ve duyuşal aksonları içerir. Çıkışların uzağında, bu kökler birleşerek "gövdeleri" oluşturur. Bu gövdeler ön ve arka 'bölümlere' ayrılır, bunlar daha sonra ön ve arka 'kord' olarak yeniden birleşir. Lateral ve medial ön kordlardan gelenler median, ulnar, muskulokütan ve kutanöz sinirler; arka korddan gelen radial ve aksiller sinirler olmak üzere kısmen birleşerek ve bölünerek terminal brakial sinirleri oluşturur. Bu süreçte sinirler pleksustan çıkarak skalen, serratus anterior, subklavius, latissimus dorsi, pektoral ve skapular kasların yanı sıra aksiller bölgeye ulaşırlar (11).

Brakial pleksusu tanımlamak için standart şematik 5 bölgeyi diyagram kullanılır:

1. Spinal sinir kökleri,
2. Turunkuslar,
3. Dallar (*divisions*),
4. Kordlar ve
5. Terminal sinir dalları.

C5 ile T1 sinir kökleri tipik olarak brakial pleksusa katkıda bulunur. C5 ve C6 kökleri birleşerek üst turunkusu, C7 kökü orta turunkusu ve C8 ve T1 kökleri birleşerek alt turunkusu oluşturur. Her trunkus ön ve arka dallara (*divisions*) ayrılır. Üç arka dalın tümü arka kordu oluşturmak için birleşir. Üst ve orta turunkusdan gelen ön dallar lateral kordu, alt gövdeden gelen ön dallar ise medial kordu oluşturur. Arka kord nihayetinde aksiller ve radyal sinirlerin terminal dallarına ayrılır. Lateral kord ve medial kord, median siniri oluşturmaya katkıda bulunan bir dal üretir. Median sinire

katkısının yanı sıra lateral kord muskulokuten sinirde, medial kord ise ulnar sinirde sonlanır (Şekil 2.1) (12-14).



Şekil 2.1. Brakiyal Pleksus Anatomisi (12)

Temel yapının çeşitli bölgelerinden bir dizi terminal dal ortaya çıkar; bu sinirlerin ve işlevlerinin bilinmesi olası bir lezyonun lokalizasyonunu kolaylaştırır. Örneğin, dorsal skapular sinir, C5'in proksimalden çıkarken, long torasik sinir, C5 ile C7 arasındaki sinir köklerinden çıkar. Her iki sinirin fonksiyonunda kayıp olması, brakiyal pleksusun sinir kökleri seviyesinde proksimal bölgede yaralanması olduğunu düşündürür. Benzer şekilde frenik sinir de C3, C4 ve C5'ten kaynak alır ve klinik tabloda diyafram paralizi görülüyorsa brakiyal pleksusun proksimal lezyonu ile

uyumludur. Üst turunkus supraskapular sinirin çıkış bölgesidir; deltoid ve biceps kaslarının zayıflığı, supraspinatus ve infraspinatus fonksiyonunun olmaması, üst trunkusu etkileyen bir lezyona işaret eder. Daha distalde, lateral kord lateral pektoral sinirin çıkış bölgesidir. Posterior kord subskapular sinir, torakodorsal sinir ve alt subskapular sinirin çıkış bölgesidir. Medial kord medial pektoral sinir, medial brakial kutanöz sinir ve medial antebrakiyal kutanöz sinirin çıkış bölgesidir (15).

2.2. Obstetrik Brakial Pleksus Yaralanma Mekanizması

Brakial pleksus doğum yaralanması dünya çapında 1000 doğumda 0,4-4,6 oranında görülür (16). Yaralanma mekanizmasına ilişkin hakim teori, doğum sırasında bebeğin boynu ve omuz arasındaki boşluğun genişlemesinin bir sonucu olarak brakial pleksusa mekanik traksiyonun olmasıdır (17). Maternal faktörler ve intrauterin ortam, fetal anatomi, fizyoloji ve doğum tekniği ile ilgili birçok faktör brakial pleksus doğum hasarı ile ilişkilidir ve brakial pleksus üzerinde artan mekanik traksiyona sebep olduğu düşünülmektedir (18). Bu traksiyon çevre dokuların direncinin azalmasına ve brakial pleksus üzerine artan kuvvet iletimine neden olmaktadır. Literatürde tipik olarak bir dizi faktöre odaklanmıştır. Bununla birlikte, bu çok faktörlü hastalığın etiyolojisini belirlemek ve önleyici tedbirleri uygulamak için kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

2.2.1. Anne İle İlişkili Faktörler

Gestasyonel diyabet, literatürde brakial pleksus doğum hasarı ile ilişkili en yaygın ve en erken yayınlanan maternal faktörler arasında yer almaktadır. Gestasyonel diyabetik olan bir annenin bebğinde brakial pleksus zedelenme oranı 1,9 ile 4,46 arasında değişmektedir. Mekanik olarak, gestasyonel diyabet, brakial pleksus yaralanması ile ilişkili fetal faktörler olarak artmış fetal doğum ağırlığı ve makrozomiye sebep olur (19, 20).

2.2.2. İntrauterin Faktörler

Hamilelik sırasında ve doğumdan önce lokal intrauterin çevresel faktörlerin de brakiyal pleksus yaralanmasına neden olduğu bildirilmektedir. Fibroidler, bikornuat uterusun varlığı ve diğer benzer kronik kompresif senaryolar, belirli bir süre boyunca brakiyal pleksusa doğrudan basıya veya akut malpozisyona neden olabilir (21).

Uterusun metabolik ortamının da obstetrik brakiyal pleksus yaralanmasına neden olabileceğini araştıran Gurewitsch ve ark., omuz distosisi olan ve olmayan brakiyal pleksus yaralanmalı bebekleri karşılaştırırken, omuz distosisi öyküsü olmayan bebeklerin, omuz distosisi olanlara göre ortalama ağırlıkta olma ve doğumda metabolik asidoz ($\text{pH} < 7.1$) yaşama olasılıklarının daha yüksek olduğunu bulmuşlardır (22). Benzer şekilde, doğum hipoksisini olası bir faktör olarak ortaya koyan çalışmalar bulunmaktadır. Hipoksi, bebeklerin doğum kanalı boyunca omuz yer değiştirme miktarını sınırlamasını engelleyebilecek olan kas tonusunun azalmasına ve refleks arklarının azalmasına neden olabilir (16). Brakiyal pleksus doğum yaralanmasının bir başka tartışmalı mekanizması da plasental yetmezlikten kaynaklı unilateral brakiyal pleksus iskemisidir (23).

2.2.3. Fetal Faktörler

Brakiyal pleksus hasarı için en sık çalışılan fetal risk faktörü, makrozomi veya yüksek doğum ağırlığı ile ilgilidir (19). Brakiyal pleksus yaralanma riskinin dramatik olarak arttığı ve belirli bir eşik bulunmamakla birlikte çalışmalarda 4000 g veya 90. persentilden başlayan doğum ağırlıklarının artmış riskle ilişkili olduğu belirlenmiştir (20). 4500 g'dan daha ağır olan bebeklerin, özellikle 3500 g'ın altındaki bebeklere kıyasla, brakiyal pleksus doğum yaralanması ile doğma riskinin 14-45 kat daha fazla olduğu bildirilmektedir (20). Doğum ağırlığının yaralanmanın ciddiyeti ile ilişkili olup olmadığı açık değildir. Bununla birlikte, Bager ve ark. yaptıkları çalışmada opere ve opere olmayan tüm brakiyal pleksus yaralanmalarını değerlendirmeleri sonucunda, doğum ağırlığı ile sekonder deformite düzeyi arasında bir ilişki bulunmadığını göstermişlerdir (24).

2.3. OBPY'nin Sınıflandırılması

Brakial pleksus, C5 ile T1 arası sinir köklerini içermektedir. Klinik olarak yaralanma şiddetini gruplamak için I'den IV'e kadar sınıflama yapan Narakas sınıflandırma sistemi kullanılmaktadır. Narakas Sınıflandırması Grup I'de, C5 ve C6'nın sinir hasarından kaynaklı deltoid ve biceps tutulumu görülmekte ve bununla birlikte ön kol ekstansörlerinde, el bileğinde ve elde aktif fonksiyon korunmaktadır. Grup II'deki klinik bulgular C5, C6 ve C7 yaralanması ile ilgilidir. Deltoid ve biceps etkilenimine ek olarak, triseps ve el bileği ekstansörlerinin tutulumu da açıktır; bununla birlikte, elin ekstrinsik fleksörleri ve intrinsik kasları nispeten etkilenmez (25). Al-Qattan ve diğ. Grup II'yi revize ederek, postnatal 2. aya kadar el bileği ekstansiyonunun görüldüğü grubu Tip 2a, el bileği ekstansiyonunun postnatal 2. aya kadar görülmediği grubu ise Tip 2b olmak üzere iki ayrı gruba ayırmıştır (26). Grup III, C5, C6, C7, C8 ve T1 yaralanması ile uyumlu olarak tüm kolda tutulum görülmektedir. Grup IV, alt sinir köklerinde çok ciddi bir proksimal yaralanma ile brakial pleksusun tüm sinir köklerinde yaralanma anlamına gelen Horner sendromunun (ptozis, mayoz, anhidroz) ek varlığı ile tüm ekstremitede kendini gösterir (25).

Tablo 2.1. Narakas Sınıflandırması ve ilgili yaralanmış kök

Tip	İsim	Yaralanan Kökler
1	Erb Felci	C5, C6
2a	Erken El Bileği Ekstansiyon Kazanımı Olan Geniş Tutulumlu Erb Felci	C5, C6
2b	Erken El Bileği Ekstansiyon Kazanımı Olmayan Geniş Tutulumlu Erb Paralizi	C5, C6, C7
3	Tam Felç	C5,C6, C7, C8, T1
4	Horner Sendromu İle Birlikte Tam Felç	C5, C6, C7, C8, T1

Diğer OBPY'nin sınıflandırmaları, sinir yaralanmasının anatomisi ve fizyolojisine dayanmaktadır. Sunderland anatomik konuma dayalı, üst, orta, alt ve total brakial pleksus yaralanması şeklinde gruplayarak, artan şiddette (nörapaksi, nöroma, rüptür ve avulsiyon) dört tür yaralanma içeren fizyolojik bir sınıflandırma bildirmiştir(27). C5, C6 ve bazen C7'yi içeren bir üst pleksus yaralanması kavramı ilk olarak 1874'te Erb tarafından anatomik olarak tanımlanmıştır. Erb felci olarak da adlandırılan üst brakial pleksus yaralanmaları, OBPY'nin en yaygın türüdür (28). Erb felci, kolun adduksiyonda, omuzun iç rotasyonda, el bileğinin fleksiyonda ve parmakların ekstansiyonda olduğu “garson bahşiş bekleme duruşu” olarak bilinmektedir. Orta dereceli (*intermediate*) brakial pleksus yaralanmaları tanımlanarak, C7, C8 ve T1 köklerinin tutulumu sonrası, kolların abduksiyonda, dirseklerin fleksiyonda ve parmaklar/ellerin flask durumunda olduğu belirtilmiştir. Alt brakial pleksus yaralanmaları Dejerine-Klumpke tarafından tanımlanmıştır. Bu tip

OBPY nadirdir ve flask ekstremitte görüntüsünden tanınabilir. Total pleksus felci kolun tam fonksiyon kaybı ile karakterize olup, Narakas Derece III ve IV'ü tarif eden bir durumdur (25).

2.4. OBPY'nin Klinik Değerlendirmesi

Brakiyal pleksus doğum yaralanması şüphesi olan bir çocuğun muayenesi zor olabilir. Doğumda brakiyal pleksus yaralanması geçiren çocuklar, çeşitli yaşlarda ve çeşitli şikayetler ile kliniğe başvurabilmektedir. Bebekler sıklıkla “klavikula kırığı” ve hareketsiz ekstremitte ile daha büyük çocuklar ise skapular kanatlaşma, sınırlı baş üstü aktivitesi, omuz abduksiyonda ve önkol pronasyonda elleri ağza götürmede zorluk veya bilinmeyen bir dirsek fleksiyon kontraktürü ile başvurabilirler (29).

Klinik değerlendirmede öncelikle detaylı hikaye almak önemlidir. Dışlanması gereken özel durumlar arasında doğum kırığı, septik omuz, artrogripoz ve serebral palsy veya omurilik yaralanması yer alır (29). Ebeveynlerden doğum öyküsü ile birlikte, gestasyonel diyabet ve fetal makrozomi dahil olmak üzere OBPY için diğer risk faktörleriyle ilgili bilgiler alınır. İlk değerlendirmede çocuk dinlenirken ve/veya oynarken gözlenir. Oyun yoluyla, iki taraflı üst ekstremitelerin görünüşte simetrik olup olmadığı ve çocuğun iki elini eşit olarak kullanıp kullanmadığı veya birini diğerine tercih etme eğiliminde olup olmadığı değerlendirilebilir (16, 30). Bununla birlikte aşağıda belirtilen hastalığa özgü değerlendirmeler ile etkilenime ait bilgilerin elde edilmesi önemlidir. Bunlar;

İnspeksiyon ile travma belirtileri (ekimoz, ödem, laserasyon, sıyrıklar) ve aktif enfeksiyon (ödem, eritem) bulguları değerlendirilir.

Toplam ekstremitte uzunluğu ve el boyutu: Etkilenen kol uzunluğu ve boyutu genellikle karşı taraftan daha küçüktür, ancak sinir hasarının ciddiyeti ile orantılı olması gerekmez. Bae ve arkadaşları, ekstremitenin ortalama uzunluğunun karşı ekstremitenin yaklaşık %95'i kadar olduğunu, ancak boyutun kolun aktif hareket skorları ile ilişkili olmadığını bulmuşlardır (31).

Skapular diskinezi, brakiyal pleksusun üst turunkusunun iyileşmesi tamamlanmamış olan OBPY'li çocuklarda son derece yaygındır. Bunun nedeni, skapula çevresi kasların motor inervasyonlarının kısmen etkilenmesi ve sınırlı glenohumeral hareketi telafi etmek için skapulotorasik hareketin kompensatuar olarak kullanılmasıdır (29).

Putti belirtisi, abduksiyon kontraktürü olan bir çocuk kolunu tam adduksiyona getirmeye çalışıldığında meydana gelen skapula medial açısının zorunlu yükselmesini tanımlamaktadır. Genellikle bu durum, posterior glenohumeral instabilite veya dislokasyonla ilişkilidir (29).

Turnak deformiteleri/el yaraları, global olarak etkilenimi olan çocuklarda elde duyu kaybı gelişebilmektedir. Çocuklar genellikle bu değişen duyuya, ilgili bölgeleri ısırma ve kaşıma da dahil olmak üzere kendine zarar verme davranışlarıyla yanıt verirler. Bu, tekrarlanan enfeksiyonlara ve hatta parmak uçlarının otofajisine neden olabilir (29).

Küçük çocuklarda oyunda aktif hareket açıklığı gözlemlenebilir. Değerlendirmede sıklıkla kullanılan Aktif Hareket Skalası (AHS) ve Toronto Skalası, OBPY'li küçük bebeklerde motor fonksiyonla ilgili önemli bilgiler sağlayabilen klinik değerlendirmelerdir. Üç yaşından büyük çocuklar genellikle Mallet Skalası için gerekli olan daha spesifik hareketleri test ederek değerlendirilebilir.

Aktif Hareket Skalası: Aktif Hareket Skalası (AHS) ilk olarak 2002'de yayınlandı (32). Bu sistem, çocuğun komutları takip etmesini gerektirmeden kaba bir kas kuvveti ölçümüne izin verdiği için bebekleri ve küçük çocukları değerlendirmek için kullanılmaktadır. Değerlendirmede her biri 0-7 arasında derecelendirilen 15 aktif üst ekstremitte hareketinin durumu kaydedilir. Her hareket önce yerçekimi ortadan kaldırılarak incelenir ve tam hareket (o eklem için mevcut hareket açıklığı dahilinde) elde edilirse, bu hareket yerçekimine göre derecelendirilir (32, 33) (Tablo 2.1. Aktif Hareket Skalası)

Tablo 2.2. Aktif Hareket Skalası



















Puanlama	
<u>Yerçekimi Elimine</u>	<u>Puan</u>
Kasılma yok	0
Kasılma var, hareket yok	1
Hareket \leq 1/2 Hareket Açıklığı	2
Hareket $>$ 1/2 Hareket Açıklığı	3
Tam Hareket Açıklığı	4
Yerçekimine Karşı	
Hareket \leq 1/2 Hareket Açıklığı	5
Hareket $>$ 1/2 Hareket Açıklığı	6
Tam Hareket Açıklığı	7

AHS değerlendirmesi sırasında, etkilenmemiş kontralateral ekstremitelere karşılaştırma amacıyla kullanılarak yaşa uygun hareket aralığında hareket değerlendirilir. Çocuk yumruk yaparken veya kalem gibi küçük bir nesne tutarken bilek ekstansiyonu test edilmelidir, böylece parmak ekstansiyonu gerçek bilek ekstansiyonunun yerine kullanılamaz. Parmak ekstansiyonu metakarpofalangeal eklemlerin ekstansiyonu olarak değerlendirilirken, parmak fleksiyonu parmak uçları ile avuç içi arasındaki mesafe olarak değerlendirilir (29).

Toronto Skalası: AHS'nin birkaç hareketi, Toronto Skalası'nı oluşturmak için basitleştirilmiş bir şekilde toplanmıştır (34). Bu skalada, dirsek fleksiyonu, dirsek ekstansiyonu, el bileği ekstansiyonu, parmak ekstansiyonu ve başparmak ekstansiyonunun her biri, toplam olası 10 puan için 0-2 arasında derecelendirilir. Toronto Skalası OBPY'de 3. ayda, primer sinir cerrahisi endikasyonun belirlenmesi için tasarlanmıştır. Michelow ve ark, bir bebeğin bu testte 3 aylıkken aldığı puan ile 12 aylıkken gelebileceği klinik durumun tahmin edebileceğini bulmuşlardır (34). Toronto skalasına göre bir değerlendirmede bebek üçüncü ayda 10 üzerinden 3.5'ten az bir puan alırsa 12. ay sonunda zayıf iyileşme, eğer 3.5'ten büyük bir puan alırsa iyi bir iyileşme öngörülebilir. Bununla birlikte, Toronto Skalası, omuzun herhangi bir

hareketini değerlendirmediğinden, izole bir üst gövde yaralanması için klinik karar vermede destek sağlayamaz.

Mallet Skalası: OPBY'li daha büyük çocuklar için, Mallet Skalası ve modifiye Mallet Skalası, omuz fonksiyonunun değerlendirildiği yaygın olarak kullanılan testlerdir. Orijinal Mallet Skalası, omuz hareketi gerektiren fonksiyonel aktivitelere odaklanır ve özellikle omuz dış rotasyonunu içeren aktivitelere ağırlık verir (35). Mallet Skalası klinikte yıllar içinde çeşitli ihtiyaçlara cevap verebilmesi için modifiye edilmiştir. Abzug ve ark, Mallet Skalası'nda test edilen hareketleri dengelemek amacıyla bir iç rotasyon ölçüsü ekleyen modifikasyon gerçekleştirmişti (36) (Şekil 2.2). Daha küçük çocuklar, AHS değerlendirmesinde olduğu gibi çeşitli oyunlar kullanılarak Mallet Skalası hareketlerini yapmaya ikna edilebilse de, Mallet Skalası çocuk yaklaşık 2-3 yaşlarında ve aktif olarak işbirliği yapabildiğinde kolayca uygulanabilir (29). Spesifik hareketler arasında aktif global abduksiyon, dış rotasyon ve el boyun arkasına, el ağıza ve el-omurgaya hareketleri bulunur. Modifiye Mallet Skalası'na iç rotasyon eklenmiştir. Puanlama, her bir aktiviteyi 0-5 arası bir ölçekte derecelendirerek hesaplanır. Bu ölçekte 0 puan, genellikle çocuğun çok küçük olması veya işbirliği yapmak istememesi nedeniyle belirli bir hareketin test edilebilir olmadığını gösterir (37).

Modified Mallet Classification (Grade I = No Function, Grade V = Normal Function)						
	Not Testable	Grade I	Grade II	Grade III	Grade IV	Grade V
Global Abduction	Not Testable	No function	 <30°	 30° to 90°	 >90°	Normal
Global External Rotation	Not Testable	No function	 <0°	 0° to 20°	 >20°	Normal
Hand to neck	Not Testable	No function	 Not possible	 Difficult	 Easy	Normal
Hand to spine	Not Testable	No function	 Not possible	 S1	 T12	Normal
Hand to mouth	Not Testable	No function	 Marked trumpet sign	 Partial trumpet sign	 <40° of abduction	Normal
Internal rotation	Not Testable	No function	 Cannot touch	 Can touch with wrist flexion	 Palm on belly No wrist flexion	Normal

Şekil 2.2. Modifiye Mallet Skalası (38)

AHS, Toronto Skalası ve Mallet Skalasının güvenilirliği Bae ve ark. tarafından gerçekleştirilmiştir (37). Bu çalışma kapsamında, Mallet Skalasının ve AHS puanının bireysel bileşenleri için gözlemciler arası mükemmel güvenilirlik bulurken, Toronto Skalasının gözlemciler arası güvenilirliği iyi olarak derecelendirilmiştir. Bir başka çalışmada, obstetrik brakiyal pleksus yaralanması olan çocuklarda yaşam kalitesini değerlendiren *Pediatric Outcomes Data Collection Instrument* (PODCI) sonuçları ile AHS, Toronto Skalası ve Mallet Skalasının sonuçları karşılaştırılarak ilgili motor hareket değerlendirmelerinin aynı zamanda yaşam kalitesini öngörme yeteneği de araştırılmıştır (39). Her üç değerlendirmenin de (Mallet Skalası, Toronto Skalası ve Aktif Hareket Skalası) PODCI'nin global fonksiyonunu, üst ekstremitte fonksiyonunu ve spor/fiziksel fonksiyon alanlarını tahmin edebildiğini bulmuşlardır.

OBPY'de klinikte yaygın olarak kullanılan bu değerlendirme yöntemlerinden de anlaşılacağı üzere tüm değerlendirmeler etkilenmiş ekstremitelere ve hareketlerine odaklanmaktadır. Ancak OBPY'nin etkilenmiş ekstremitelerde oluşturduğu deformitelerin sadece ilgili ekstremitelerde kalmadığı, yaralanma mekanizmasının getirisi olarak kortikal, gövde ve alt ekstremitelerde değişikliklerinin de değerlendirmeye alınarak daha bütüncül bir yaklaşıma odaklanması gerekliliği ortadadır.

2.5. Obstetrik Brakiyal Pleksus Yaralanması, Biyolojisi ve Kas İskelet Sistemi Üzerine Etkileri

OBPY'deki tipik primer sonuç, brakiyal pleksusun sinir kökü seviyesinde yaralanmasıdır. Yaralanma postganglionik, preganglionik veya her ikisinin bir kombinasyonu şeklinde olabilir. Sinir hasarının derecesi, nöropraksiden aksonotmezise, rüptür veya avulsiyona kadar değişebilir. Yaralanma C5–C6 gibi daha üst seviyelerden gerçekleşebileceği gibi C5–T1 pleksus tutulumu gibi daha global de görülebilir. OBPY üst ekstremitelerde çeşitli seviyelerde motor ve duyu etkilenim sonucunda, primer ve/veya sekonder kas-iskelet sistemi deformitelerinin gelişimine sebep olmaktadır.

Perinatal dönemde gerçekleşen herhangi bir travma hedef organların fiziksel ve fonksiyonel gelişimini etkilemektedir. Obstetrik brakiyal pleksus yaralanması, bazı yönlerden yetişkinlerdeki periferik sinir yaralanmalarının progresyonuna benzese de, çoğu yönden farklılıklar gösterir ve nöromuskuloskeletal sistemin gelişiminde kendine özgü klinik etkiler gösterir. Literatürde, obstetrik brakiyal pleksus yaralanmalarının tanısını, tedavisini ve prognozunu optimize etmek için OBPY'nin gelişim sebepleri ve biyolojik etkilerinin araştırılması üzerinde durulmaktadır (40). OBPY'nin biyolojisi klinik karar vermede önemli ipuçları sağlayabilmektedir.

Nöromusküler sistemin embriyonik gelişimi yeni doğanda henüz tamamlanmamıştır. Doğumdan hemen sonra ayağa kalkıp yürüyebilen diğer memelilerin aksine, yenidoğan bebeklerde motor kontrol oldukça ilkindir. Neonatal sinir sisteminin tamamlanmamış maturasyonu, OBPY olan bir bebeğin değerlendirme

ve tedavi süreçlerini de etkilemektedir. Örneğin, bu bebeklerde, periferik sinir yaralanması prognozunun değerlendirilmesinde birincil nörolojik bulgu ekstremitenin hareketleridir. Bununla birlikte, ekstremitenin hareketleri, brakial pleksus sinirlerinin yapısal bütünlüğü dışında başka faktörlerden de etkilenmektedir. Bu nedenle, OBPY'li bir bebekte ekstremitte hareketleri yorumlanırken normal maturasyona sahip sinir sisteminin biyolojisi ile, yaralanmanın kaslar, kemikler ve eklemler üzerindeki biyolojik etkileri de dikkate alınmalıdır (40).

Normal hareketin koordinasyonu, beyinde kortikal ve subkortikal sinaptik bağlantılarla sağlanır. Sinaptik bağlantılar, duyu ve motor korteksler de dahil olmak üzere, serebral korteksin birçok alanında postnatal dönemde gelişir. Neonatal dönemde ilgili bölgelerde sinaptik bağlantı gelişiminin periferik motor ve duyu sinirlerinin yaralanması sonucunda engellendiği vurgulanmaktadır (41). Literatürde, perinatal yaralanma modeli üzerinde çalışılan hayvan deneylerinde periferik sinir motor ve duyu dallarının hasarı sonrası ilgili periferik sinirin kortekste kortikal temsilinin kısmen veya tamamen kaybolduğu ve hasar yaratan durumun 3. ayda ortadan kaldırılrsa bile bu kortikal temsil kaybının kalıcı olduğu gösterilmiştir (42). İlgili deney, kritik yenidoğan döneminde gelişimi devam eden beyin ve çevre arasındaki etkileşimin önemini vurgulamaktadır. Benzer deneyler, doğum sonrası gelişim sırasında uygun sinaptogenez için beyin diğer birçok bölgesinin uyarılması ihtiyacını da göstermiştir (43). Bu durum OBPY sonrası tedavi planlamalarında sadece etkilenen üst ekstremitte yapı ve fonksiyonlarının değil bütünlük bir bakış açısıyla tüm vücudun ele alınmasının önemini ortaya koymaktadır.

Sinaptogenez gibi aktiviteye bağlı bir diğer durum da miyelinizasyondur. Tıpkı sinaptogenezin erken doğum sonrası deneyimle modüle edilmesi gibi fiziksel ve sosyal çevrenin çok çeşitli düzensizlikleri beyin ve spinal kordda miyelinleşme derecesini de etkiler. Kompleks ekstremiteler arası koordineli hareket, nörolojik uyarıların hızlı iletimini ve dolayısıyla merkezi ve periferik sinir sisteminde aksonların miyelinizasyonunu gerektirir. Miyelinleşme süreci gestasyonel üçüncü trimesterde başlasa da, sürecin çoğu doğumdan sonra, yaşamın üçüncü dekadında tamamlanır. OBPY gibi perinatal dönemde gerçekleşen bir travma miyelinleşme derecesini olumsuz etkileyerek bireylerde kortikal ve kas iskelet sistemi gelişimine de olumsuz

katkı sunmaktadır. Bu sebeple OBPY sonucunda bireylerin, denge, postüral kontrol ve yürüme gibi tüm vücut yapılarının birbiriyle harmonisi ve koordinasyonunu gerektiren fonksiyonları da etkilenebileceği göz önünde bulundurulmalıdır (40, 44, 45).

Neonatal dönemde, santral ve periferik sinir sistemindeki nöron ve akson sayısı, olgunlaşmış sinir sisteminden çok daha fazladır (2). Bu aksonlar, sinir sistemi olgunlaştıkça nöronal apoptoz ile sistematik olarak azaltılır (46). Periferik sinir sisteminde iskelet kası, perinatal dönemde birden fazla kaynaktan inervasyon alır ve daha sonra olgun sinir sisteminde fazladan inervasyonlar yok edilir (47). Yenidoğan döneminde, herhangi bir kas birden fazla nöral kaynaktan inervasyon alabilir ve buna “lüks inervasyon” denir (2). Bu nedenle bir kas aktivitesi, yetişkinde bu kası inerve eden tipik sinir yolunun fonksiyonunu veya sürekliliğini temsil ettiği şekliyle görülmeyebilir. Örneğin kısmen iyileşmiş OBPY’de sıklıkla dirsekte görülen agonist/antagonist ko-kontraksiyonunun bir nedenin de lüks inervasyon olduğu varsayılmaktadır (48). C6 sinir kökü etkileniminde, dirsek fleksörleri C7 veya alt sinir köklerinden fazla inervasyon alabilir ve bu da dirsek fleksörleri ve triceps kaslarının aynı anda kontraksiyonuna yol açmaktadır (48). OBPY’de sıklıkla görülen bu ko-kontraksiyon paternleri üst ekstremitenin fonksiyonlarını sınırlayarak çeşitli üst ekstremitte ve gövde kompensasyonlarına neden olmaktadır (4).

OBPY hastalarında, etkilenen brakial pleksus alanından sağlanan farklı afferentasyon sonucunda gelişen üst ekstremitelerin sensorimotor eksikliği postüral kontrol ve vücut dengesinde bir bozulma yaratmaktadır (47). Brakial pleksus yaralanmalarında vertikal postürün kontrolüne yönelik patofizyolojik mekanizmaların aydınlatılması gerekmektedir. Bu nedenle brakial pleksus doğum yaralanması olan hastalarda postüral disfonksiyon çalışma sayıları artmaktadır. Ridgway ve ark, doğumda brakial pleksus yaralanması sonucunda gelişen yapıda genel postüral dengenin bozulduğunu ve bunda etkilenen üst ekstremitelerden sağlanan azalmış periferik duyuşal girdinin temel rolünü vurgulamaktadır (50).

OBPY sonucunda görülen periferik sinir hasarı, aksonal sürekliliğin bozulmasına ve duyuşal, motor ve vejetatif fonksiyonların kısmen veya tamamen kaybına yol açabilir (51). Bu patolojinin tedavisinde ana yöntem sinir gövdelerinin cerrahi restorasyonudur. Son yıllarda aksonal rejenerasyonu sağlayan mikrocerrahi

tekniklerin kullanıldığı yaklaşım ve tedavi seçeneklerinde önemli bir başarı elde edilmiş olsa da, reinnervasyon sonrası organların fonksiyonel iyileşme sonuçları klinisyenler için tamamen tatmin edici değildir (52). Üst ekstremitelerde periferik sinir yaralanması olan hastalarda tedavi sonuçlarının etkinliğinin olmamasının, kortikal plastisite ile ilişkili problemler, yani beyin seviyesindeki yapısal ve fonksiyonel sonuçlar tarafından belirlenebileceği varsayılmaktadır (53). Periferik sinir yaralanmalarından sonra beynin plastik yeteneklerini gösteren hasarlı sinirden duyu bilgisi kaybına bağlı olarak somatosensoriel korteks nöronlarının aktivitesindeki azalmaya yönelik çalışmalar bulunmaktadır (54, 55).

Motor ve duyu nöron hücre gövdelerinin kaybının yanı sıra, OBPY'yi takiben spinal kordda da değişiklikler meydana gelmektedir. Daha önce açıklandığı gibi, yenidoğan döneminde fazladan inervasyon, yetişkinlerde aynı nörolojik lezyon tarafından denerve hale gelecek olan kasların kalıcı inervasyonunu sağlamak için kullanılabilir. Örneğin yenidoğan döneminde C5-C6 avulsiyon yaralanması olan hastalarda, C7'de avülse olmadıkça biceps normal aktiviteye ve EMG bulgularına sahip olabilir; tersine, erişkinlerde C5-C6 avulsiyon yaralanmaları tam biceps paralizine yol açmaktadır. Neonatal sinir sisteminin bu esnekliği, muhtemelen spinal kordda yolların yeniden yönlendirilmesini sağlar (49, 56).

OBPY etkilenmiş ekstremitelerde fonksiyonel kayıpların yanı sıra kas ve konnektif doku değişikliklerine sebep olmaktadır. Doğumda iskelet kasının inervasyonunun bozulması kas gelişimi üzerinde de olumsuz etkilere sahiptir (40). Denervasyondan kaynaklanan atrofinin yanı sıra, denerve kasın gelişimi üzerindeki ek sekonder etkilerin önemli klinik sonuçları vardır (57). Denervasyonun en dikkate değer olumsuz etkisi, postnatal kas gelişimi üzerinde biyolojik etkisi olduğu gösterilen kontraktürlere neden olmasıdır (58). Kontraktür patogenezinin mekanik teorileri, öncelikle kaslar arası kuvvet dengesizliğinden kaynaklanan anormal eklem duruşunu içerir. OBPYde kuvvet dengesizliği agonist/antagonist kas grubu çiftleri arasındaki eşit olmayan denervasyondan kaynaklanır (59). Kontraktür patogenezinin bu kas kuvveti dengesizliği teorisi, kontraktürlerden sorumlu kasların muhtemelen aşırı kuvvetini azaltmak için kemodenervasyon gibi kas zayıflatan tedavilerin yaygın kullanımına yol açmıştır(60, 61). Bununla birlikte, kontraktür patogenezinin kas

kuvveti dengesizliği teorisi, klinik senaryoları açıklamak için yetersizdir. OBPY'de kas kuvveti dengesizliği, dirsek ekstansör fonksiyonu korunmuş dirsek fleksör paralizisi durumunda gelişen dirsek fleksiyon kontraktürü gibi paradoksal kontraktürleri açıklayamaz (62). Omuz iç rotasyon kontraktürünün gelişimi için yaygın olarak belirtilen bu patomekanizmaya göre, inerve iç rotatörler ile etkilenmiş dış rotatörler arasındaki kas imbalansı sonucunda statik iç rotasyon eklem duruşuna ve nihai olarak eklem kontraktürüne yol açmaktadır. Ancak bu kas imbalansı teorisi, genellikle abdüksiyon paralizisini takip eden glenohumeral abdüksiyon kontraktürünü veya dirsek fleksörünün etkilenmesine bağlı gelişen dirsek fleksiyon kontraktürünü açıklayamaz (59). Ayrıca, MRI çalışmaları iç rotasyon, abdüksiyon ve dirsek fleksiyon kontraktürlerinin sırasıyla subskapularis, abdüksiyon ve brakialis atrofisine karşılık geldiğini ortaya koymaktadır. Bu da kontraktürlerin çalışan kasların aşırı aktivitesinden ziyade denerve kasların longitudinal gelişimi ve gerginliğinden (*tightness*) kaynaklanabileceğini düşündürmektedir (63-65).

Kontraktürlere ek olarak, neonatal inerve kastaki diğer bozulmalar OBPY'nin değerlendirilmesini ve tedavisini etkileyebilir (66). Kas iğcikleri, doğumdan önce oluşur ve doğum sonrası fonksiyon ve kalıcılık için afferent innervasyona bağlıdır (66). Nikalou ve ark. yaptığı hayvan modeli çalışmasında, postganglionik sinir kökü eksizyonu ile denervasyonu takiben kas iğciklerinin dejenere olduğu, ancak afferent nöronları kas ile temas halinde bırakan preganglionik yaralanmanın ardından ise korunduğu bulmuştur (66). Koordineli kas fonksiyonunun önemli bir bileşeni olan iğciklerin korunması, OBPY sinir kökü avülsiyonunu takiben sinir transferi cerrahisi ile yeniden innerve edilen kasın fonksiyonel iyileşmesinin, OBPY sinir kökü rüptürü durumunda aynı cerrahiye takiben elde edilenden daha üstün olduğu klinik bulgusunu açıklayabilir. Ayrıca, hayvan modelinde preganglionik yaralanmayı takiben kontraktürler meydana gelmemiştir, bu da OBPY'de klinik olarak görülen C5-C6 sinir kökü avülsiyon yaralanmalarını takiben kontraktürlerin olmamasıyla uyumludur (40). Bu nedenle afferent innervasyon kontraktür patogenezinde rol oynayabilir. Bununla birlikte, preganglionik yaralanmayı takiben sempatik innervasyon da korunur ve yakın zamanda sempatik nöronların efferent akson ve kas lifi arasındaki nöromüsküler kavşağı innerve ettiği ve fonksiyonda önemli bir rol oynadığı bulunmuştur (67). Bu nedenle, sempatik innervasyon sadece kontraktürü önlemede rol oynamakla kalmaz,

aynı zamanda preganglionik ve postganglionik yaralanmalarda sinir transferi cerrahisini takiben motor fonksiyonun iyileşmesini de açıklayabilir. Bununla birlikte, OBPY sekellerinde afferent ve sempatik innervasyonun göreceli rolleri daha fazla araştırılmalıdır. Benzer şekilde, iskelet kasındaki asetilkolin reseptörlerinin ekspresyonunun ve davranışının, doğum sonrası gelişim sırasında değiştiği ve yenidoğan denervasyonu tarafından bozulduğu uzun zamandır bilinmektedir.

OBP'Yli hastalarda OBPY'nin dağılımı ve şiddeti ile ilişkili olarak kemik büyümesi üst ekstremitelerde boyunca etkilenir. Bu kapsamda kemik ve kas gelişiminin uyumsuzluğu sekonder deformitelere yol açmaktadır (36).

OBPY'nin en önemli deformitelerden biri glenohumeral displazidir (68). Bu displazinin, kontraktürlerden kaynaklanan artan posterior basıncın ve/veya kas aktivitesi dengesizliğinin glenoid retroversiyona yol açması ve glenoiddeki basınç dengesizliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir (69). Bununla birlikte, denervasyonun kemik büyümesi üzerindeki biyolojik etkileri araştırılmaktadır(70). Displazinin mekanik fenotipi, yukarıda tartışılan kas kontraktürlerinde örneklendiği gibi, tamamen mekanik bir patofizyolojiye sahip olmayabilir. Hilton yasasına göre, bir eklem, onu geçen herhangi bir sinirden innervasyon alacaktır (71). Bu durumda, glenohumeral eklem posteriorde supraskapular sinirden, altta aksiller sinirden ve anteriorde brakial pleksusun geri kalanından innervasyon alacaktır. Bu nedenle, posterior ve inferior glenoidi besleyen sinirler tipik bir C5-C6 OBPY'de denervasyona uğrayacak, buna karşın brakial pleksusun geri kalanındaki sağlam sinirler hala anterior glenoidi geçecektir. Bu nedenle, OBPY sonucu görülen displazide tipik olan posterior glenoid yetmezliğinin, kısmen denervasyon sonucu görülen kas gelişiminin bozulmasına benzer şekilde, posterior glenoid displazisinin de denervasyon sonucundan kaynaklanması mümkündür(72). Bu kapsamda tıpkı hemiparetik serebral palsili hastalarda omuz deformitelerinin (73) postür, denge ve yürüyüş etkileri gibi OBPY'nde da sıklıkla görülen glenohumeral deformitelerin postür, denge ve yürüyüş benzer etkiler yaratabileceği düşünülebilir.

2.6. Obstetrik Brakiyal Pleksus Yaralanması ve Kortikal Değişiklikler

Literatürde, OBPY'li bazı çocuklarda klinik progresyonun, periferik hasarın boyutu ile ilişkili tahmin edilenden daha kötü olmasının olası bir nedeninin, doğumdan itibaren ekstremitenin kullanımının azalmasından kaynaklanan kortikal substratta ikincil değişiklikler olabileceği bildirilmektedir(74, 75). Periferik sinir yaralanmasını takiben sensorimotor kortekse giden afferent sinyallerde kayıp olduğu ve hem duyuşal hem de motor kortekslerde somatotopik organizasyonda hızlı bir değişimin meydana gelebileceği bilinmektedir. Bu da beyaz madde hacminde ve hemisferik bağlantıda değişikliklere neden olabilir. OBPY'li bireylerde rehabilitasyon sürecinin etkinliğini etkileyebilecek, primer motor korteksler dahil olmak üzere birçok beyin bölgesinde anormal aktivite bulunmuştur (76-78).

Sinaptogenez ve miyelinsasyon gibi önemli süreçler beyinde doğum sonrası meydana gelir ve aktiviteye bağlıdır. Bu nedenle OBPY'nin doğum sonrası beyin gelişimini önemli ölçüde etkilemesi şaşırtıcı değildir. Bununla birlikte yetişkinlerde de brakiyal pleksus yaralanmalarından sonra kortikal yeniden şekillenmenin meydana geldiğini anlamak önemlidir. Birçok çalışma, çoğunlukla fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) kullanarak, brakiyal pleksus yaralanmalarından sonra kortikal yeniden şekillenmeyi araştırmıştır(79, 80). Bu çalışmalarda, fMRI, dinlenme durumundan aktif dirsek fleksiyonuna ve basitçe hareketi hayal etmeye kadar değişen görevler sırasında serebral kortekste aktivasyon ve bağlantı bölgelerini gösterir. Bu çalışmalarda görüldüğü üzere, OBPY'nin sadece sensorimotor ağın (etkilenen üst ekstremiteye karşılık gelen duyuşal ve motor kortikal bölgeler) değil, aynı zamanda frontoparietal ağ, *executive control network*, *saliency network* gibi birkaç yüksek motor alanın yeniden düzenlenmesine neden olduğu açıktır. OBPY hastalarında bazı merkezler arasındaki bağlantı azalırken bazı bağlantılar artar, bu da yaralanmaya yanıt olarak serebral korteksin yaygın olarak yeniden şekillendiğini düşündürür. Daha yüksek dereceli motor alanların tutulumu, periferik sinir yaralanmasını takiben motor planlamada değişiklikler olduğunu düşündürür. Bununla birlikte, bu değişikliklerin yaralanmanın zararlı bir sonucu olup olmadığı veya fonksiyonel adaptasyonu temsil edip etmediği bilinmemektedir. Erişkinlikte opere edilmemiş veya cerrahi ile yeniden yapılandırılmış global brakiyal pleksus yaralanması olan hastaları inceleyen bir

çalışma, operasyondan sonra fonksiyonel olarak iyileşenlerin, ameliyat edilmemiş hastalara kıyasla belirli bölgelerde daha fazla bağlantıya sahip olduğunu, ameliyattan sonra fonksiyonel iyileşme göstermeyen hastaların, ameliyat edilmeyenlere kıyasla bağlantıda herhangi bir değişiklik göstermediğini bulmuştur (81). Yine, kortikal yeniden şekillenmedeki bu farklılıkların sinir cerrahisini takiben fonksiyonel iyileşmelere yol açıp açmadığı veya başarılı bir sinir cerrahisinden kaynaklanıp kaynaklanmadığı belirlenmemiştir. Bununla birlikte, yetişkinlikte brakial pleksus yaralanmasını takiben beyinde görülen değişiklikler, etkilenen üst ekstremitenin işleviyle doğrudan ilgili olan sensorimotor korteks bölgesinden daha geniş kapsamlı alanları içerir (82).

OBPY'li hastalarda yapılan benzer bir fMRI çalışma, perinatal yaralanmaların beyin üzerindeki farklı etkilerini tanımlayarak, yenidoğanlar ve yetişkinler arasındaki farklı adaptif mekanizmalar vurgulanmıştır. Ayrıca benzer bir başka çalışmada hayali ekstremitte hareketi ya da gerçek ekstremitte hareketiyle, etkilenen ekstremitteye karşılık gelen primer sensorimotor kortekste artmış aktivasyon bulunmuştur. Bu durum, yetişkin brakial pleksus yaralanmasını takiben tipik olarak azalmış sensorimotor korteks aktivasyonunun aksine bir bulgudur. Bu çalışmalar aynı zamanda yüksek motor alanlarda artan aktivasyon sayesinde etkilenen ekstremitenin sensorimotor korteksin aktivasyonunu da arttırdığını tespit etmektedir. Bu nedenle, yenidoğan yaralanmasına yanıt olarak, yetişkinlerde brakial pleksus yaralanmasını takiben azalmış interhemisferik bağlantının aksine, kontralateral hemisfer sensorimotor korteksinin artmış aktivasyonu görülebilmektedir. OBPY tanılı çocukların kontralateral C7 transferini takiben tedavi edilen ekstremitelerini bağımsız olarak kontrol etme yeteneğinin artması, hemisferler arasında yeniden şekillenme/plastisite kapasitesi ile açıklanabilir (82).

Yetişkinlerde ve yenidoğanlarda brakial pleksus yaralanması ve tedavilerinin yaygın beyin plastisitesine neden olduğu açıktır. Bu nedenle, sinir rekonstrüksiyonundan önce ve sonra ekstremitte hareketinin değerlendirilmesi, yaralanma veya nörorafi bölgesindeki aksonların periferik bağlanabilirliği ile belirlendiği kadar, kortikal yeniden şekillenmenin derecesi ve zamanlamasından ve motor öğrenme üzerindeki etkisinden de etkilenir. Ayrıca, OBPY tedavisi sadece

teknik olarak sinir rekonstrüksiyonuna dayanmaz, aynı zamanda motor öğrenmeyi destekleyen tedavileri de içermelidir.

OBPY’de motor ve duyu sinirlerin etkilenimi sensorial geribildirim mekanizmasını da etkilemektedir. Korteksin ilgili bölümüne etkilenmiş ekstremiteden gelecek bilgiler azalmaktadır. Bununla birlikte üst ekstremitte eklemeleri ve derisinde yer alan somatik duyu reseptörleri de etkilenen diğer dokulardır. Bilindiği üzere somatosensoriyal duyular postüral kontrolün korunması ve geliştirilmesinde rol almaktadırlar. Bu kapsamda OBPY’de bu duyulardaki azalma ve periferik/spinal sinirlerdeki etkilenim duyusal bilgilerin kortekse iletiminin etkilenmesi ve periferik sinir yaralanması sonucunda primer somatosensoriyal kortekste gerçekleşen plastik değişimler sonucunda bireylerde postüral kontrolün etkiileyebilmektedir. Sensorimotor uyarıların azalması aynı zamanda, motor planlamanın ve motor bağlantı alanları arasında iletimin kesilmesine neden olmaktadır (83).

Bjorkman ve ark. yaptıkları çalışmada deformiteler sonucunda fonksiyon kayıpları için geliştirilen kompensasyon mekanizmalarının etkilenmiş ekstremitenin aktif hareketi sırasında parietal lob posterior sahasında artmış aktivite tanımlamışlardır(77). Bununla birlikte santral motor programlama gerektiren otomatik hareketlerin neonatal dönemde OBPY’li bebeklerin istemli hareketi sırasında açığa çıkmaması OBPY’de santral motor programlamanın da etkilediğini göstermektedir (9).

Neonatal dönemde santral motor programlamada etkilenimin olduğunu gelişimsel apraksinin varlığı da göstermektedir. Sensorial kayıp ve kortikal değişiklikler nedeniyle, kompleks sensorimotor süreçlerin entegrasyonu ile sağlanan postüral kontrolün ve yine tüm ekstremitelerin motor ve sensoriyal girdileriyle koordinasyonu sağlanan yürüyüşün OBPY sonucunda etkilenebileceğini düşünmekteyiz OBPY’de tek taraflı ekstremitte etkilenimine sekonder gelişecek biyomekanik problemler ve neonatal periferik sinir yaralanması ve maturasyonu tamamlanmamış dokuların etkilenimi sonucu gelişen nöroplastik değişiklikler ekstremitlerin uyumunu etkileyerek postüral kontrol, denge ve yürüyüşü olumsuz etkileyecektir.

2.7. OBPY'de Postüral Kontrol ve Denge

Denge, birçok duyuşal, motor ve biyomekanik komponenti içinde bulunduran, dış kuvvetler karşısında kütle merkezini destek yüzeyi içinde tutabilme ve koruma yeteneği olarak tanımlanan kompleks bir fonksiyondur. Denge üzerinde etkili olan duyuşal ve motor sistemler birçok farklı nedenden dolayı etkilenebilir. Denge; oturma, emekleme, ayakta durma, yürüme ve koşma gibi farklı destek yüzeylerinde gerçekleşen aktivitelerde duyuşal sistem ve biyomekanik bileşenlerin entegrasyonu ile birlikte statik ve dinamik denge olmak üzere iki temel başlıkta incelenir (84, 85).

Statik denge statik pozisyonlarda vücut ağırlık merkezinin destek yüzeyi içinde kalmasıdır. Dinamik denge ise motor görev içeren aktiviteler esnasında postüral değişikliklere karşı uygun yanıtların verilebilmesidir (86). Çevresel değişiklikler ile birlikte yürüme, koşma, ağırlık aktarma aktiviteleri, merdiven inme çıkma gibi günlük yaşamda sık tekrarlanan aktivitelere ait farklı hareket paternleri ile bu paternler arasında pozisyon geçişlerinde kullanılan kinestetik hareket ve vizüel sisteme ait bilgilerin etkileşimi, dengenin korunması ve sürdürülmesinin ne kadar kompleks bir motor beceri gerektirdiğini göstermektedir(85).

Ayakta durmada denge vücut bölümlerinin dizilimi ve postüral kasların düşük düzeyli aktivitesiyle birlikte ağırlık merkezinin destek yüzeyi içinde tutulabilmesi için tekrarlı ve zorunlu anterior- posterior veya lateral postüral salınımlar ile gerçekleşir. Salınımlar en çok ayak ve ayak bileği çevresinde gerçekleşmektedir(85). Vertikal konumda ayak bileği fleksörleri, kalça, skapula çevresi ve postüral kasların önemli görevleri vardır. Vücut kütle merkezinin destek yüzeyinin dışına çıktığı durumlarda postüral kontrol mekanizmalarının devreye girmesiyle harcanan enerji artar. Merkezi ve periferel kontrol ile birlikte vizüel, somatosensöriyel (proprioseptif, deri ve eklem reseptörleri) ve vestibüler sistemlerin entegrasyonu gereklidir (87).

Vizüel sistem, başın pozisyonu ve hareketlerinden aldığı bilgilerle veri sağlar. Vizüel girdinin periferel uyarılarda postüral kontrol üzerinde etkin olduğu düşünölmektedir. Vizüel girdinin postüral kontrol üzerinde etkinliği bilinmesine rağmen kesin bir gerekliliği olmadığı da bilinmektedir. Görme yetisi olamayan kişilerden de anlaşıldığı gibi dengenin sağlanabilmesi için vizüel girdi zorunluluk

oluşturmamaktadır. Vizüel girdinin bazı durumlarda vücudu yanılttığı ve vizüel algının dengenin devamlılığını bozabileceği unutulmamalıdır (88, 89).

Somatosensöriyel sistem, farklı vücut bölümlerinin birbirleriyle olan ilişkisi ve destek yüzeyine göre vücut pozisyonu hakkında bilgi sağlar. Somatosensöriyel reseptörler sert ve yumuşak zeminde vertikal düzlemde destek yüzeyine göre vücut pozisyonu hakkında bilgi sağlarken hareketli bir yüzeye geçildiğinde vestibular sistemden de gelecek bilgilere ihtiyaç duyar. Vestibular sistem, başın hareketlerini ve yer çekime karşı gerçekleştirdiği pozisyonunu algılayan bir sistemdir. Postüral kontrol için vestibular sistemden gelen bilgiler önemlidir. Tipik gelişim gösteren çocuklarda postüral kontrol için gerekli olan bu sistemlerin kullanımları incelendiğinde; vizüel girdinin 2 yaşa kadar postüral kontrol için gerekliliği yüksektir. Vestibular sistem gelişiminde ise dereceli olarak olgunlaştığı 18 yaşından önce gelişimini tamamlamış olduğu düşünülmektedir (87, 90).

OBPY sonrası tek taraflı etkilenimden dolayı vücutta bir asimetri gelişmektedir. En iyi postür için yerçekimi hattı vücut ağırlık merkezinden geçmelidir. OBPY sonucunda ağırlık merkezi sekonder deformiteler, etkilenmiş ekstremitenin uygun ağırlık alamaması ve kas atrofisi sonucu ekstremiteler arası ağırlık farkı nedeniyle yer değiştirir. Bu nedenle kas iskelet sistemi üzerinde oluşan statik mekanik etkiler postüral değişiklikler yaratmaktadır. Bu kapsamda vücudumuzun bir kinetik halka olduğu göz önünü alınır, üst ekstremiteler ve ilişkili kemik ve eklem yapıları arasında bozulan ilişkiler sonucunda postürün ana sağlayıcısı olan omurgada biyomekanik problemler ve bu değişikliklere bağlı olarak da denge etkilenebilir (50, 91).

Postural kontrol, herhangi bir duruş veya aktivite sırasında bir denge durumunu sürdürme, elde etme veya yeniden sağlama eylemi olarak tanımlanır (92). Postüral kontrol sistemi, merkezi sinir sisteminin kontrolü altında ilgili periferik duyu reseptörleri ve kas-iskelet sisteminin etkileşimiyle gerçekleşen kompleks bir organizasyondur. İnsan vücudunun yapısı, dengelyi korumak için bir nöromüsküler kontrol sistemine ihtiyaç duymaktadır. Ayakta durma ve yürüme sırasında postüral kontrol sistemi ile birlikte diğer sistemler arasında gerçek zamanlı bir etkileşim gereklidir. Bu etkileşim sadece bir denge pozisyonunu korumanın göreceli başarısını

değil, aynı zamanda bu denge pozisyonunu elde etmek için kullanılan hareket stratejilerinin uygunluğunu ve etkinliğini de içerir (93). Denge, vücuda etki eden kuvvetler karşısında düşmeyi engellemek için gerekli postüral dinamiklerin geneli olarak tanımlanır (94).

Postüral kontrolün amacı nöromüsküler yapıların kontrolü ile kütle merkezinin destek yüzeyi içerisinde tutulması ile dengenin sağlanmasıdır (95-97).

Kütle merkezi toplam vücut kütesine eşdeğer bir noktadır ve üç boyutlu bir uzayda her bir vücut segmentinin kütleli merkezinin ağırlıklı ortalamasıdır. Ayakta dururken, postural stabilitenin klasik tanımı, dik duruşu sürdürme ve kütle merkezini destek tabanının sınırları içinde tutma yeteneğidir (98). Kütle merkezinin belirlenmesi zor olduğundan, literatürde postüral kontrolü değerlendirmek için basınç merkezi CoP kullanılır. CoP, dikey yer tepki kuvveti vektörünün nokta konumudur. Ayaklar yerle temas halindeyken yüzey alanı üzerindeki tüm basınçların ağırlıklı ortalamasını yansıtır, bu da kütle merkezi ile ilişkilidir. Kütle merkezi salınımının zemin üzerindeki izdüşümü, CoP salınımı ile ölçülebilir.

OBPY'nin, etkilenmiş ekstremitelerde yarattığı sorunlara ek olarak diğer ekstremiteleri, gövdeyi ve omurgayı etkileyen sorunlar konusundaki çalışmalar kısıtlı olmakla birlikte uzun dönemde gövde asimetrisi, postural kontrol ve denge kayıplarının gelişebileceği bildirilmektedir(99). Postüral kontrolün gelişimi motor gelişimin basamaklarından baş kontrolü ile başlar ve kaudal yönde ilerler. Yüzüstü pozisyon omuz, gövde, pelvis ve bacakların postüral gelişimine destek sağlar (100). Her iki kolda bu erken simetrik ağırlık aktarımı olmadan, oturma/ayakta duruşta postüral kontrolün gelişimi etkilenecektir. Postural kontrol eksiklikleri 4 aylıkken belirgin hale gelebilir (100, 101). OBPY'li bireylerde etkilenen kolun asimetrik kullanımı simetrik postural kontrolün gelişimini sınırlayan kompensasyonlara yol açabilmektedir(99).

Literatürde tek taraflı üst ekstremitte etkileniminin vücut kütle merkezi (Center of Mass- CoM) yer değişikliği yaratarak, postural stabilite parametrelerinden biri olan postural salınım değişikliklerine yol açtığı gösterilmiştir (99). Bununla birlikte özellikle OBPY'li bireylerde postural salınım değişikliklerini ve dengeye etkilerini

araştıran sınırlı sayıdaki çalışmada da, dengeyi etkileyen parametrelerin statik ve dinamik koşullarda objektif olarak ortaya konmasında kısıtlılıklar görülmektedir (99).

OBPY için mevcut tedavi yaklaşımları arasında, primer/sekonder sinir cerrahisi müdahaleleri ve üst ekstremitte fonksiyonunu iyileştirmek için uygulanan fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımları bulunmaktadır. Bununla birlikte, üst ekstremitte fonksiyon kaybı ve OBPY ile ilişkili sekonder fonksiyonel kayıplar arasındaki ilişkiler genellikle araştırılmamıştır. Daha da önemlisi, bu bireylerde postüral kontrol ve dengedeki potansiyel eksiklikler, klinik araştırma ve uygulamada kapsamlı bir şekilde ele alınmamaktadır.

Literatür üst ekstremitte yapılarının postüral kontrole etkisini çok çeşitli çalışmalarla ortaya koymuştur (73, 102-104). Anestezi ile aksiller sinir blokajı, üst ekstremitte immobilizasyonu veya yorucu kol egzersizleri kullanan çalışmalar, üst ekstremitte fonksiyonundaki azalma ile vücut salınımında artış veya dinamik denge testlerinde performans düşmesinin gözlemlendiği ve bu durumun postüral kontrolü ve dengeyi olumsuz etkilediğini göstermiştir (105). Örneğin mastektomi geçirmiş kişilerde, genellikle lenfödem, hareket kısıtlaması ve kollarda güç kaybı ile değişmiş postüral kontrol ve kompensasyonlar bulunmuştur (91). Bu bulgular, yeterli postüral kontrol ve denge için üst ekstremitte fonksiyonunun önemini pekiştirmektedir. Ridgway ve ark., OBPY'li çocuklarda postüral kontrol eksikliklerini araştırdığı çalışmada çocukların çoğunun (32 çocuktan 31'i), asimetrik postürden azalmış gövde rotasyonuna ve atipik hareketlere kadar değişen bazı postüral eksiklik belirtileri gösterdiğini bildirmektedir (50). En az iki potansiyel mekanizma ile OBPY hastalarında değişen denge performansı açıklanabilir: (i) üst ekstremitte tork üretimi eksikliği için biyomekanik bir telafi; ve (ii) OBPY'i takiben merkezi sensorimotor temsillerindeki değişiklikler (106).

Mekanik faktörlerin yanı sıra, periferik sinir hasarına merkezi adaptasyonlar da bu hastaların denge tepkisini etkileyebilir. Periferik sinir yaralanması veya spinal sinir köklerinin kopması, etkilenen kasların kortikal temsillerinde önemli değişikliklere yol açar. OBPY hastalarının özel durumunda, beyin görüntüleme ve transkraniyal manyetik stimülasyon (TMS) yaklaşımları aracılığıyla, etkilenmiş ve etkilenmemiş kasların kortikal sensorimotor temsillerinin yeniden düzenlenmesi ve M1

interhemisferik fonksiyonel bağlantıda azalma tarif edilmiştir. Gövde ve proksimal kasların sensorimotor temsiline postüral kontrolü etkileyebileceğine dair çok az kanıt vardır. Tsao ve diğerlerinin çalışmasında karın kaslarının TMS ile uyarılmış kortikal temsilindeki değişikliklerin bel ağrısı hastalarında bozulmuş postüral tepkilerle ilişkili olduğunu göstermektedir (107). Ek olarak, Kantak ve ark., oturma pozisyonundan ayakta durma pozisyonuna vücut duruşu değişikliklerinin, üst ekstremitenin distal değil proksimal kaslarının kortikospinal uyarılabilirliğini artırmak için yeterli olduğunu göstermiştir(108). Bununla birlikte, merkezi sinir sistemi yeniden organizasyonunun, OBPY hastalarında gözlemlenen postüral kontrol bozukluklarına katkıda bulunup bulunmadığı ve nasıl katkıda bulunduğu hala bir tartışma konusudur.

Postüral tonusun sağlanması için birçok sistemden sensorial bilgi gereklidir. Vizüel, vestibular ve somatosensoriyal bilgiler postüral tonus ve bununla ilgili postüral kontrolü direk etkiler. Postüral tonusun sağlanmasında somatosensoriyal girdilerin önemi bir spinal kord dorsal kök yaralanması sonucunda azalan postüral tonus ile ortaya konulabilir(96). OBPY'de yaralanmanın derecesi, klinik tablo ve fonksiyonel geri dönüşte yaralanmaya eşlik eden dorsal kök hasarının varlığı direkt etki etmektedir. Bilindiği üzere dorsal kök yaralanması durumunda somatosensoriyal bilgiler ve korteks arasında sensorimotor entegrasyon etkileneceği için postüral tonus da azalmaktadır. Bu nedenle özellikle OBPY'de tam paralizi durumlarında dorsal kök yaralanması sonucunda azalmış postüral tonus sebebiyle postüral kontrolün de azalması beklenir.

2.8. OBPY'nin Yürüyüşe Etkileri

Yürümek, günlük yaşamdaki en yaygın etkinliklerden biridir ve normalde çok az bilinçli çaba gerektirir. Bununla birlikte, ritmik çok eklemlilikli koordinasyon gerektiren karmaşık bir görevdir. Vücudun öne doğru ilerlemesi alt ekstremitelerin itilmesi ile sağlanır (109). Ancak üst ekstremiteler ihmal edilmemelidir çünkü kol salınımının olmaması yürüyüş üzerinde artan enerji tüketimi ve yürüme dengesizliği gibi birçok olumsuz etki meydana getirir. Bu durum sağlıklı insanlarda olduğu kadar nöromotor defisitleri olan hastalarda da kol hareketlerinin önemini göstermektedir (110).

Gözlemler, OBPY'li çocukların yürüme bozuklukları olduğunu, etkilenmiş taraftaki kol salınımı eksikliğinin en belirgin anormallik olduğunu göstermektedir. Bu, yürüme koordinasyonu göstergesi olarak adlandırılan zıt ekstremite hareketinin bir bozukluğu olarak adlandırılabilir (111).

Yürüyüşte kol salınımının olduğu ve olmadığı durumlarda eklem açıları, açısal hız ve eklem torkları benzer özellikte olsa da (112), kol salınımı, vücut kütle merkezinin (VKM) dikey yer değiştirmesini azaltarak yürüyüş sırasındaki enerji tüketimi açısından önemlidir. Yürümede değişen ağırlık merkezi yeri, yürüme etkinliğinin bir indikatörüdür (113). Araştırmalarda yürüyüşte VKM'nin dikey yer değişiminin hesaplanması yapılan işi, dengeyi ve enerji tüketimine ilişkin bilgi vermektedir (114).

Kollar yürüyüşte vücudun rotasyonel hareketini dengelerken metabolik enerji tüketimine sebep olur (115). Eğer yürüyüş sırasında kol salınımını kısıtlayacak ya da engelleyecek bir durum söz konusu olursa enerji tüketimi daha da artacaktır (116). Kolların salınımı sayesinde vücut kütle merkezi dikey yer değişimi ve dikey yer reaksiyon kuvvetleri azalmaktadır (117). Yürümede merkezi sinir sistemi tarafından kontrol edilen vücut reaksiyonları, dengenin sağlanması ve sürdürülmesinde önemli rol oynamaktadır. Kol salınımı kısıtlandığı durumlarda diğer vücut bölümleri dengenin korunması için kompensasyon mekanizmaları geliştirmektedir (118). OBPY'de kol salınımı olmadığı için, kalçalarda asimetriye ve sağ ve sol adım uzunluklarında gözle görülür bir farka katkıda bulunabilecek şekilde, pelvis ve tüm pelvisin rotasyonuna göre omuz rotasyonunda eksiklik veya asimetri gelişir. Kas aktivasyon asimetrisinin, pelvisin pozisyonunun ve anormal üst ekstremite hareket paternlerinin bir dizi yürüyüş bozukluğuna yol açabilir (119).Yapılan çalışmada, üst ekstremite hareket kısıtlılıklarının yürüme paternleri ve yer reaksiyon kuvveti dağılımı üzerindeki etkisini doğrulamıştır (120).

Aktif kol hareketinin, adımlama sırasında bacak kaslarındaki aktivasyonu önemli ölçüde arttırdığı bulunmuştur (121). İnsan yürüyüşü sırasında kol salınımı, üst ve alt ekstremiteler arasındaki nöral bağlantı nedeniyle bacak kas aktivitesini etkilediğini gösterebilir (120). Kollar ve bacaklar arasındaki nöral bağlantı

bozulduğunda kas aktivasyon süreleri veya seviyeleri optimize edilemeyebilir ve optimize edilmemiş kas aktivasyonları nedeniyle yürüyüş hızı azalabilir.

Yürüyüş sırasında motor ve postüral kontroldeki gelişim süreci bilgisi, anormal ve patolojik gelişimi değerlendirmek için bir ön koşuldur. Bununla birlikte, hem büyüme hem de merkezi sinir sistemi olgunlaşması yürüme fonksiyonundaki değişiklikleri etkiler; bu nedenle yürüyüşün gelişimi karmaşık bir konudur.

Son zamanlarda, ekstremiteler arası koordinasyonu kontrol etme yeteneği, patolojik ve patolojik olmayan çocuk popülasyonlarında postüral stabilite ile de ilişkilendirilmiştir. Ancak, bu faktörler arasındaki ilişkilerin gelişimsel süreçleri kapsamlı bir şekilde araştırılmamıştır. Meyns ve ark., ekstremiteler arası koordinasyonun (üst kol ve üst bacak) 5 yaşından 12 yaşına kadar kademeli olarak etkili olduğunu bildirmiştir. Ayrıca kontralateral ekstremitel koordinasyonunun (sol üst kol ve sağ üst bacak) olgunlaşmasının ipsilateral ekstremitel koordinasyonundan (sol üst kol ve sol üst bacak) daha uzun sürdüğünü ve çocukların yaklaşık 14 yaşında yetişkin benzeri seviyelere ulaştığını bildirmektedirler. Kontralateral ekstremitel koordinasyon paterni, artan yaşla birlikte faz içi paternine kademeli olarak yaklaşır. Bu nedenle, dinamik denge kontrolünün gelişimsel sürecinin ekstremiteler arası koordinasyon ile ilişkili olması mümkündür (118).

Gövde ve pelvis vücut kütlelerinin yarısından fazlasını temsil eder ve yürüyüşün dengesini ve stabilitesini büyük ölçüde etkiler. Uygun kol salınımı ve kolun duruşu ve/veya alt ekstremitel hareketi, gövde aksiyal rotasyon koordinasyonunun gelişimi ile bağlantılıdır. Dinamik denge kontrolü ve ekstremiteler arası koordinasyonun gelişimsel süreci ve çocukluk döneminde yürüme kontrolü mekanizmalarına ilişkin bilgi, anormal gelişim için etkili denge değerlendirmesini ilerletmek için çok önemlidir.

2.9.1. Yürüyüşün Zaman-Mesafe Karakteristikleri

Yürüyüşün zaman-mesafe karakteristiklerinin değerlendirilmesi yürüyüşteki sapmaların ortaya konmasına, tedavi sürecini planlama ve hastalık progresyonunun takip edilmesine yardımcı olmaktadır. Yürüyüşün zaman-mesafe karakteristikleri;

adım süresi(sn), adım uzunluğu (cm), çift adım uzunluğu(cm), destek yüzeyi (cm), ayak açısı ($^{\circ}$), tek ve çift destek süresi (sn), yürüyüş hızı (cm/sn) ve kadanstan (adım/dk vb.) oluşmaktadır. Bu parametrelerin nicel veya nitel olarak ifade edilmesi için yapılan uygulamalar gözlemsel ve kantitatif olarak iki grupta incelenebilir. En sık kullanılan yürüyüş değerlendirmeleri arasında gözlemsel ve ayak izi yöntemleri bulunmaktadır. Ancak bu yöntemler subjektif veri sağladığı için güvenilirliği düşüktür (122).

Yürüme tüm vücudun koordineli katılımını gerektiren karmaşık bir döngüdür. Bir yürüyüş döngüsü %40 sallanma ve %60 duruş fazlarından oluşur. Duruş fazı başındaki ve sonundaki %10'luk kısım çift destek fazıdır. Ekstremitenin yerle temasının kesildiği %40'lık faz sallanma fazıdır. Yürüme hızı düştükçe çift destek fazı uzar. Duruş fazında ekstremita stabilizasyonu ile yük aktarımı sağlanır ve öne doğru ilerleyici bir kuvvet üretilir. Bu faz beş bölümden oluşur. Sallanma fazı ise ayağın yerden ayrılıp gövdenin öne ilerlediği fazdır (122). Yürüyüşün zaman mesafe karakteristikleri şunlardır:

Adım süresi(sn): Yürüyüşte bir ayağın topuk teması sonrası diğer ayağın topuk teması arasındaki süre olarak tanımlanır.

Adım uzunluğu (cm): Yürüyüşte bir ayağın topuk teması sonrası diğer ayağın topuk teması arasındaki uzaklık olarak tanımlanır.

Çift adım uzunluğu (cm): Bir topuğun zemine temas eden noktası ile yine aynı topuğun zemine temas eden noktası arasındaki uzaklık olarak tanımlanır.

Destek yüzeyi (cm): Her iki ayağın ilerleme hattı arasındaki dik uzaklıktır.

Ayak açısı($^{\circ}$): Topuk orta noktası ile 2. ayak parmağı arasında uzanan hat ile (ayak uzun eksenini) ilerleme hattı arasındaki açıdır. Ayak uzun eksenini, ilerleme hattının dışında ise pozitif (+) değer alır ve external rotasyonu gösterir, içinde ise negatif (-) değerdedir ve internal rotasyon olarak ifade edilir.

Tek destek süresi (sn): Yürüyüş siklusunun %12'si ile %50'si arasındadır ve karşı taraf ekstremitenin öne geçtiği anda, aynı taraf ekstremita ile vücut ağırlığı

desteklenmektedir. Tek destek süresi karşı ekstremitedeki ayağın sallanma fazı süresine de eşittir.

Çift destek süresi (sn): Yürüyüş siklusunun, ilk %12'lik bölümü, vücut ağırlığı çift destek fazında, bir ayaktan diğerine aktarılırken, vücudun ağırlığının taşınması görevidir. Çift destek fazının ikinci defa görüldüğü, duruş fazının son %12'lik bölümü, tüm sallanma fazı boyunca, ekstremitenin yeni lokasyonuna taşınmasına yardımcı olmaktadır.

Yürüyüş hızı (cm/sn): Birim saniyede alınan yolu ifade etmektedir.

Kadans (adım/dk): Dakikadaki adım sayısını ifade etmektedir.

OBPY'li olgularda klinik denge değerlendirmeleri, postürografik analizler ve sınırlı sayıdaki yürüyüş değerlendirmeleri bu bireylerin postüral kontrol ve denge bozuklukları sergilediğini göstermektedir. Bu sonuçlar, OBPY sonrası motor bozukluğun üst ekstremitte segmentiyle sınırlı olmadığını ve bu bireylerin fonksiyonel durumunu etkileyebileceğini düşündürmektedir. Bu kapsamda brakial pleksus lezyonu sonrası rehabilitasyonun sadece üst ekstremiteye yönelik olmaması gerektiğini ve dengeyi geliştirmeye yönelik girişimlerin bu popülasyon için uygun olabileceği düşüncesiyle çalışmamızda OBPY'li bireylerin denge, yürüyüş ve koşu parametrelerinin tipik gelişim gösteren olgularla karşılaştırılması amaçlandı.

3. BİREYLER VE YÖNTEM

3.1. Bireyler

Çalışmaya, Hacettepe Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi, El Cerrahi Ünitesi'ne OBPY teşhisiyle başvuran 2-10 yaş arası 57 olgu ile (OBPY Grubu), tipik gelişim gösteren 43 tipik gelişim gösteren yaşıtı (Kontrol Grubu) dahil edildi. Çalışma öncesinde tüm ailelere çalışma hakkında bilgilendirme yapıldı ve ebeveynlerden aydınlatılmış onam formu alındı.

Çalışma için Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan 24.10.2018 tarihinde GO 18/1001-39 karar numarası ile onay alındı (EK-1).

Çalışmaya alınması gereken olgu sayısını belirlemek amacıyla çalışmaya katılan OBPY'li olgulardan ve tipik gelişim gösteren kontrol grubundan çalışmamız kapsamında değerlendirilecek parametreler kullanılarak ilk 20 hastanın GAITRite yürüyüş yolu ve Bertec Denge Platformu verilerinden yapılan güç analizinde; %80 güçte, 0,05 alfa katsayısı ile her grup için alınması gereken birey sayısı en az 37 olarak belirlendi. Güç analizinin hesaplanmasında G*Power 3.1.7 programı kullanıldı.

3.1.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

- OBPY tanısı almış olmak
- 2-10 yaş arasında olmak
- Son 3 ay içinde cerrahi bir işlem geçirmemiş olmak.

3.1.2. Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri

- Son 3 ay içinde herhangi bir cerrahi müdahale geçirmek

3.2. Değerlendirme Yöntemleri

Bu çalışma vaka kontrol araştırma çalışmasıdır. Çalışma kapsamında değerlendirmeye alınan olguların değerlendirilen özellikleri aşağıda verilmiştir.

3.2.1. Demografik Bilgiler

Çalışmaya dahil edilen tüm olguların yaş ve cinsiyet bilgileri kaydedildi.

3.2.2. Antropometrik Ölçümler

Çalışmaya dâhil edilen tüm olguların boy ve vücut ağırlığı gibi antropometrik ölçümleri yapılarak değerlendirme sistemlerine kaydedildi.

3.2.3. OBPY'li Olgulara Özgü Değerlendirmeler

OBPY'ye ilişkin perinatal bilgiler, geçirilmiş cerrahi ve çalışmayı etkileyebilecek kullanılan yardımcı cihaz sorgulamaları yapılarak bilgiler kaydedildi. Bununla birlikte OBPY'li olguların Narakas Sınıflandırma sistemine göre yaralanmanın şiddeti, fonksiyonel durum değerlendirmesi için Modifiye Mallet ve Aktif Hareket Skalası değerlendirmesi bilgileri kaydedildi.

3.2.4. Yürüyüşün Değerlendirilmesi

Yürüyüş ve koşunun değerlendirilmesinde GAITRite® (CIR System INC. Clifton, NJ 07012) elektronik yürüme yolu kullanıldı. GAITRite yaklaşık 6 metre uzunluğunda, 60-120 Hz frekans aralığında, basınca duyarlı 18,432 sensörden oluşan ve yürüyüşün zaman mesafe karakteristiklerine ilişkin verilerin elde edilmesini sağlayan altın standart ve objektif bir değerlendirme yöntemidir (123). Yürüyüşe başlamadan önce, bireylerin adı- soyadı, doğum tarihi, boyu (cm), kilosu (kg) ve trokanter majorden yere ölçülen bacak boyu uzunluğu değerleri sisteme kaydedildi. Sistemin içinde bulunan yazılım ile hastaların boy ve bacak uzunluğu verileri normalize edilmektedir. Yaş grubunun küçük olmasından dolayı bireylerin normal yürüyüş siklusunu yakalayınca kadar platform üstünde yürümeleri ve alışmaları

istendi. Bu adaptasyon geliştirildikten sonra normal yürüyüş hızındaki 3 yürüyüşe ait veriler kaydedilerek ortalamaları analizlerde kullanıldı. Yürüyüş değerlendirmesi esnasında normal yürüyüş paterninin dışına çıkan ölçümler örneğin, yürüşün yolu sınırlarından dışarı çıkma ya da yürüyüş değerlendirilmesi esnasında durma gibi durumlarda analiz tekrarlandı.

Yürüyüşün zaman mesafe karakteristikleri değerlendirildikten sonra, GAITRite üzerinde motivasyon oluşturacak bir objeye hızlıca koşmaları sağlanarak 3 tekrarlı koşma değerlendirilmesi gerçekleştirildi. Yürüyüş analizi ile; adım süresi (sn), adım uzunluğu (cm), çift adım uzunluğu (cm), destek yüzeyi (cm), ayak açısı ($^{\circ}$), tek destek ve çift destek period süreleri (sn) yürüyüşün bilateral parametreleri üst ekstremitte etkilenimi dikkate alınarak etkilenen ve etkilenmeyen taraf olarak kaydedildi. Yürüyüş hızı (cm/sn) ve kadans (adım/dk) parametreleri ise tek ölçüm alınarak analiz edilmiştir (123) (Şekil 3.2).



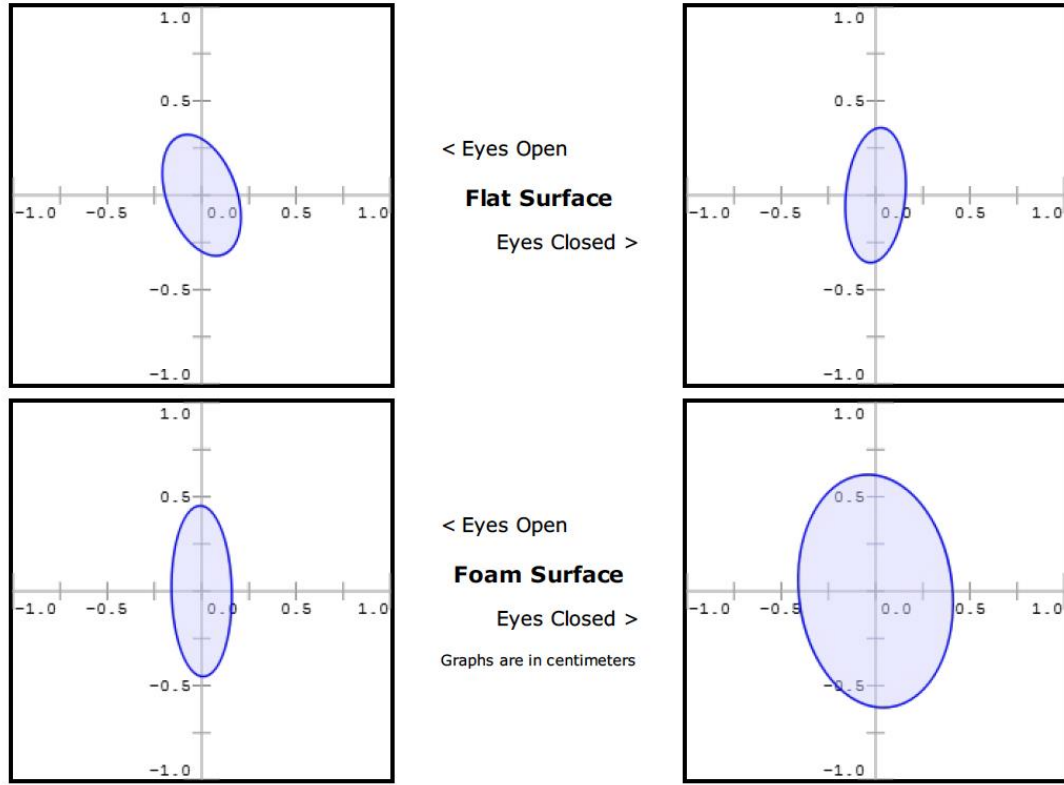
Şekil 3.1. GAITRite ile elde edilen veriler

3.2.5. Dengenin Değerlendirilmesi

Postüral salınımları değerlendirmek için Bertec Balance Check ScreenerTM (Model BP5050) kuvvet platformu kullanıldı. Vertikal kuvvet ve Center of Pressure (CoP)'daki değişimleri anlık olarak izleyebileceğimiz sistemde, veriler objektif ölçüm yapabilen bir platformda gerçekleştirildi. Kuvvet platform sistemi bilgisayar ile bağlantılı, yerdeki 45x45 cm'lik 13 cm kalınlığında bir platformdan oluşmaktadır.

Ayrıca yumuşak zeminde postüral salınımların değerlendirilmesinde kullanılan platform ile aynı boyutlarda olan ve üzerine yerleştirilen yumuşak zemin bulunmaktadır. Platform kişinin gravite merkezinin yer değiştirme miktarını değerlendirir. Teste başlamadan önce olguların demografik bilgileri ve boyları sisteme kaydedildi. Değerlendirme sırasında olgulardan çıplak ayakla platform üzerine çıkmaları istendi. Her iki ayağın medial malleollerini platformdaki malleolus çizgisiyle aynı hizada, ayaklar orta hat çizgisine göre simetrik ve ayaklar olabildiğince birbirine paralel olacak şekilde pozisyonlandı. Teste başlamadan önce bilgilendirme ve deneme yapıldı ve motivasyon oluşturulması için 10'a kadar değerlendirici tarafından sayıldı. Üst ekstremitelerin, barlardan destek almadan gövde yanında olması ve olgulardan göz hizasında belirlenen bir noktaya bakmaları ve olabildiğince hareketsiz beklemeleri istendi. Gövdede rotasyonel hareketlerin olması durumunda veya ayağın yerle temasının devam etmediği ya da dışardan destek alındığı durumlarda test sonlandırılarak tekrarlandı. Postüral salınım gözler açık ve gözler kapalı olarak sert ve yumuşak zemin olmak üzere 4 farklı durumda değerlendirildi. Her bir durum için Balance Check Software (124) tarafından anterior-posterior ve lateral salınım aralığı yüzdelik dilim ile hesaplandı. Yaşa göre belirlenen cut-off değerlerine göre stabilite skorları analizlerde kullanıldı. Kuvvet platformundan elde edilen veriler Şekil 3.3'de gösterilmiştir.

Standing Stability Report - Tem 28, 2020



	NS-EO	NS-EC	PS-EO	PS-EC
Anterior-Posterior Sway Range (cm)	0.655	0.739	0.835	1.225
Lateral Sway Range (cm)	0.376	0.325	0.327	0.856
Direction of Max Instability (deg)	-20 (left)	5 (right)	-1 (left)	-7 (left)
Stability Score	87.33%	86.40%	82.85%	76.52%
Age Matched Average Score	92.40%	90.40%	88.20%	79.00%
2 SD Less	91.34%	89.14%	86.72%	76.36%
3 SD Less	90.81%	88.51%	85.98%	75.04%
Lost Balance				

Şekil 3.2. Bertec Balance Check Screener™ kuvvet platformu ile elde edilen veriler

3.3. İstatistiksel Yöntem

Nitel veriler sayı ve yüzde ile nicel veriler ise ortalama ve standart sapma ile özetlenmiştir. Bağımsız iki grup karşılaştırmaları Student t testi ile yapılmış ve etki büyüklükleri Cohen d istatistiği ile hesaplanmıştır. Cohen değer aralığı d:0.20 düşük etki, d:0.50 orta etki, d:0.80 yüksek etki büyüklüğü olarak kabul edilmiştir (125). Bağımsız iki grup karşılaştırmasında n>30 örneklem merkezi limit teoremine göre parametrik testler tercih edilmiştir. Yürüyüşe ait bilateral ölçümlerde ölçümler arası

fark hesaplanarak, hesaplanan farklar yönüyle gruplar karşılaştırılmıştır. Ayrıca nicel ölçümler iki kategorili olarak sınıflanmış ve gruplardaki dağılımları Ki-kare testleri ile karşılaştırılmış ve kesin (Exact) p istatistikleri hesaplanmıştır. Tüm analizler JASP (versiyon 0.16.1.0) ile yapılmış ve istatistiksel anlamlılık %5 tip hata düzeyinde değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Bireye ait Bulgular

Çalışmaya alınan olguların demografik özelliklerine ait veriler Tablo 4.1’de verilmiştir. OBPY’li olgular ile kontrol grubu demografik verileri karşılaştırıldığında yaş, boy, vücut ağırlığı açısından fark bulunmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Demografik özelliklere ilişkin istatistikler

Demografik Özellikler	OBPY (n=57) X±SS	Kontrol (n=43) X±SS	p
Yaş (yıl)	6,35±1,40	6,09±0,76	0,650
Boy (cm)	109,42±15,45	113,47±7,55	0,185
Kilo (kg)	21,47±8,96	23,58±4,9	0,135
VKİ (kg/cm ²)	17,34±2,95	18,2±2,77	0,137

OBPY: Obstetrik Brakial Pleksus Yaralanması, VKİ: Vücut Kitle İndeksi, Bağımsız iki örneklem t test, $p<0,05$, X; Ortalama, SS: Standart Sapma

OBPY’li bireylerin 36’sının (%63) sağ üst ekstremitte, 21’nin (%37) ise sol üst ekstremitte etkilenimi olduğu belirlendi. Tipik gelişim gösteren grupta tüm olgular sağ dominanttır. OBPY’li olguların Narakas Sınıflandırma Sistemine ilişkin tipleri ve grup içi dağılımları Tablo 2’de gösterildi. Çalışmaya dahil olan OBPY’li olgularda en sık görülen klinik Tip 3 (%31,6) ve en az görülen klinik tipi ise Tip 4 (%7) olarak belirlenmiştir (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. OBPY’li olguların Narakas Sınıflandırmasına ilişkin dağılım

	n	Yüzde
Tip 1	8	14,0
Tip2A	12	21,1
Tip2B	15	26,3
Tip3	18	31,6
Tip4	4	7,0
Total	57	100,0

4.2. Yürüyüşün Zaman-Mesafe Karakteristiklerinin Tanımlayıcı İstatistikleri Ve Gruplar Arası Karşılaştırılması

Yürüyüşün zaman mesafe karakteristikleri açısından OBPY’li bireyler ve tipik gelişim gösteren olgular arasında fark olmadığı bulundu ($p>0,05$). Bununla birlikte gruplar arası farkın etki büyüklüğü hesaplanmış ve hız, destek yüzeyi, çift destek ve ayak açısı değişkenleri için düşük-orta arası etki büyüklüğü (Cohen d: 0,20-0,50) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.3).

OBPY’li olguların hız ortalaması ($96,11\pm 20,2$) kontrol grubunun hız ortalamasından ($103,05\pm 19,76$) etki büyüklüğü olarak anlamlı düşük bulunmuştur (Cohen d:0,347).

OBPY’li ($0,01\pm 0,57$) olguların destek yüzeyi ortalaması kontrol grubu ortalamasından ($0,12\pm 0,39$) etki büyüklüğü açısından anlamlı farklı bulunmuştur (Cohen d: 0,254).

Tablo 4.3. Gruplarda yürüyüşün zaman mesafe karakteristikleri, gruplar arası karşılaştırma ve etki büyüklüğü sonuçları

	Kontrol (n=43)	OBPY (n=57)	t*	p	Cohen d
Hız(cm/sn)	103,05±19,76	96,11±20,22	1,723	0,088	0,347
Kadans (adım/dk)	144,35±21,76	142,47±28,49	0,374	0,709	0,074
Adım Süresi (s)	0±0,02	0±0,02	0,083	0,934	0,017
Adım Uzunluğu(cm)	0,04±1,88	-0,02±2,22	0,145	0,885	0,029
Destek Yüzeyi (cm)	0,12±0,39	-0,01±0,57	1,292	0,200	0,254
Sallanma Fazı (%)	-0,04±2,12	-0,05±1,77	0,008	0,994	0,002
Duruş Fazı (%)	0,04±2,11	0,05±1,76	-0,011	0,991	-0,002
Tek Destek (%)	-0,05±2,43	-0,02±2,02	-0,066	0,948	-0,013
Çift Destek (%)	-0,01±0,89	-0,27±0,97	1,385	0,169	0,278
Ayak açısı (⁰)	0,73±5,2	-0,86±5,46	1,486	0,141	0,299

OBPY: Obstetrik Brakial Pleksus Yaralanması *Bağımsız iki örneklem t testi

4.3. Koşmada Zaman-Mesafe Karakteristiklerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Gruplar Arası Karşılaştırılması

OBPY'li olgularla tipik gelişim gösteren gruba ait koşu parametreleri incelendiğinde hız, adım süresi ve destek yüzeyinde fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (sırasıyla $p<0,001$, $p=0,043$ ve $p=0,015$).

Gruplar arasında hız değerleri incelendiğinde tipik gelişim gösteren grupta, OBPY grubuna göre yürüme hızlarının daha fazla olduğu bulunmuştur ($p<0,00$). Gruplar arasında adım süreleri incelendiğinde OBPY'li grupta daha uzun olduğu bulunmuştur ($p=0,043$). Destek yüzeyi incelendiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuş ve OBPY'li grupta destek yüzeyinin anlamlı olarak arttığı tespit edilmiştir ($p=0,015$).

Gruplar arasındaki farklılıklarla ilişkin etki büyüklüğünün orta-yüksek düzey arasında (Cohen d: 0.50 ve 0.80) olduğu görülmektedir.

Tablo 4.4. Koşma ölçümlerine ilişkin grup karşılaştırmaları

	Kontrol (n=43)	OBPY (n=57)	t*	p	Cohen d
Hız(cm/sn)	240,68±42	208,8±40,71	3,808	<0,001	0,771
Kadans (adım/dk)	220,32±25,05	214,66±31,35	1,004	0,318	0,200
Adım Süresi (s)	-0,01±0,02	0±0,02	-2,056	0,043	-0,411
Adım Uzunluğu(cm)	-0,14±3,04	0,19±3,58	-0,500	0,618	-0,100
Destek Yüzeyi (cm ²)	0,12±1,15	-0,43±1,01	2,481	0,015	0,506
Sallanma Fazı (%)	-0,04±2,09	0,02±2,53	-0,131	0,896	-0,026
Duruş Fazı (%)	0,05±2,09	-0,04±2,49	0,188	0,851	0,037
Tek Destek (%)	-0,53±3,45	0,33±3,29	-1,261	0,211	-0,256
Çift Destek (%)	-0,05±2,68	0,01±2,63	-0,110	0,913	-0,022
Ayak açısı (°)	0,76±6,5	-1,04±6,8	1,342	0,183	0,270

OBPY: Obstetrik Brakial Pleksus Yaralanması, *Bağımsız iki örneklem t testi

4.4. Denge Değerlendirmesine Ait Bulgular

OBPY'li olgular ile tipik gelişim gösteren olguların sert ve yumuşak zemindeki anterior-posterior ve lateral yöndeki salınım aralıklarının ortalama değerleri ve bu parametreler açısından iki grup karşılaştırma sonuçları Tablo 4.5'de gösterildi. Anterior-posterior salınım aralığına ait sert ve yumuşak zeminde, gözler açık ve kapalı yapılan ölçümlerde OBPY'li olgular ve kontrol grubu ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0,05$). Lateral salınım aralığına ait sert ve yumuşak zeminde, gözler açık ve kapalı yapılan ölçümlerde de OBPY'li olgular ve kontrol grubu ortalamaları arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$).

Tablo 4.5. Postural Salınım Sonuçlarına İlişkin Grup Karşılaştırmaları

	Kontrol (n=45)	OBPY (n=56)	t*	p	Cohen d
APSRNSEO	0,7±0,33	0,92±0,55	-2,524	0,013	-0,492
APSRNSEC	0,81±0,35	1,05±0,45	-3,044	0,003	-0,601
APSRPSEO	0,91±0,35	1,16±0,6	-2,632	0,010	-0,513
APSRPSEC	0,99±0,29	1,49±0,6	-5,517	<0,001	-1,067
LSRNSEO	0,62±0,45	0,93±0,94	-2,183	0,032	-0,422
LSRNSEC	0,43±0,21	0,69±0,61	-3,051	0,003	-0,584
LSRPSEO	0,86±0,52	1,34±1,52	-2,223	0,029	-0,425
LSRPSEC	0,74±0,38	1,22±1	-3,311	0,001	-0,635

APSRNSEO: Anterior-Posterior Salınım sert Zemin Gözler Açık APSRNSEC: Anterior-Posterior Salınım Sert Zemin Gözler Kapalı, APSRPSEO: Anterior-Posterior Salınım Yumuşak Zemin Gözler Açık, APSRPSEC: Anterior-Posterior Salınım Yumuşak Zemin Gözler Kapalı, LSRNSEO: Lateral Salınım Sert Zemin Gözler Açık, LSRNSEC: Lateral Salınım Sert Zemin Gözler Kapalı, LSRPSEO: Lateral Salınım Yumuşak Zemin Gözler Açık, LSRPSEC: Lateral Salınım Yumuşak Zemin Gözler Kapalı

OBPY: Obstetrik Brakial Pleksus Yaralanması *Bağımsız iki örneklem t testi * $p<0,05$

4.5. Narakas Sınıflandırmasına Göre OBPY'li Olguların Grup İçi Karşılaştırmaları

Çalışmada OBPY'li grupta Narakas Sınıflandırma sistemi içerisinde tanımlanan tüm Tiplerin yer aldığı ancak dağılımın tipler arasında farklı olduğu görüldü. Narakas Sınıflandırma sistemindeki Tiplere dağılımın sonuçları etkileyip etkilemeyeceği ve bireylerde sonuçların genellenebilmesi açısından OBPY'li olgular Tip1, Tip2a ve 2b hafif düzey etkilenime sahip olan ve Tip3 ve Tip 4'e ait olgular ise ileri düzey etkilenime sahip olan grup olarak iki gruba ayrılarak; bu 2 grup için demografik özellikler, yürüyüş ve koşu parametreleri sonuçları karşılaştırıldı.

Demografik özellikler OBPY'nin hafif ve ileri düzeyindeki gruplar arasında istatistiksel olarak farklı değildi ($p>0,05$; Tablo 4.6).

Tablo 4.6. OBPY yaralanma şiddeti düzeyine göre grupların demografik özellikler bakımından karşılaştırılması

	Hafif (n=35)	İleri (n=22)	t*	p	Cohen's d
Yaş	6,66±1,71	6,45±1,68	0,439	0,662	0,119
Boy	109,49±15,03	109,32±16,46	0,039	0,969	0,011
Kilo	21,01±8,93	22,2±9,16	-0,483	0,632	-0,132
VKİ	16,95±3,16	17,95±2,53	-1,312	0,195	-0,348

OBPY: Obstetrik Brakiyal Pleksus Yaralanması; VKİ: Vücut Kütle İndeksi;

*Bağımsız iki örneklem t testi;

Hafif: Tip1, Tip2A ve Tip2B;

İleri:Tip3 ve Tip4,

OBPY'li bireylerde yaralanma şiddetine göre hafif ve ileri düzeyde etkilenimi olan gruplarda yürüyüşün zaman mesafe karakteristiklerinin karşılaştırılması sonucunda istatistiksel olarak fark bulunmadı ($p>0,05$; Tablo 4.7).

Tablo 4.7. OBPY yaralanma şiddeti düzeyine göre grupların yürüme ölçümleri bakımından karşılaştırılması

	Hafif (n=35)	İleri (n=22)	t*	p	Cohen's d
Hız(cm/sn)	98,08±21,71	92,97±17,62	0,974	0,335	0,259
Kadans (adım/dk)	146,78±31,84	135,61±21,05	1,593	0,117	0,414
Adım Süresi (s)	0±0,01	-0,01±0,03	1,327	0,195	0,385
Adım Uzunluğu(cm)	0,3±2,35	-0,54±1,95	1,474	0,147	0,393
Destek Yüzeyi (cm)	-0,04±0,66	0,04±0,4	-0,563	0,576	-0,145
Sallanma Fazı (%)	0,08±1,2	-0,24±2,44	0,579	0,567	0,168
Duruş Fazı (%)	-0,08±1,19	0,24±2,43	-0,577	0,569	-0,168
Tek Destek (%)	-0,03±1,72	0,01±2,47	-0,061	0,952	-0,017
Çift Destek (%)	-0,34±1,14	-0,16±0,62	-0,780	0,439	-0,199
Ayak açısı (°)	-1,16±6	-0,38±4,55	-0,555	0,581	-0,146

OBPY: Obstetrik Brakiyal Pleksus Yaralanması *Bağımsız iki örneklem t testi;

Hafif: Tip1, Tip2A ve Tip2B;

İleri:Tip3 ve Tip4

OBPY'li bireylerin yaralanma şiddetine göre grupların koşu ölçümleri bakımından karşılaştırılması yapıldı. Koşu ölçümleri bakımından hastalık düzey grupları arası farklar istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p>0,05$ Tablo 4.8).

Tablo 4.8. OBPY yaralanma şiddeti düzeyine gruplarının koşma ölçümleri bakımından karşılaştırılması

	Hafif (n=35)	İleri (n=22)	t*	p	Cohen's d
Hız(cm/sn)	208,96±31,91	208,54±52,65	0,034	0,973	0,010
Kadans (adım/dk)	218,57±28,91	208,42±34,67	1,146	0,259	0,318
Adım Süresi (s)	0±0,02	0,01±0,03	-1,714	0,095	-0,476
Adım Uzunluğu(cm)	0,3±3,65	0,02±3,56	0,295	0,769	0,080
Destek Yüzeyi (cm)	-0,45±0,85	-0,39±1,23	-0,196	0,846	-0,055
Sallanma Fazı (%)	0,09±2,59	-0,09±2,48	0,272	0,787	0,074
Duruş Fazı (%)	-0,11±2,56	0,07±2,44	-0,261	0,795	-0,071
Tek Destek (%)	0,1±2,94	0,71±3,81	-0,647	0,522	-0,181
Çift Destek (%)	-0,31±2,26	0,52±3,12	-1,079	0,288	-0,304
Ayak Açısı (°)	-1,12±7,37	-0,91±5,96	-0,115	0,909	-0,030

OBPY: Obstetrik Brakiyal Pleksus Yaralanması *Bağımsız iki örneklem t testi;

Hafif: Tip1, Tip2A ve Tip2B;

İleri:Tip3 ve Tip4

5. TARTIŞMA

OBPY’li olgular ile tipik gelişim gösteren benzer yaş grubunda olan olguların denge parametreleri, yürüyüş ve koşuya ait zaman-mesafe karakteristiklerini karşılaştırdığımız çalışmada OBPY’li olgular ile kontrol grubunun yürüyüşün zaman-mesafe karakteristiklerinin benzer olduğu, koşu parametrelerinde ise OBPY’li bireylerde hızın azaldığı, adım süresi ve destek yüzeylerinin arttığı belirlendi. Tüm denge değerlendirmelerinde tipik gelişim gösteren olguların OBPY’li yaşlılarına göre daha iyi performans gösterdiği sonucuna ulaşıldı.

Ülkemizde OBPY'nin, postüral denge ve yürüyüşün zaman-mesafe karakteristikleri üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Uluslararası literatürde ise OBPY’li bireylerin yürüyüşüne ait zaman mesafe karakteristiklerini inceleyen tek bir çalışma olup, bu çalışmada kontrol grubu oluşturulmadan olguların sonuçları Narakas gruplarına göre analiz edilmiştir (126). Çalışmamızın OBPY'li bireylerde postüral kontrol, yürüyüş ve koşu parametrelerini objektif yöntemlerle değerlendiren ve aynı yaş grubu tipik gelişim gösteren olgularla karşılaştırmalı olarak sonuçları ele alan özellikleri ile literatüre katkı sağlayacak özgün bir çalışma olduğu düşünülmektedir.

Çalışmamızda grupların yaş, boy ve kilo değerlerinin benzer olduğu görülmektedir. Çocukluk çağında özellikle büyüme ve gelişmenin, en hızlı olduğu 13-17 yaş aralığının vücut şekil ve boyutlarında yaratacağı değişimler göz önüne alındığında çalışmamızda bireylerin pubertal dönemden önce seçilmiş olması elde edilen sonuçların yaşa bağlı karakteristik özelliklerden bağımsız olarak değerlendirilmesine imkan sağlamıştır (127, 128). Bu nedenle 2-10 yaş aralığındaki bireyler çalışmamıza dahil edilmiştir.

OBPY’li olgularda aktif eklem hareketlerini gözlem yöntemiyle fonksiyonel olarak sınıflama imkanı sunan Narakas Sınıflandırması doğumdan sonra kol hareketleri hakkında bilgi veren, aktivite ve katılımı değerlendirmek için klinikte en çok tercih edilen geçerli ve güvenilir bir yöntemdir. Çalışmamıza dahil edilen olguların Narakas Sınıflandırmasının her grubunu temsil eden bir dağılımda olduğu

görülmekle birlikte Narakas Sınıflandırma sistemi kapsamında OBPY'li bireyler Tip1, Tip 2a ve Tip 2b hafif ve Tip3 ve Tip4' ileri şiddet olarak gruplandırıldığında hastalık şiddetinin yürüyüş ve koşu parametreleri üzerinde herhangi bir değişim yaratmadığı gösterilmiştir. Narakas sınıflandırması etkilenmiş sinir kökü seviyesine ve derecesine göre sınıflandırma yapmaktadır. OBPY sonrası sinir hasarının derecesine bağlı olarak etkilenen ekstremitelerde deformiteler gelişerek ekstremitenin gelişimi ve fonksiyonel kullanımı etkilenmektedir. Üst ekstremitenin denge ve yürüyüşteki gövde rotasyonunu azaltma ve alt ekstremitelerin dengeli çalışmasını sağlamada görevi olduğu bilinmektedir (129). Gelişimi ve kullanımı etkilenen üst ekstremitenin etkilenen sinir ve derecesinden bağımsız olarak denge ve yürüyüş görevlerini, geliştirilen kompensasyonlarla sağladığı bildirilmektedir. Bu durum Narakas sınıflandırması gruplarının izole olarak karşılaştırmasını zorlaştırmaktadır. Bu kapsamda çalışmamızda Narakas sınıflarına göre yapılan karşılaştırmalar gerek sınıflandırma yönteminin detaylı klinik özellikleri içermemesi ve ölçümlerde gövde kompensasyonlarının göz ardı edilmesi ve gerekse Narakas gruplarının daha fazla olgu içermesi gerekliliği nedeniyle gruplar arası farklılıkların ortaya koyulamadığını düşünmekteyiz.

Vertikal pozisyonda en sık kullanılan fonksiyonel aktivite desteksiz yürüme olup 10-18 ay arasında görülmesi beklenir. Daha ileri lokomasyon becerisi gerektiren yürüyüşün ve koşmanın kinematik değişimi 2-4 yaş arasında gelişerek devam eder. Ortalama olarak yedi yaşlarında gelişmiş yetişkin yürüyüş özellikleri gözlemlenir (130, 131). Çalışmamıza dahil edilen OBPY'li olguların yaş ortalaması $6,35 \pm 1,40$ yıl; kontrol grubunun ise $6,09 \pm 0,76$ yıl olarak bulunmuş olup yürüyüşün karakteristik özelliklerinin tanımlanması için uygun yaştaki bireylerdir.

Okul öncesi çocuklar ile okul dönemi çocukları arasında yürüyüş parametrelerinin yaş gruplarına göre değişimlerini araştıran bir çalışmada; yürüyüşe ait zaman-mesafe değerlerinden kadansın ve çift destek fazının yaşla negatif bir korelasyonu olduğu bulunmuştur. Hız, sallanma fazı ve adım uzunluğunun ise yaşla birlikte arttığı tespit edilmiş ancak istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (132). Benzer sonuçlar başka bir çalışmada çift destek periyodunun kısalması, sallanma fazının uzamasını yaşla birlikte artan dengeye bağlamıştır. Yürüyüş parametrelerinde

normatif bir veri tabanı oluşturmak için yapılan 164 tipik gelişim gösteren çocukta üç farklı hızda değerlendirme yapılmıştır. Cinsiyetin sadece kadansı ve yürüme hızını etkilediği bulunmuştur (133). Yedi-sekiz yaş grubunda yürüme hızının 11-13 yaş gruba göre daha hızlı olduğu belirlenmiştir. Yürüyüş hızının ve kadansın, normalize edilmiş adım uzunluğunda yaşla birlikte azaldığı bulunmuştur (134). Çalışmamızda dahil edilen olguların yaş ve cinsiyet bakımından gruplar arası anlamlı fark yoktur. Sonuçlarımızda yürüyüş ve koşu parametrelerinde gerek istatistiksel olarak gerekse etki büyüklüğü olarak bulduğumuz anlamlı farklar yaş ve cinsiyetten bağımsız olarak iki grubun tipik ya da atipik gelişim sonucunda görüldüğü belirlenmiştir.

OBPY'li bireylerin tipik gelişim gösteren yaşlılarıyla yürüyüşün zaman mesafe karakteristikleri açısından benzer özellikler gösterdiği belirlenmiştir. Meyns ve ark. yaptığı çalışmada tipik gelişim gösteren olgular, hemiplejik ve diplejik serebral palsili çocuklarda üst ekstremiteler hareketlerinin yürüyüşe katkısını araştırmışlardır. Çalışmalarının sonucunda, üst ekstremitelerin yürüyüşe katkısının, hastalık durumuna göre değiştiğini, ancak alt ekstremiteler ve yerçekimi ile karşılaştırıldığında ihmal edilebilir düzeyde kaldığını göstermektedir. Çalışmamız sonucunda OBPY'nin üst ekstremiteler de yarattığı disfonksiyonların yürüyüşe etkisinin de benzer şekilde sınırlı kaldığı görülmekte ve literatürü desteklemektedir (135).

OBPY sonrası görülen ilerleyici yapısal değişiklikler, eklem hareketlerinde meydana gelen kısıtlılıklar, büyüme ve gelişim sürecinde ekstremiteler arasında oluşan kas kuvveti ve kütledeki farkların yürüyüşün zaman mesafe karakteristiklerini etkileyebileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte Grodner ve ark. bu doğrultuda yaptıkları çalışmada OBPY'li bireylerin farklı klinik durumlarının yürüyüşün zaman mesafe karakteristiklerine etkisi olmadığını bulmuşlardır (126). Çalışmamızda elde ettiğimiz benzer sonuçların dahil edilen olguların, omurga ve yürüyüş parametrelerini etkileyecek düzeyde kalıcı deformitelerin oluşmadığı yaş aralığında olmasından ve bu nedenle vücut asimetrisinin belirginleşmemesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çalışmamızda OBPY'li olgularda destek yüzeyinin anlamlı olarak daha geniş olduğu tespit edilmiştir. Artmış destek yüzeyi yürüyüşün stabilitesi ve dengesi hakkında bilgi veren önemli bir değişkendir (136). Yürüyüş ve koşuda kol salınımının

stabiliteyi arttırdığı bilinmektedir. Kol salınımının yetersiz olduğu OBPY'li olgularda destek yüzeyinin anlamlı olarak artmış olmasını stabiliteyi sağlayabilmek için geliştirdikleri bir kompensasyon stratejisi olduğunu düşünmekteyiz.

Tipik gelişimde yürüyüşe ait normatif değerleri belirlemek üzere yapılan çalışmalar atipik yürüyüş için referans oluşturmaktadır. Yürüyüşün serebral palsy, amputasyon veya kas iskelet sistemini etkileyen ve nöromotor gecikmeyle değişkenlik gösterdiği yapılan araştırmalarda belirtilmiştir (137-139). Bu kapsamda çalışmamıza OBPY'li olgularla birlikte tipik gelişim gösteren olgular da dahil edilerek üst ekstremitte periferik sinir yaralanması olan grupla tipik gelişim gösteren olguların yürüyüş parametreleri karşılaştırılarak izole üst ekstremitte nörolojik yaralanmasına ilişkin verilerin ilk kez bu çalışma ile gösterilmesi ileriki çalışmalara yol gösterici olması bakımından önemlidir.

Hemiparetik olgularda artmış üst ekstremitte tonusu sonucu kol salınımının azaldığı görülmektedir. Bununla birlikte alt ekstremitelerde etkilenmeyen tarafa doğru yer değiştiren ağırlık merkezi asimetric yürüyüşe neden olmaktadır. Femery ve ark. tarafından hemiparetik olgularda yapılan ve sonuçları sağlıklı olgularla kıyasladıkları çalışmalarında çift adım uzunluğunun azaldığı, çift destek periyodu süresinin uzadığı bulunmuştur (140). Mazure ve ark. unilateral ve bilateral tutulum gösteren serebral palsili bireylerde yürüttükleri çalışmalarında üst ekstremitte fonksiyonlarını kullanarak yürüyüş mekanizmasındaki bozuklukları düzeltmeyi hedeflemişlerdir (141). Bir başka çalışmada hemiparetik olgularda kol fonksiyonunun artırılmasının yürüyüş hızını artırdığı belirtilmiştir (142). Hemiparetik grupta yapılan çalışmalardan elde edilen bu sonuçlar ile sadece üst ekstremitteye ilişkin etkilerin ayırt edilmesi mümkün değildir. Hem üst ve alt ekstremitelerde unilateral etkilenimin olduğu hemiparetik olgularda çoğunlukla tonus artışına bağlı olarak yürüyüşün zaman-mesafe karakteristiklerinde asimetrinin hakim olduğu kanıtlanmıştır (143, 144). Hemiparetik olgular sadece üst ekstremitte etkilenimi olan olgulardan daha farklı bir klinik tabloya sahip olup OBPY'li bireylerin yürüyüş parametreleri ile ilgili görüş sunamayabilir.

Çalışmamızda destek yüzeyi, çift destek fazı ve ayak açısına ait değerlerin istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış olsa bile etki büyüklüklerinde kontrol grubuna

göre OBPY'li olgularda anlamlı olarak arttığı bulunmuştur. Yürüyüş hızlarını kıyasladığımızda etki büyüklüğü olarak kontrol grubuna göre dezavantajlı olarak bulundu. Destek yüzeyinin ve çift destek fazının artması ile hızın azalması birbirlerini destekleyen sonuçlardır. OBPY'li olguların postüral salınım değerleriyle birlikte analiz edildiğinde yürüyüş parametrelerinde denge ile ilişki olduğunuz bildiğimiz destek yüzeyinin artmış olması ve çift destek fazında uzamış olması sonuçlarımızı kendi içinde desteklemiş oldu.

Literatürde, brakial pleksus etkilendiğinde bozulan postüral dengenin sağlanmasında üst ekstremitelerin temel rolü vurgulanmaktadır (145). Nikityuk ve ark. OBPY'li bireylerde statokinetik özelliklerin normdan belirgin sapmalarını ve vücudun dikey duruş kontrol sistemi parametrelerinin senkronizasyonunda patolojik artışı tespit ederek OBPY'de postüral kontrol sisteminin fonksiyonundaki değişikliği ortaya koymuşlardır. Çalışmamızda da, OBPY'li bireylerde postüral salınımın tipik gelişim gösteren olgulardan fazla olduğu ve postüral kontrolün etkilendiği görülmektedir.

Nikityuk ve ark. postüral dengede lateralizasyonun etkisini araştırdıkları çalışmada, sağ üst ekstremitte etkilenimi olan OBPY'li olguların denge parametrelerindeki değişikliklerin çok daha yüksek olduğunu görmüşlerdir (146). Bu durum, brakial pleksus yaralanması olan taraf ile ilişkili olarak hastaların postüral kontrol sağlamak için farklı postural stratejiler geliştirdiğini göstermektedir. Sağ taraf OBPY'li hastaların büyük çoğunluğunda, beynin işlevsel olarak yeniden düzenlenmesi, genetik olarak önceden belirlenmiş baskın yarım kürede, yani sol yarım kürede; sol taraflı lezyonları olan hastalar subdominant yarım kürede, yani sağ yarım kürede beklenir. OBPY'li hastalarda görülen patolojik postüral reaksiyonlar, dominant korteksten kas-iskelet sistemi üzerindeki değişen efferent etkiler altında postüral stabilitenin adaptif reaksiyonu olarak kabul edilebilir. Aynı zamanda, beynin sağ hemisfer lezyonlarında sol hemisfer lezyonlarına kıyasla daha belirgin propriyosepsiyon bozukluklarının gösterildiği gibi, propriyoseptif bilginin işlenmesinde sağ hemisferin öncü rolü bildirilmektedir (147, 148). Bu sensorimotor durum, serebral korteksin yapısal ve fonksiyonel organizasyonunun asimetric serebral lateralizasyondan kaynaklanır. Çalışmamızda OBPY'li olgularda lateral salınımına

ilişkin sonuçların arttığı gösterilmiş ancak etkilenen ekstremiteler ile lateral salınımın ilişkisi ele alınmamıştır.

Çalışmamız sonucunda OBPY'li olgularda postüral kontrol stratejisi olarak destek yüzeyinin arttığı bulunmuştur. OBPY sonrası nöromusküler ve muskuloskeletal sistem üzerinde oluşan mekanik etkiler postural değişikliklere neden olmaktadır (50). Bu durum fonksiyonel hareketleri de etkilemektedir. Fonksiyonel hareket; postural kontrol ve denge ile birlikte yürüyüş parametrelerinde de değişikliklere sebep olabilir (146). Fonksiyonel hareket için erken çocukluk döneminde gerçekleşen kompensasyonlar fonksiyonu artırsalar da kemik ve kas yapısının birbiriyle uyumunun hızla bozulduğu gelişim dönemlerinde biyomekanik kuvvetlerin etkisiyle kaslar ve eklemlerde dolayısıyla vücutta asimetrinin belirginleşmesine neden olabilir. Gövde asimetrisi arttıkça, orta hattan sapmalar da artar. Frontal yönde stabiliteyi korumak için, destek yüzeyini ve olguların ayak açılarını arttırmaları beklenir. Çalışmamızın sonucunda elde edilen bulgular, OBPY'li olgularda görülen destek yüzeyini artırma eğiliminin literatürle uyumlu olarak frontal stabiliteyi korumak amacıyla gerçekleştirilen bir kompensatuar mekanizma olduğu kanaatindeyiz.

Yürüyüş ve koşu esnasında kol hareketlerinin varlığı yürüyüşün optimal enerji düzeyinde devam ettirilmesini sağlarken diğer taraftan stabilitede de görev üstlenmektedir. Yürüme esnasında dışarıdan dengeyi bozacak şekilde gerçekleştirilen pertürbasyon sonucu bozulan dengenin yeniden kazanılmasında yürüyüşte kol hareketlerinin dengeye katkı sağladığı sonucuna varılmıştır (149). Literatürde benzer tek kolun kısıtlandığı bir çalışmada yürüyüşe ait adım uzunluğu, adım frekansı ve yürüme hızı değerlerinde normal yürümeye göre azalma olduğu tespit edilmiştir (150). Farklı bir çalışmada ise sağlıklı bireylerde bir aparatla kol hareketlerinin kısıtlanmasıyla gövde, pelvis ve kalça rotasyonunun azaldığı ve gövdede atipik hareketlerle kendini gösterdiği, vücudun farklı bölümlerinde gerçekleştirdikleri kompensasyonlarla yürüyüşe devam ettiklerini bulmuşlardır (8). OBPY'li olgularda yürüyüş sırasında her iki ekstremitelere ait kol salınımlarının farklı olduğu ve etkilenmiş tarafta kol salınımının daha az olduğu bilinmektedir (126, 151). Kol salınımının yürüyüş, koşu ve dengeye etkilerinin gösterildiği bu çalışmalardan yola

çıkarak izole üst ekstremite etkilenimine bağlı olarak OBPY'li bireylerde azalan kol salınıminin yürüyüş, koşu ve denge ile ilgili sonuçlarda etkili olabileceği düşünülebilir.

OBPY'li olgularda yaralanmanın tipine ve şiddetine bağlı olarak omuz ve dirsek hareketleri etkilenmektedir. Çalışmamızda OBPY'li olgularda koşu hızı kontrol grubuna göre daha düşük bulundu. Bu sonucun OBPY'li bireylerde yaralanmanın seviyesine göre omuz ve dirsekteki hareketlerin kısıtlı olmasından kaynaklanabileceğini düşünülmektedir. Çalışmamızda OBPY'li olguların koşma hızlarına bakıldığında tipik gelişim gösteren yaşlılarına göre yürüme hızında olduğu gibi koşu hızında da daha düşük değerler bulunmuştur. Yürüme hızı ile kol salınımları arasında pozitif bir ilişki mevcuttur. Başka bir deyişle, yürüme hızı arttıkça kol salınımları büyüklüğü de artmaktadır (152). Çalışmamızın sonucunda da bu fikri destekleyecek şekilde OBPY'li grupta koşu hızının kontrol grubundan düşük olması etkilenmiş taraftaki kol salınımlarının azalması ile açıklanabilir. OBPY'li bireylerde aktif kol hareketlerinin tipik gelişim gösterenlerden farklı olması ve bu durumun yürüyüş esnasında gövde ve pelvis hareketleriyle daha rahat kompanse edilebilmesi, ancak hız ve ileri beceri gerektiren koşmada kompensasyonun yetersiz kalmasına bağlı olarak koşuya ait zaman mesafe karakteristiklerinde hızın tipik gelişim gösteren gruba göre daha düşük olduğu, adım süresi ve adım genişliğinin ise anlamlı olarak arttığı sonucuna ulaştık. Yürüyüş günlük yaşantımızın vazgeçilmez bir parçası olup yürüyüşe ait kompensasyonlar gün içinde defalarca tekrarlanmaktadır ancak koşu günlük yaşamda daha az tekrarlar kullanılmaktadır. Bu da yürüyüşteki adaptasyonun daha iyi olabileceğini fakat koşuda bu adaptasyonların yetersiz kalabileceğini düşündürmektedir.

Koşunun zaman mesafe karakteristiklerinden biri olan adım genişliği OBPY'li olgularda tipik gelişim gösteren yaşlılarından daha geniş bulunmuştur. Yapılan bir çalışma ile geniş destek yüzeyinin koşmanın sagittal düzlemdeki ivmesinin azalmasına yol açtığı belirtilmiştir.. Çalışmamızda OBPY'li olgularda hızın az olmasını adım genişliğindeki artış ile açıklayabiliriz (152).

Çalışmamızda bahsettiğimiz üst ekstremitenin primer günlük yaşamdaki fonksiyonel hareketlerinden bağımsız olarak yürüyüş ve dengenin sağlanmasında da

önemli görevleri bulunmaktadır. OBPY'li olgularda üst ekstremitelerde yaralanmanın tipi ve seviyesine bağlı olarak kuvvet imbalansına, fonksiyon kayıplarına, eklem hareketlerine ve yer çekimine karşı azalan hareketlere yürüyüş esnasında kol salınımindaki yetersizlikler eşlik etmektedir. Bu yetersizliklerin temelinde omuz çevresi kaslardan kaynaklanan düşük stabilizasyon ve mobilite bulunmaktadır. Yürüme frekansına bağlı olarak alt ekstremitte hareketleriyle uyumlu üst ekstremitte ritmik salınımları ile gövdenin artan rotasyonel hareketleri kontrol edilir. Kol salınımı yürüyüşte stabilite ve enerji tüketimi azaltarak dinamik dengeye katkı sunmaktadır (126, 129). Hill ve ark. üst ekstremitte hareketleri kısıtlanmış çocuklarda yaptıkları çalışmada, çeşitli denge testlerinde çocukların denge performanslarının düştüğünü bildirmiştir (153). Wdowski ve ark.'nın çeşitli yaşlarda çocukları dahil ettikleri çalışmalarında statik, dinamik ve proaktif denge performansının kol hareketlerinden etkilendiğini bildirmişlerdir (151). Bu bulgular, tipik gelişim gösteren çocuklar veya genç yetişkinlerin postural görevleri yerine getirirken, üst ekstremitte stratejilerinin denge ve postür kontrolüne açık bir şekilde katkıda bulunduğunu göstermektedir. Çalışmamızda kol salınımı objektif olarak değerlendiren bir sistem kullanılmamıştır. OBPY'li olguların yaralanma tipi ve üst ekstremitelerini fonksiyonel kullanma becerileri değerlendirilmiştir. Çalışmamız sonucunda, OBPY'li çocuklardaki postural kontrolün etkilenimini gösteren postural salınım değerlerinin artması önceki çalışmaların bulgularıyla uyumluluk göstererek üst ekstremitenin postural stabilitedeki rolü açısından literatürü destekleyici bilgi sunmaktadır.

OBPY'de olguların etkilenmiş ekstremitelerini kullanmaması veya kullanımının azalması, postural kontrolün azalmasına neden olmaktadır (50). Postural kontrol sistemi, beyin ve kas-iskelet sistemi arasında etkileşimli geribildirim mekanizması ile kontrol edilmektedir (154). Ekstremitte ve gövde üzerinde bulunan ilgili kas grupları bu geri bildirim devrelerini kullanarak, görsel, vestibular ve somatosensoriyel sistemlerin afferent ve/veya efferent integresyonuyla birlikte bireyin yerçekimi merkezine karşı ayakta durmasını sağlamaktadır (155). OBPY'de, omuz çevresi kas, tendon ve konnektif doku etkileniminin, eklem içi etkilenim ile birlikte olduğu düşünüldüğünde, duyuşal girdilerin kalitesinin etkilenmesi sebebiyle denge ve postural kontrolün etkilenmesi de kaçınılmazdır. Çalışmamızda OBPY'li olgularda benzer demografik özelliklere sahip yaşlılarından anterior posterior ve mediolateral

postural salınım değerlerinde daha kötü denge ve postural kontrol performansına sahip oldukları gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre OBPY'li olguların postural stabiliteyi koruma becerisinin tipik gelişim gösteren olgulara göre zayıf olduğu ve dengelerini koruyabilmek için salınımlarını artığı tespit edilmiştir. Ayrıca yürüyüş parametrelerinden adım genişliğindeki değişkenin gruplar arası farkı düşük-orta arası etki büyüklük düzeyinde olması statik postural salınım değerleri ile paralellik göstermektedir. Bingham ve ark. yaptıkları çalışmada mediolateral stabiliteyi korumanın anteroposterior stabiliteden daha kolay olduğunu vurgulamışlardır (156). Bu doğrultuda anterior posterior salınımına karşı mediolateral salınım değerlerinin mevcut sonuçları Bingham ve arkadaşlarının bulguları ile uyumludur. Öte yandan, mediolateral stabilite düşme riskini öngören ve bunu engelleyen bir faktördür (157). Bu nedenle, mediolateral planının biyomekanik avantajı sayesinde postural salınımı stabilize etmek için anterior-posterior planına göre daha üstün performans sağlanabilir.

Dengenin doğumdan itibaren çevreden alınan duyu sistemlerinden gelen uyarılarla geliştiği ve sürdürüldüğü bilinmektedir (96). Vizüel, vestibular, proprioseptif ve taktil sistemlerinden alınan bilgilerde eksikliğin olması denge bozukluğuna neden olur (158). Doğumdan itibaren somatosensörial sistem gelişimini sürdürür ve ortalama olarak 3-4 yaş arasında gelişimini tamamlar. Vestibular sistem ve vizüel sistem gelişimlerine devam eder (159). Periferik sinir sisteminde meydana gelen yaralanma immatür bir beyinde nöral bağlantı ve duyu reseptörlerinde hasara neden olur ve postüral kontrol stratejilerini de etkilemektedir (160). Çalışmamızda gözler kapalı olarak yapılan denge değerlendirmesinde sonuçlar kıyaslandığında gözler açık olarak yapılan değerlendirmeye göre postüral salınım değerlerinin arttığı bulundu. Bu bilgi ışığında literatürde yapılan çalışmalarda görsel periferik uyarıların postüral kontrolde etkinliğine yeni bir kanıt oluşturmaktadır (161, 162).

Dengenin korunmasında üst ekstremitenin fonksiyonunun önemi farklı çalışmalarda ortaya konulmuştur. Douris ve ark.larının yapmış oldukları çalışmada üst ekstremitenin fonksiyonunun statik duruşta dengenin sürdürülmesinde etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Üst ekstremitede skapula ve spinal stabilizasyon egzersizlerinin denge problemi yaşayan olgularda tedavi amaçlı kullanılmasını tavsiye etmişlerdir (163, 164). Bu sonuçlar çalışmamızın sonuçlarını destekler nitelikte olup, OBPY'li

olguların takibinde sıklıkla karşılaşılan üst ekstremiteye ait fonksiyonel hareketlerin ve kullanım tercihinin azalması postural salınım değerlerini artırarak denge problemine neden olduğunu düşündürmektedir.

Çalışmamızın sonuçları OBPY'li bireylerde rehabilitasyon programlarının oluşturulmasında yürüyüş ve dengeye yönelik tedavi yaklaşımlarının gerekliliğine dikkat çekmektedir. Bu grup hastaların tedavi programlarının sadece üst ekstremiteye yönelik yaklaşımları içermekle kalmayıp gövde ve alt ekstremiteye yönelik egzersizlerin de programa dahil edilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Çalışmamızın limitasyonları;

- Gövdenin fonksiyonel ve yapısal değerlendirilmesi yapılmamıştır. Gövdenin yürüyüş ve denge üzerine etkilerine bakılamaması çalışmamızın limitasyonudur.
- Denge değerlendirmelerinde dinamik denge göstergesi olan stabilite limitleri olgu grubunun yaş ortalamasının küçük olması sebebiyle değerlendirilememiştir.
- Olguların Narakas sınıflandırmasına göre grup içi dağılımlarının eşit sayıda olgunun olmaması çalışmamızın limitasyonudur.
- Olgularda gelişmiş olan kompensatuar mekanizmaları belirleyememiş olmamız çalışmamızın limitasyonudur.
- Omurganın yapısal dizilim düzgünlüğünün değerlendirilmesi gövde ile ilişkili olarak yürüyüş, koşu ve denge parametreleri üzerine etkilerinin ortaya çıkmasına destek olabilir.

7. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Çalışmamız sonucunda;

- OBPY’li olguların yürüyüş, koşu ve denge parametrelerini objektif olarak değerlendirdiğimiz çalışmamızda vücudun etkilenen tarafı ile etkilenmeyen tarafı arasında tipik gelişim gösteren olgulara göre farklılıkları ortaya koyulmuştur.

- OBPY’li olgularda rehabilitasyon programına yönelik yapılacak değerlendirme ve tedavi programında bütüncül bakış açısının önemine dikkat çekerek, üst ekstremitte rehabilitasyon sürecinde yürüyüş ve dengeye de yer verilmesi gerektiği tavsiye edilmektedir.

- OBPY’li bireylerde artan postural salınım değerleri nedeniyle, bu bireylerin tedavi planlarının yönetilmesinde, denge ve postural kontrol değişikliklerinin değerlendirilmesi ve geliştirilmesine yönelik yaklaşımların eklenmesinin önemli olduğu gösterilmiştir.

- OBPY’li olgularda günlük yaşama katılımlarının korunması ve artırılması için denge ve postüral kontrolün geliştirilmesini kanıta dayalı fizyoterapi uygulamalarıyla desteklenmelidir.

-Çalışmaya dahil edilen olguların yaş grubu göz önünde tutulduğunda değerlendirmeler sırasında çocukların motivasyonu aile ile işbirliği sayesinde sağlanmıştır.

-Çalışmamız sonucunda H1 ve H2 hipotezimiz doğrulanmış olup, H3 ve H4 hipotezlerinin doğrulanması için daha fazla vakaya ihtiyaç duyulduğu ortaya konulmuştur.

8. KAYNAKLAR

1. Thatte MR, Mehta R. Obstetric brachial plexus injury. *Indian J Plast Surg.* 2011;44(3):380-9.
2. Van Ouwerkerk W, editor *Preoperative investigations in obstetric brachial plexus palsy. Seminars in plastic surgery*; 2005: Copyright© 2005 by Thieme Medical Publishers, Inc., 333 Seventh Avenue
3. Al-Qattan M. Classification of secondary shoulder deformities in obstetric brachial plexus palsy. *Journal of Hand Surgery.* 2003;28(5):483-6.
4. Çelik G, Delioğlu K, Fırat T. The relationship between trunk control and upper extremity function in children with obstetric brachial plexus palsy. *Developmental Neurorehabilitation.* 2021;24(3):150-8.
5. Ohsato Y. Relationships between trunk rotation and arm swing in human walking. *Nihon Seikeigeka Gakkai Zasshi.* 1993;67(5):440-8.
6. Wagenaar RC, van Emmerik RE. Dynamics of pathological gait. *Human Movement Science.* 1994;13(3-4):441-71.
7. Bruijn SM, Meijer OG, Beek PJ, van Dieën JH. The effects of arm swing on human gait stability. *Journal of experimental biology.* 2010;213(23):3945-52.
8. Ford MP, Wagenaar RC, Newell KM. Arm constraint and walking in healthy adults. *Gait & posture.* 2007;26(1):135-41.
9. Anguelova GV, Malessy MJ, Buitenhuis SM, Zwet EWv, Dijk JGv. Impaired automatic arm movements in obstetric brachial plexus palsy suggest a central disorder. *Journal of child neurology.* 2016;31(8):1005-9.
10. Schafer R. Body alignment, posture, and gait. *Clinical Biomechanics: Musculoskeletal Actions and Reactions* Retrieved from http://www.chiro.org/ACAPress/Body_Alignment.html. 1987.
11. Polcaro L, Charlick M, Daly DT. *Anatomy, Head and Neck, Brachial Plexus.* StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing Copyright © 2022, StatPearls Publishing LLC.; 2022.
12. Netter FH. *Atlas of human anatomy.* Philadelphia, PA: Saunders. Elsevier. 2006;548:547.
13. Gilbert A. *Brachial plexus injuries: Martin Dunitz* London; 2001.
14. Ferrante MA. Brachial plexopathies: classification, causes, and consequences. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine.* 2004;30(5):547-68.
15. Bollini CA, Wikinski JA. Anatomical review of the brachial plexus. *Techniques in Regional Anesthesia and Pain Management.* 2006;10(3):69-78.
16. DeFrancesco CJ, Shah DK, Rogers BH, Shah AS. The epidemiology of brachial plexus birth palsy in the United States: declining incidence and evolving risk factors. *Journal of Pediatric Orthopaedics.* 2019;39(2):e134-e40.

17. Abzug JM, Mehlman CT, Ying J. Assessment of current epidemiology and risk factors surrounding brachial plexus birth palsy. *The Journal of hand surgery*. 2019;44(6):515. e1-. e10.
18. Hudić I, Fatušić Z, Sinanović O, Skokić F, Nevačinović E, Ahmetović B. Etiological risk factors for brachial plexus palsy. *Gynaecologia et perinatologia: journal for gynaecology, perinatology, reproductive medicine and ultrasonic diagnostics*. 2006;15(2):64-70.
19. Lalka A, Gralla J, Sibbel SE. Brachial plexus birth injury: epidemiology and birth weight impact on risk factors. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2020;40(6):e460-e5.
20. Margareta M, Henrik H, Börje B, Håkan L, Lars L. High birthweight and shoulder dystocia: the strongest risk factors for obstetrical brachial plexus palsy in a Swedish population-based study. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*. 2005;84(7):654-9.
21. Dardas AZ, Shah AS. *Brachial Plexus Birth Injury: Mechanism of Injury. Operative Brachial Plexus Surgery*: Springer; 2021. p. 459-64.
22. Gurewitsch ED, Johnson E, Hamzehzadeh S, Allen RH. Risk factors for brachial plexus injury with and without shoulder dystocia. *American journal of obstetrics and gynecology*. 2006;194(2):486-92.
23. Jain V, Sebire NJ, Talbert DG. Kaiser Wilhelm syndrome: obstetric trauma or placental insult in a historical case mimicking Erb's palsy. *Medical hypotheses*. 2005;65(1):185-91.
24. Bager B. Perinatally acquired brachial plexus palsy—a persisting challenge. *Acta Paediatrica*. 1997;86(11):1214-9.
25. Yang LJ-S, editor *Neonatal brachial plexus palsy—Management and prognostic factors. Seminars in perinatology*; 2014: Elsevier.
26. Al-Qattan M, El-Sayed A, Al-Zahrani A, Al-Mutairi S, Al-Harbi M, Al-Mutairi A, et al. Narakas classification of obstetric brachial plexus palsy revisited. *Journal of Hand Surgery (European Volume)*. 2009;34(6):788-91.
27. Dodds SD, Wolfe SW. Perinatal brachial plexus palsy. *Current opinion in pediatrics*. 2000;12(1):40-7.
28. Gilbert A. Long-term evaluation of brachial plexus surgery in obstetrical palsy. *Hand clinics*. 1995;11(4):583-94.
29. Bauer AS, Waters PM. *Clinical Examination of the Child with Brachial Plexus Birth Injury. Operative Brachial Plexus Surgery*: Springer; 2021. p. 495-504.
30. Vakhshori V, Bouz GJ, Alluri RK, Stevanovic M, Ghiassi A, Lightdale N. Risk factors associated with neonatal brachial plexus palsy in the United States. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*. 2020;29(4):392-8.
31. Bae DS, Ferretti M, Waters PM. Upper extremity size differences in brachial plexus birth palsy. *Hand*. 2008;3(4):297-303.

32. Curtis C, Stephens D, Clarke HM, Andrews D. The active movement scale: an evaluative tool for infants with obstetrical brachial plexus palsy. *The Journal of hand surgery*. 2002;27(3):470-1.
33. Akel B, Oskay D, Öksüz Ç, Fırat T, Karahan S, Leblebicioğlu G. Aktif Hareket Skalası (Active Movement Scale-AMS) obstetrik brakial pleksus paralizisinde fonksiyon belirteci olabilir mi? *Clinical and Experimental Health Sciences*. 2012;2(2):57-63.
34. Michelow BJ, Clarke HM, Curtis CG, Zuker RM, Seifu Y, Andrews DF. The natural history of obstetrical brachial plexus palsy. *Plastic and reconstructive surgery*. 1994;93(4):675-80; discussion 81.
35. Mallet J. Obstetrical paralysis of the brachial plexus. II. Therapeutics. Treatment of sequelae. Results of different therapeutic technics and indications. *Revue de Chirurgie Orthopedique et Reparatrice de L'appareil Moteur*. 1972;58:Suppl 1: 192-6.
36. Abzug JM, Chafetz RS, Gaughan JP, Ashworth S, Kozin SH. Shoulder function after medial approach and derotational humeral osteotomy in patients with brachial plexus birth palsy. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2010;30(5):469-74.
37. Bae DS, Waters PM, Zurakowski D. Reliability of three classification systems measuring active motion in brachial plexus birth palsy. *JBJS*. 2003;85(9):1733-8.
38. Greenhill DA, Lukavsky R, Tomlinson-Hansen S, Kozin SH, Zlotolow DA. Relationships Between 3 Classification Systems in Brachial Plexus Birth Palsy. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2017;37(6):374-80.
39. Bae DS, Waters PM, Zurakowski D. Correlation of pediatric outcomes data collection instrument with measures of active movement in children with brachial plexus birth palsy. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2008;28(5):584-92.
40. Cornwall R. *The Biology of Brachial Plexus Birth Injuries. Operative Brachial Plexus Surgery*: Springer; 2021. p. 465-79.
41. Rice D, Barone Jr S. Critical periods of vulnerability for the developing nervous system: evidence from humans and animal models. *Environmental health perspectives*. 2000;108(suppl 3):511-33.
42. Brown SH, Wernimont CW, Phillips L, Kern KL, Nelson VS, Yang LJ-S. Hand sensorimotor function in older children with neonatal brachial plexus palsy. *Pediatric neurology*. 2016;56:42-7.
43. Strömbeck C, Remahl S, Krumlinde-Sundholm L, Sejersen T. Long-term follow-up of children with obstetric brachial plexus palsy II: neurophysiological aspects. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2007;49(3):204-9.
44. Szalay F. Development of the equine brain motor system. *Neurobiology-Budapest*-. 2001;9(2):107-35.
45. Fields RD. White matter in learning, cognition and psychiatric disorders. *Trends in neurosciences*. 2008;31(7):361-70.

46. Kim WR, Sun W. Programmed cell death during postnatal development of the rodent nervous system. *Development, growth & differentiation*. 2011;53(2):225-35.
47. Gramsbergen A, IJkema-Paassen J, Nikkels P, Hadders-Algra M. Regression of polyneuronal innervation in the human psoas muscle. *Early human development*. 1997;49(1):49-61.
48. Rollnik J, Hierner R, Schubert M, Shen Z, Johannes S, Tröger M, et al. Botulinum toxin treatment of cocontractions after birth-related brachial plexus lesions. *Neurology*. 2000;55(1):112-4.
49. Korak KJ, Tam SL, Gordon T, Frey M, Aszmann OC. Changes in spinal cord architecture after brachial plexus injury in the newborn. *Brain*. 2004;127(7):1488-95.
50. Ridgway E, Valicenti-McDermott M, Kornhaber L, Kathirithamby DR, Wieder H. Effects from birth brachial plexus injury and postural control. *The Journal of pediatrics*. 2013;162(5):1065-7.
51. Sullivan R, Dailey T, Duncan K, Abel N, Borlongan CV. Peripheral nerve injury: stem cell therapy and peripheral nerve transfer. *International journal of molecular sciences*. 2016;17(12):2101.
52. Neumann B, Linton C, Giordano-Santini R, Hilliard MA. Axonal fusion: An alternative and efficient mechanism of nerve repair. *Progress in Neurobiology*. 2019;173:88-101.
53. Zink PJ, Philip BA. Cortical plasticity in rehabilitation for upper extremity peripheral nerve injury: a scoping review. *The American Journal of Occupational Therapy*. 2020;74(1):7401205030p1-p15.
54. Goswami R, Anastakis DJ, Katz J, Davis KD. A longitudinal study of pain, personality, and brain plasticity following peripheral nerve injury. *Pain*. 2016;157(3):729-39.
55. Xing X-X, Zheng M-X, Hua X-Y, Ma S-J, Ma Z-Z, Xu J-G. Brain plasticity after peripheral nerve injury treatment with massage therapy based on resting-state functional magnetic resonance imaging. *Neural regeneration research*. 2021;16(2):388.
56. Vredevelde JW, Blaauw G, Slooff BA, Richards R, Rozeman SC. The findings in paediatric obstetric brachial palsy differ from those in older patients: a suggested explanation. *Developmental medicine and child neurology*. 2000;42(3):158-61.
57. Pearl ML. Shoulder problems in children with brachial plexus birth palsy: evaluation and management. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2009;17(4):242-54.
58. Waters PM. Update on management of pediatric brachial plexus palsy. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2005;25(1):116-26.
59. Nikolaou S, Garcia MC, Long JT, Allgier AJ, Goh Q, Cornwall R. Brachial plexus birth injury and cerebral palsy lead to a common contracture phenotype characterized by reduced functional muscle length and strength. *Frontiers in Rehabilitation Sciences*. 2022;3.

60. Buchanan PJ, Grossman JA, Price AE, Reddy C, Chopan M, Chim H. The use of botulinum toxin injection for brachial plexus birth injuries: a systematic review of the literature. *Hand*. 2019;14(2):150-4.
61. Multani I, Manji J, Hastings-Ison T, Khot A, Graham K. Botulinum toxin in the management of children with cerebral palsy. *Pediatric Drugs*. 2019;21(4):261-81.
62. Sheffler LC, Lattanza L, Hagar Y, Bagley A, James MA. The prevalence, rate of progression, and treatment of elbow flexion contracture in children with brachial plexus birth palsy. *The Journal of Bone and Joint Surgery American volume*. 2012;94(5):403.
63. Eismann EA, Little KJ, Laor T, Cornwall R. Glenohumeral abduction contracture in children with unresolved neonatal brachial plexus palsy. *JBJS*. 2015;97(2):112-8.
64. Pöyhiä TH, Nietosvaara YA, Remes VM, Kirjavainen MO, Peltonen JI, Lamminen AE. MRI of rotator cuff muscle atrophy in relation to glenohumeral joint incongruence in brachial plexus birth injury. *Pediatric radiology*. 2005;35(4):402-9.
65. Pöyhiä TH, Koivikko MP, Peltonen JI, Kirjavainen MO, Lamminen AE, Nietosvaara AY. Muscle changes in brachial plexus birth injury with elbow flexion contracture: an MRI study. *Pediatric radiology*. 2007;37(2):173-9.
66. Nikolaou S, Hu L, Cornwall R. Afferent innervation, muscle spindles, and contractures following neonatal brachial plexus injury in a mouse model. *The Journal of hand surgery*. 2015;40(10):2007-16.
67. Khan MM, Lustrino D, Silveira WA, Wild F, Straka T, Issop Y, et al. Sympathetic innervation controls homeostasis of neuromuscular junctions in health and disease. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2016;113(3):746-50.
68. Waters PM, Bae DS. The early effects of tendon transfers and open capsulorrhaphy on glenohumeral deformity in brachial plexus birth palsy. *JBJS*. 2008;90(10):2171-9.
69. Kim HM, Galatz LM, Patel N, Das R, Thomopoulos S. Recovery potential after postnatal shoulder paralysis: an animal model of neonatal brachial plexus palsy. *JBJS*. 2009;91(4):879-91.
70. Li Z, Ma J, Apel P, Carlson CS, Smith TL, Koman LA. Brachial plexus birth palsy-associated shoulder deformity: a rat model study. *The Journal of hand surgery*. 2008;33(3):308-12.
71. Hébert-Blouin MN, Tubbs RS, Carmichael SW, Spinner RJ. Hilton's law revisited. *Clin Anat*. 2014;27(4):548-55.
72. Cheng W, Cornwall R, Crouch DL, Li Z, Saul KR. Contributions of muscle imbalance and impaired growth to postural and osseous shoulder deformity following brachial plexus birth palsy: a computational simulation analysis. *The Journal of hand surgery*. 2015;40(6):1170-6.

73. Roostaei M, Raji P, Kalantari KK, Faghihzadeh E, Fragala-Pinkham M. Effect of upper extremity constraints on functional and dynamic postural control in children with hemiplegic cerebral palsy. *Developmental Neurorehabilitation*. 2022;25(4):281-8.
74. Smania N, Berto G, La Marchina E, Melotti C, Midiri A, Roncari L, et al. Rehabilitation of brachial plexus injuries in adults and children. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2012;48(3):483-506.
75. Bhat DI, Devi BI, Bharti K, Panda R. Cortical plasticity after brachial plexus injury and repair: a resting-state functional MRI study. *Neurosurgical Focus*. 2017;42(3):E14.
76. Lu Y-c, Liu H-q, Hua X-y, Shen Y-d, Xu W-d, Xu J-g, et al. Supplementary motor area deactivation impacts the recovery of hand function from severe peripheral nerve injury. *Neural Regeneration Research*. 2016;11(4):670.
77. Björkman A, Weibull A, Svensson H, Dahlin L. Cerebral reorganization in patients with brachial plexus birth injury and residual shoulder problems. *Frontiers in neurology*. 2016;7:240.
78. Anguelova GV, Rombouts S, Van Dijk JG, Buur PF, Malessy MJ. Increased brain activation during motor imagery suggests central abnormality in Neonatal Brachial Plexus Palsy. *Neuroscience Research*. 2017;123:19-26.
79. Fornander L, Nyman T, Hansson T, Ragnehed M, Brismar T. Age-and time-dependent effects on functional outcome and cortical activation pattern in patients with median nerve injury: a functional magnetic resonance imaging study. *Journal of neurosurgery*. 2010;113(1):122-8.
80. Li R, Hettinger PC, Liu X, Machol IV J, Yan J-G, Matloub HS, et al. Early evaluation of nerve regeneration after nerve injury and repair using functional connectivity MRI. *Neurorehabilitation and neural repair*. 2014;28(7):707-15.
81. Li T, Hua X-Y, Zheng M-X, Wang W-W, Xu J-G, Gu Y-D, et al. Different cerebral plasticity of intrinsic and extrinsic hand muscles after peripheral neurotization in a patient with brachial plexus injury: A TMS and fMRI study. *Neuroscience Letters*. 2015;604:140-4.
82. Longo E, Nishiyori R, Cruz T, Alter K, Damiano DL. Obstetric brachial plexus palsy: can a unilateral birth onset peripheral injury significantly affect brain development? *Developmental neurorehabilitation*. 2020;23(6):375-82.
83. Kislay K, Devi BI, Bhat DI, Shukla DP, Gupta AK, Panda R. Novel findings in obstetric brachial plexus palsy: a study of corpus callosum volumetry and resting-state functional magnetic resonance imaging of sensorimotor network. *Neurosurgery*. 2018;83(5):905-14.
84. Rasman BG, Forbes PA, Tisserand R, Blouin JS. Sensorimotor Manipulations of the Balance Control Loop-Beyond Imposed External Perturbations. *Front Neurol*. 2018;9:899.
85. Schafer R. Chapter 4: Body Alignment, Posture, and Gait. *Clinical Biomechanics: Musculoskeletal Actions and Reactions*. 2008.

86. Varol F. Ayak İntresik Kas Kuvvetinin Denge ve Fonksiyonel Performans ile İlişkisinin İncelenmesi. 2020.
87. Gaerlan MG. The role of visual, vestibular, and somatosensory systems in postural balance: University of Nevada, Las Vegas; 2010.
88. Pavlou M, Quinn C, Murray K, Spyridakou C, Faldon M, Bronstein AM. The effect of repeated visual motion stimuli on visual dependence and postural control in normal subjects. *Gait & Posture*. 2011;33(1):113-8.
89. Jeka J, Oie KS, Kiemel T. Multisensory information for human postural control: integrating touch and vision. *Experimental brain research*. 2000;134(1):107-25.
90. Lafond D, Corriveau H, Prince F. Postural control mechanisms during quiet standing in patients with diabetic sensory neuropathy. *Diabetes care*. 2004;27(1):173-8.
91. Rostkowska E, Bak M, Samborski W. Body posture in women after mastectomy and its changes as a result of rehabilitation. *Adv Med Sci*. 2006;51(2):287-97.
92. Pollock AS, Durward BR, Rowe PJ, Paul JP. What is balance? *Clinical rehabilitation*. 2000;14(4):402-6.
93. Horak FB. Clinical measurement of postural control in adults. *Physical therapy*. 1987;67(12):1881-5.
94. Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & posture*. 1995;3(4):193-214.
95. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Theory and practical applications. *Motor Control*. 1995.
96. Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor control: translating research into clinical practice*: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
97. Woollacott MH, Shumway-Cook A. Postural dysfunction during standing and walking in children with cerebral palsy: what are the underlying problems and what new therapies might improve balance? *Neural plasticity*. 2005;12(2-3):211-9.
98. Karlsson A, Frykberg G. Correlations between force plate measures for assessment of balance. *Clinical Biomechanics*. 2000;15(5):365-9.
99. Park H-J, Sim T, Suh S-W, Yang JH, Koo H, Mun JH. Analysis of coordination between thoracic and pelvic kinematic movements during gait in adolescents with idiopathic scoliosis. *European Spine Journal*. 2016;25(2):385-93.
100. Chockalingam N, Dangerfield PH, Rahmatalla A, Ahmed E-N, Cochrane T. Assessment of ground reaction force during scoliotic gait. *European spine journal*. 2004;13(8):750-4.
101. Mahaudens P, Detrembleur C, Mousny M, Banse X. Gait in adolescent idiopathic scoliosis: energy cost analysis. *European Spine Journal*. 2009;18(8):1160-8.
102. Leblebici G, Tarakci E, Akalan E, Kasapcopur O. Investigation of the effects of improvement in function on foot pressure, balance and walking in children with upper extremity affected. *Gait & Posture*. 2022;97:S52-S3.

103. Harbourne R, Kamm K. Upper extremity function: What's posture got to do with it? *Journal of Hand Therapy*. 2015;28(2):106-13.
104. Zulkapli NZ, Saat N, Kamaralzaman S. Postural control influence on upper extremity function among children with cerebral palsy: a literature review. *Malay J Health Sci*. 2016;14:11-21.
105. Horak FB. Postural Control. In: Binder MD, Hirokawa N, Windhorst U, editors. *Encyclopedia of Neuroscience*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2009. p. 3212-9.
106. Souza L, Lemos T, Silva DC, de Oliveira JM, Guedes Corrêa JF, Tavares PL, et al. Balance Impairments after Brachial Plexus Injury as Assessed through Clinical and Posturographic Evaluation. *Front Hum Neurosci*. 2015;9:715.
107. Tsao H, Galea M, Hodges P. Reorganization of the motor cortex is associated with postural control deficits in recurrent low back pain. *Brain*. 2008;131(8):2161-71.
108. Kantak SS, Jones-Lush LM, Narayanan P, Judkins TN, Wittenberg GF. Rapid plasticity of motor corticospinal system with robotic reach training. *Neuroscience*. 2013;247:55-64.
109. Vachranukunkiet T, Esquenazi A. Pathophysiology of gait disturbance in neurologic disorders and clinical presentations. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*. 2013;24(2):233-46.
110. Yizhar Z, Boulos S, Inbar O, Carmeli E. The effect of restricted arm swing on energy expenditure in healthy men. *Int J Rehabil Res*. 2009;32(2):115-23.
111. Ustinova KI, Langenderfer JE, Balendra N. Enhanced arm swing alters interlimb coordination during overground walking in individuals with traumatic brain injury. *Human movement science*. 2017;52:45-54.
112. Wagenaar R, Van Emmerik R. Resonant frequencies of arms and legs identify different walking patterns. *Journal of biomechanics*. 2000;33(7):853-61.
113. Donker SF, Beek PJ. Interlimb coordination in prosthetic walking: effects of asymmetry and walking velocity. *Acta psychologica*. 2002;110(2-3):265-88.
114. Van de Walle P, Meyns P, Desloovere K, De Rijck J, Kenis J, Verbecque E, et al. Age-related changes in arm motion during typical gait. *Gait & posture*. 2018;66:51-7.
115. Ledebt A. Changes in arm posture during the early acquisition of walking. *Infant Behavior and Development*. 2000;23(1):79-89.
116. Roemmich RT, Field AM, Elrod JM, Stegemöller EL, Okun MS, Hass CJ. Interlimb coordination is impaired during walking in persons with Parkinson's disease. *Clinical Biomechanics*. 2013;28(1):93-7.
117. Chiu S-L, Chou L-S. Effect of walking speed on inter-joint coordination differs between young and elderly adults. *Journal of biomechanics*. 2012;45(2):275-80.
118. Meyns P, Desloovere K, Molenaers G, Swinnen SP, Duysens J. Interlimb coordination during forward and backward walking in primary school-aged children. *Plos one*. 2013;8(4):e62747.

119. Pontzer H, Holloway 4th JH, Raichlen DA, Lieberman DE. Control and function of arm swing in human walking and running. *Journal of experimental biology*. 2009;212(4):523-34.
120. Thibaudier Y, Tan AQ, Peters DM, Trumbower RD. Differential deficits in spatial and temporal interlimb coordination during walking in persons with incomplete spinal cord injury. *Gait & posture*. 2020;75:121-8.
121. Kaupp C, Pearcey GE, Klarnert T, Sun Y, Cullen H, Barss TS, et al. Rhythmic arm cycling training improves walking and neurophysiological integrity in chronic stroke: the arms can give legs a helping hand in rehabilitation. *Journal of neurophysiology*. 2018;119(3):1095-112.
122. Whittle MW. *Gait analysis: an introduction*: Butterworth-Heinemann; 2014.
123. Bilney B, Morris M, Webster K. Concurrent related validity of the GAITRite® walkway system for quantification of the spatial and temporal parameters of gait. *Gait & posture*. 2003;17(1):68-74.
124. Corporation B. *Bertec Workbook Program Documentation*. 1.2.0 ed2014.
125. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*: Routledge; 2013.
126. Grodner MR, Dudziński K, Zdrajkowski Z, Molik A, Nosarzewska A. Selected gait parameters in children with obstetric brachial plexus injury (OBPI)-a pilot study. *Ortopedia, Traumatologia, Rehabilitacja*. 2012;14(6):555-68.
127. Buyken AE, Karaolis-Danckert N, Remer T. Association of prepubertal body composition in healthy girls and boys with the timing of early and late pubertal markers. *The American journal of clinical nutrition*. 2009;89(1):221-30.
128. Rogol AD, Clark PA, Roemmich JN. Growth and pubertal development in children and adolescents: effects of diet and physical activity. *The American journal of clinical nutrition*. 2000;72(2):521S-8S.
129. Jacquelin Perry M. *Gait analysis: normal and pathological function*. New Jersey: SLACK. 2010.
130. Müller J, Müller S, Baur H, Mayer F. Intra-individual gait speed variability in healthy children aged 1–15 years. *Gait & Posture*. 2013;38(4):631-6.
131. Bach MM, Daffertshofer A, Dominici N. The development of mature gait patterns in children during walking and running. *European journal of applied physiology*. 2021;121(4):1073-85.
132. Gieysztor E, Kowal M, Paprocka-Borowicz M. Gait Parameters in Healthy Preschool and School Children Assessed Using Wireless Inertial Sensor. *Sensors*. 2021;21(19):6423.
133. Schedler S, Abeck E, Muehlbauer T. Relationships between types of balance performance in healthy individuals: Role of age. *Gait & Posture*. 2021;84:352-6.
134. Voss S, Joyce J, Biskis A, Parulekar M, Armijo N, Zampieri C, et al. Normative database of spatiotemporal gait parameters using inertial sensors in typically developing children and young adults. *Gait & posture*. 2020;80:206-13.

135. Meyns P, Molenaers G, Duysens J, Jonkers I. The differential effect of arm movements during gait on the forward acceleration of the centre of mass in children with cerebral palsy and typically developing children. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2017;11:96.
136. Huang M, Yick KL, Ng SP, Yip J, Cheung RT. The effect of support surface and footwear condition on postural sway and lower limb muscle action of the older women. *PLoS One*. 2020;15(6):e0234140.
137. Kennedy RA, Carroll K, McGinley JL, Paterson KL. Walking and weakness in children: a narrative review of gait and functional ambulation in paediatric neuromuscular disease. *Journal of foot and ankle research*. 2020;13(1):1-15.
138. Carcreff L, Gerber CN, Paraschiv-Ionescu A, De Coulon G, Newman CJ, Aminian K, et al. Comparison of gait characteristics between clinical and daily life settings in children with cerebral palsy. *Scientific reports*. 2020;10(1):1-11.
139. Gieysztor E, Pecuch A, Kowal M, Borowicz W, Paprocka-Borowicz M. Pelvic symmetry is influenced by asymmetrical tonic neck reflex during young children's gait. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;17(13):4759.
140. Femery V, Moretto P, Renaut H, Thévenon A, Linsel G. Measurement of plantar pressure distribution in hemiplegic children: changes to adaptive gait patterns in accordance with deficiency. *Clinical Biomechanics*. 2002;17(5):406-13.
141. Bonnefoy-Mazure A, Sagawa Jr Y, Lascombes P, De Coulon G, Armand S. A descriptive analysis of the upper limb patterns during gait in individuals with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*. 2014;35(11):2756-65.
142. Stephenson JL, Lamontagne A, De Serres SJ. The coordination of upper and lower limb movements during gait in healthy and stroke individuals. *Gait & posture*. 2009;29(1):11-6.
143. Günel MK, Türker D, Ozal C, Kara OK. Physical management of children with cerebral palsy. *Cerebral Palsy-challenges for the future: IntechOpen*. 2014:29-72.
144. Garcia RK. *Stepping-in-place performance as an indicator of ambulation proficiency in adults with hemiparesis and age-matched healthy adults*: New York University; 1997.
145. Souza L, Lemos T, Silva DC, De Oliveira JM, Guedes Correa JF, Tavares PL, et al. Balance impairments after brachial plexus injury as assessed through clinical and posturographic evaluation. *Frontiers in human neuroscience*. 2016;9:715.
146. Nikityuk I, Vissarionov S. Assessment of Postural Balance in Children with Consequences of Birth Damage to Peripheral Nerves of the Upper Limbs. *Human Physiology*. 2022;48(4):381-90.
147. Pavlova O, Roschin V, Sidorova M, Selionov V, Kulikov M, Staritsyn A. Method for qualitative and quantitative assessment of proprioceptive perception of single-joint arm movements. *Human Physiology*. 2018;44(4):445-55.
148. Naito E, Morita T, Amemiya K. Body representations in the human brain revealed by kinesthetic illusions and their essential contributions to motor control and corporeal awareness. *Neuroscience Research*. 2016;104:16-30.

149. Bruijn SM, Sloot LH, Kingma I, Pijnappels M. Contribution of arm movements to balance recovery after tripping in older adults. *Journal of biomechanics*. 2022;133:110981.
150. Collins SH, Adamczyk PG, Kuo AD. Dynamic arm swinging in human walking. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2009;276(1673):3679-88.
151. Wdowski MM, Duncan MJ, Pennell A, Hill MW. Changes in joint kinematics and dynamic postural stability with free and restricted arm movements in children. *Gait & Posture*. 2021;88:47-53.
152. Dicharry J. Kinematics and kinetics of gait: from lab to clinic. *Clinics in sports medicine*. 2010;29(3):347-64.
153. Hill MW, Wdowski MM, Pennell A, Stodden DF, Duncan MJ. Dynamic postural control in children: do the arms lend the legs a helping hand? *Frontiers in physiology*. 2019;9:1932.
154. Ivanenko Y, Gurfinkel VS. Human postural control. *Frontiers in neuroscience*. 2018;12:171.
155. Şimşek D, Ertan H. Postural kontrol ve spor: spor branşlarına yönelik postural sensör-motor stratejiler ve postural salınım. *Spor metre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. 2011;9(3):81-90.
156. Bingham JT, Choi JT, Ting LH. Stability in a frontal plane model of balance requires coupled changes to postural configuration and neural feedback control. *Journal of neurophysiology*. 2011;106(1):437-48.
157. Hilliard MJ, Martinez KM, Janssen I, Edwards B, Mille M-L, Zhang Y, et al. Lateral balance factors predict future falls in community-living older adults. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2008;89(9):1708-13.
158. Kelly JW, Riecke B, Loomis JM, Beall AC. Visual control of posture in real and virtual environments. *Perception & psychophysics*. 2008;70(1):158-65.
159. Steindl R, Kunz K, Schrott-Fischer A, Scholtz A. Effect of age and sex on maturation of sensory systems and balance control. *Developmental medicine and child neurology*. 2006;48(6):477-82.
160. Wingert JR, Burton H, Sinclair RJ, Brunstrom JE, Damiano DL. Joint-position sense and kinesthesia in cerebral palsy. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2009;90(3):447-53.
161. Cimolin V, Galli M, Vismara L, Grugni G, Priano L, Capodaglio P. The effect of vision on postural strategies in Prader–Willi patients. *Research in developmental disabilities*. 2011;32(5):1965-9.
162. Donker SF, Ledebt A, Roerdink M, Savelsbergh GJ, Beek PJ. Children with cerebral palsy exhibit greater and more regular postural sway than typically developing children. *Experimental brain research*. 2008;184(3):363-70.
163. Douris PC, Handrakis JP, Gendy J, Salama M, Kwon D, Brooks R, et al. Fatiguing upper body aerobic exercise impairs balance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011;25(12):3299-305.

164. Wassinger CA, McKinney H, Roane S, Davenport MJ, Owens B, Breese U, et al. The influence of upper body fatigue on dynamic standing balance. *International journal of sports physical therapy*. 2014;9(1):40.

9. EKLER

Ek-1: Etik Kurul İzni



T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 16969557-1505

Konu : ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 24 EKİM 2018 ÇARŞAMBA
Toplantı No : 2018/25
Proje No : GO 18/1001 (Değerlendirme Tarihi: 24.10.2018)
Karar No : GO 18/1001-39

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü öğretim üyelerinden Prof. Dr. Akmer MUTLU'nun sorumlu araştırmacı olduğu, Doç. Dr. Tüzün FIRAT, Doç. Dr. Semra TOPUZ, Uzm. Fzt. Azize Reda TUNÇ'un doktora tezi olan, GO 18/1001 kayıt numaralı, "*Obstetrik Brakial Pleksus Paralizisi Olan Bireylerde Yürüyüş, Koşu ve Denge Parametrelerinin Değerlendirilmesi*" başlıklı proje önerisi araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, 01 Aralık 2018-01 Aralık 2019 tarihleri arasında geçerli olmak üzere etik açıdan uygun bulunmuştur.

1. Prof. Dr. Nurten AKARSU	Başkan)	10 Doç. Dr. Gözde GİRGİN	(Üye)
2. Prof. Dr. Sevda F. MÜFTÜ	(Üye)	11 Doç. Dr. Fatma Visal OKUR	(Üye)
İZİNLİ			
3. Prof. Dr. M. Yıldırım SARA	(Üye)	12. Doç. Dr. Can Ebru KURT	(Üye)
İZİNLİ		İZİNLİ	
4. Prof. Dr. Necdet SAĞLAM	Üye)	13. Doç. Dr. H. Hüsrev TURNAGÖL	(Üye)
5. Prof. Dr. Hatice Doğan BÜ	Üye)	14. Dr. Öğr. Üyesi Özay GÖKÖZ	
6. Prof. Dr. R. Köksal ÖZGÜL	Üye)	15. Dr. Öğr. Üyesi Müge DEMİR	
7. Prof. Dr. Ayşe Lale DOĞAL	Üye)	İZİNLİ	
		16. Öğr. Gör. Dr. Meltem ŞENGELEN	(Üye)
8. Prof. Dr. Mintaze Kerem Gİ	Üye)	17. Av. Meltem ONURL	ye)
9. Prof. Dr. Oya Nuran EMİR	Üye)		

Ek-2: Aydınlatılmış Onam Formu

ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN EBEVEYN AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU (Kontrol Grubu)

Fizyoterapistin Açıklaması:

Sayın Anne/Baba/Bakımveren,

‘Obstetrik Brakiyal Pleksus Yaralanması Olan Bireylerde Yürüyüş ve Koşu Parametrelerinin Değerlendirilmesi’ isimli bu çalışma, obstetrik brakiyal pleksus yaralanması olan çocuklarda yürüyüş ve koşu değerlendirmesi yaparak obstetrik brakiyal pleksus yaralanmalı çocukların yürüyüş ve koşu değerlerinde belirgin değişiklikler olup olmadığını araştırmaktadır. Bu araştırma Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü tarafından yapılacaktır ve bu araştırmanın yapılmasında bir sakınca görülmemiş ve gerekli izin verilmiştir. Sizin de anne/baba/bakımveren olduğunuz çocuğunuzun bu araştırmaya katılmasını öneriyoruz. Ancak hemen söyleyelim ki bu araştırmaya katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayanır. Kararınızdan önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz.

Eğer çocuğunuzun araştırmaya katılmasını kabul ederseniz Prof. Dr. Akmer Mutlu, Uzm. Fzt. Azize Reda Tunç ve arkadaşları tarafından çocuğunuzun bir halı platform üzerinde yürüyüş ve koşu sırasındaki bilgileri bilgisayar programına aktaran bir cihaz ile yapılacaktır. Ayrıca çocuğunuzun kollarının fonksiyonları ile, bacaklarının fonksiyonları da belirli aktiviteler içerisinde değerlendirilecektir. Değerlendirme işlemi tek seferde yapılacaktır ve yaklaşık 15-20 dakika sürecektir. Bu işlemler sırasında çocuğunuzun kesinlikle hiç canı yanmayacaktır.

Anne/Baba/Bakımvereni olduğunuz çocuğunuzun bu çalışmaya katılması için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığı için size ek bir ödeme de yapılmayacaktır. Aklınıza şimdi gelen veya daha sonra gelecek olan soruları istediğiniz zaman Prof.Dr. Akmer Mutlu’ya (0 532 204 92 24) ve Uzm.Fzt. Azize Reda Tunç’a (0 506 351 07 72) sorabilirsiniz. Yirmidört saat ulaşabileceğiniz telefon numaraları ve adresler aşağıda yazıyor.

Değerlendirmeler sırasında oluşabilecek riskler: Çalışma kapsamında yapılacak olan değerlendirmeler hiçbir risk içermemektedir. Değerlendirmeleriniz araştırma dışında hiçbir amaçla ve yerde kullanılmayacaktır.

Yapılacak çalışmanın getireceği olası yararlar: Değerlendirmemizin yararlarının gerek çocukların gerekse de topluma olumlu yansımalarının olacağı ve de çalışmamızın bir sonraki çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir. Bu çocuklarda yürüyüş ve koşu sırasında etkilenen faktörlerin detaylı olarak analiz edilmesi rehabilitasyonda odaklanması gereken fonksiyonel yetersizlikler açısından yol gösterici olacaktır. Ayrıca bu çalışmanın sonuçlarını okuyacak olan terapistlerin tedavi programlarına karar vermelerinde etkin olacaktır.

Bu çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır. Yine çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekmek hakkına da sahipsiniz.

Anne/Baba/Bakımveren Beyanı :

Anne/Baba/Bakımvereni bulduğum çocuğun Sayın Prof. Dr. Akmer Mutlu, Uzm.Fzt. Azize Reda Tunç' ve arkadaşları tarafından yapılacak bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler aktararak bilgilendirilmiştir. Bu bilgilerden sonra anne/baba/bakımveren bulduğum çocuğun böyle bir araştırmaya "katılımcı" olarak davet edilip ve onayımız istenmiştir.

Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında anne/baba/bakımveren bulduğum çocuğun kişisel bilgilerinin ihtimamla korunacağı konusunda bize yeterli güven verilmiştir.

Anne/Baba/Bakımvereni bulduğum çocuğun araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmeyecektir.

Anne/Baba/Bakımveren bulduğum çocuğa bir ödeme de yapılmayacaktır.

Araştırmaya katılması konusunda anne/baba/bakımveren bulduğum çocuğa zorlayıcı bir davranışta bulunulmamıştır.

Anne/Baba/Bakımvereni bulduğum çocuk için yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayız. Anne/Baba/Bakımvereni bulduğum çocuk için ben kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda; öğrenci adı geçen bu araştırmada "katılımcı" olarak yer alma davetini gönüllülük içerisinde kabul etmiş ve anne/baba/bakımveren olarak tarafımdan onaylanmıştır.

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

.....**adlı**

Anne/Baba/Bakımvereni Adı-Soyadı:

Adres:

Telefon:

İmza:

Görüşme Tanığının Adı-Soyadı:

Adres:

Telefon:

İmza:

Katılımcı İle Görüşen Fizyoterapist

Sorumlu Araştırmacının Adı soyadı, ünvanı: Prof. Dr. Akmer Mutlu

Adres:

Telefon:

Yardımcı Araştırmacının Adı soyadı, ünvanı: Uzm.Fzt. Azize Reda Tunç

Adres:

Telefon:

ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN ÇOCUK RIZA FORMU

Sevgili Kardeşim,

Benim adım Fizyoterapist Azize Reda Tunç. Ben ve arkadaşlarım senin yaşındaki çocukların yürüyüş ve koşu bilgileri ile ilgili bir araştırma yapıyoruz. Amacımız yürüyüş ve koşu değerlerini belirlemek ve değerleri etkileyecek faktörlerle ilişkisi olup olmadığını öğrenmektir. Araştırma ile yeni bilgiler öğreneceğiz. Bu araştırmaya katılmanı öneriyoruz.

Araştırmayı ben, Fizyoterapist Azize Reda Tunç ve başka bazı abi ve ablalarla birlikte yapıyoruz. Bu araştırmaya katılacak olursan bilgisayara bilgi aktaran bir halı üzerinde yürüme ve koşmanı değerlendireceğiz. Yürüyüş ve koşmanı değerlendirilirken ve diğer testler yapılırken canın hiç acımayacaktır.

Bu araştırmanın sonuçları senin gibi vücudunun bir tarafındaki kolunu kullanmakta güçlük çeken çocuklar için yararlı bilgiler sağlayacaktır. Bu araştırmanın sonuçlarını başka fizyoterapist ve doktorlara da söyleyeceğiz, sonuçları bildireceğiz ama senin adını söylemeyeceğiz.

Bu araştırmaya katılıp katılmamak için karar vermeden önce anne ve baban ile konuşup onlara danışmalısın. Onlara da bu araştırmadan bahsedip onaylarını/izinlerini alacağız. Anne ve baban tamam deseler bile sen kabul etmeyebilirsin. Bu araştırmaya katılmak senin isteğine bağlı ve istemezsen katılmazsın. Bu nedenle hiç kimse sana kızmaz ya da küsmez. Önce katılmayı kabul etsen bile sonradan vazgeçebilirsin, bu tamamen sana bağlı. Kabul etmediğin durumda da fizyoterapist abi ve ablalar sana önceden olduğu gibi iyi davranır, önceye göre farklılık olmaz.

Aklına şimdi gelen veya daha sonra gelecek olan soruları istediğin zaman bana sorabilirsin. Telefon numaram ve adresim bu kağıtta yazıyor. Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorsan aşağıya lütfen adını ve soyadını yaz ve imzanı at. İmzaladıktan sonra sana ve ailine bu formun bir kopyası verilecektir.

Çocuğun adı, soyadı:

Çocuğun imzası:

Tarih:

Velisinin adı, soyadı:

Velisinin imzası:

Tarih:

Araştırmacının adı, soyadı, ünvanı:

Adres :

Tel:

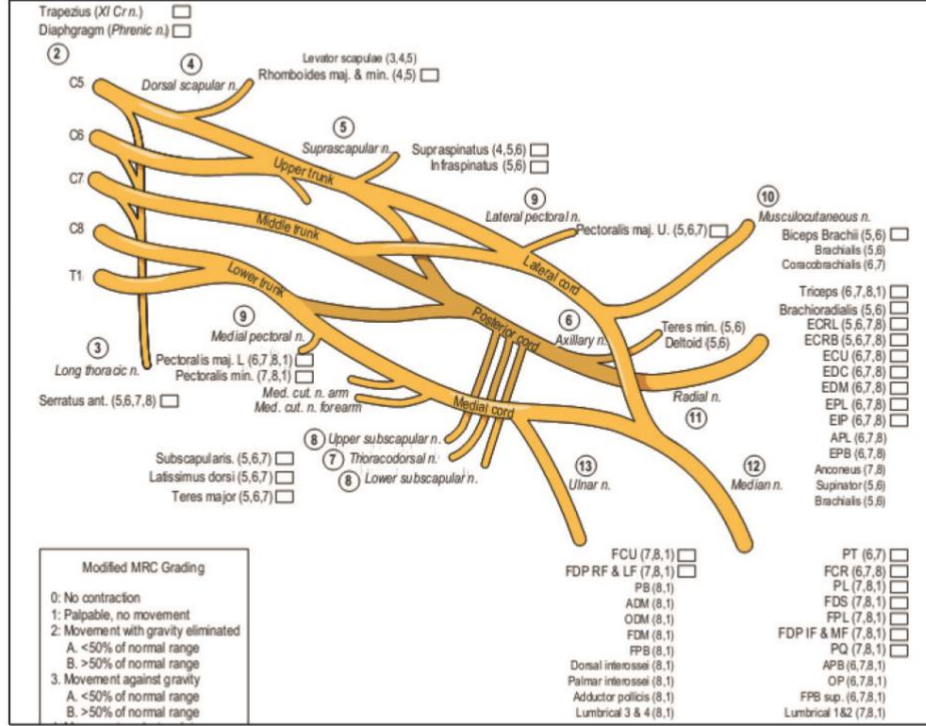
İmza:

Tarih:

Ek-3: Değerlendirme Formu

Tez Çalışması Obstetrik Brakiyal Pleksus Paralizi Değerlendirme Formu

Çocuk		Anne
Ad-Soyad:	Etkilenen Taraf:	Yaş:
Doğum Tarihi/Yaşı:	Narakas Tip:	Boy/Kilo:
Doğum Kilosu:	Horner:	Doğumdaki Kilo:
Şu Anki Kilosu:	Torticollis:	Gebelikte Alınan Kilo:
Doğumdaki Boyu/Şu Anki Boyu:	Winging:	Kaçıncı Doğum/Çocuk Sayısı:
Doğum Uzunluğu:	Phrenic Palsy:	Soygeçmiş/Özgeçmiş:
Doğum Yeri:	Ek Patoloji:	Ek Patoloji:



Aktif Hareket Skalası		Skor	Omuz Fleks	
Yerçekimi Elimine	Kontraksiyon yok	0	Omuz Abd	
	Kontraksiyon var, hareket yok	1	Omuz Dış / İç Rot	/
	Hareket $\leq 1/2$ hareket genişliği	2	Dirsek Fleks	
Yerçekimine Karşı	Hareket $> 1/2$ hareket genişliği	3	Dirsek Ekst	
	Hareket $\leq 1/2$ hareket genişliği	5	Önkol Pronasyon	
	Hareket $> 1/2$ hareket genişliği	6	Önkol Supinasyon	
	Tam hareket	7	El Bileği Fleks/Ekst	/

Ek-4: Bildiri Özeti



JOURNAL OF
EXERCISE THERAPY
AND REHABILITATION

Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation. 2020;Sup (2)

SÖZEL BİLDİRİLER/ ORAL PRESENTATIONS

SAYFA

- S27 MULTİPL SKLEROZ HASTALARINDA MOBİL UYGULAMANIN POZİSYON DUYUSU, DENGE VE MOBİLİTE ÜZERİNE ETKİSİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: PİLOT ÇALIŞMA
THE COMPARISON OF THE EFFECTS OF MOBILE APPLICATION ON POSITION SENSE, BALANCE AND MOBILITY IN MULTIPLE SCLEROSIS PATIENTS: PILOT STUDY
Yasemin ATEŞ, Nezhat Özgül ÜNLÜER
- S28 OBSTETRİK BRAKİYAL PLEKSUS YARALANMASI OLAN ÇOCUKLARDA YÜRÜYÜŞÜN ZAMAN MESAFE PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ: PİLOT ÇALIŞMA
INVESTIGATION OF TIME DISTANCE PARAMETERS OF GAIT IN CHILDREN WITH OBSTETRIC BRACHIAL PLEXUS INJURY: A PILOT STUDY
Reda TUNÇ, Semra TOPUZ, Akmer MUTLU
- S29 AKUT ÜST EKSTREMİTE YANIKLARINA UYGULANAN AYNA TERAPİSİNİN EKLEM HAREKET AÇIKLIĞI, AĞRI VE FONKSİYONELLİK ÜZERİNE ETKİSİ: ÖN ÇALIŞMA
THE EFFECT OF MIRROR THERAPY APPLIED TO ACUTE UPPER EXTREMITY BURNS ON JOINT MOTION, PAIN AND FUNCTIONALITY: PRELIMINARY STUDY
Mine SEYYAH, Semra TOPUZ



OBSTETRİK BRAKİYAL PLEKSUS YARALANMASI OLAN ÇOCUKLARDA YÜRÜYÜŞÜN ZAMAN MESAFE
PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ: PİLOT ÇALIŞMA

Reda TUNÇ¹, Semra TOPUZ², Akmer MUTLU²

Lokman Hekim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara
Hacettepe Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi, Ankara

Amaç: Bu çalışma Obstetrik Brakiyal Pleksus Yaralanması (OBPY) olan çocuklarda yürüyüşün zaman mesafe karakteristiklerini değerlendirmek ve sağlıklılarla karşılaştırmak amacıyla planlandı.

Yöntem: Çalışmaya, yaş ortalaması 6,4±1,81 yıl olan, 15 OBPY'li ve yaş ortalaması 6,2 ± 1,42 yıl olan 15 sağlıklı çocuk dahil edildi. Çalışmaya katılan bireylerin demografik bilgileri kaydedildi. OBPY tanılı çocukların 14'ünde sağ ekstremitede, 1'inde sol ekstremitede tutulumu vardı. Her iki gruba dahil edilen bireylerin yürüyüş zaman-mesafe karakteristikleri (kadans, adım süresi ve adım uzunlukları) GAITRite elektronik yürüyüş yolu ile değerlendirildi. Gruplar arasındaki istatistiksel karşılaştırmalar ve OBPY olan çocuklarda GaitRite ile elde edilen parametrelerin grup içi karşılaştırmaları için "Mann-Whitney U Testi" kullanıldı.

Sonuçlar: İki grup arasındaki karşılaştırmalarda, kadans ve sağ-sol adım süreleri arasında OBPY ve sağlıklı kontroller arasında fark bulunmadı (p>0,05). Bununla birlikte OBPY'li çocukların grup içi karşılaştırmalarında, etkilenmiş tarafın karşı yönündeki alt ekstremitede adım uzunluklarının daha fazla olduğu yönünde anlamlı fark bulundu (p=0,050).

Tartışma: OBPY olan çocuklarda, yürüyüşün zaman mesafe karakteristikleri açısından grupların sonuçlarında benzerliğin, OBPY olan çocuklarda ekstremitenin asimetrik formu ve kullanımına bağlı olarak geliştirilen kompensasyon mekanizmalarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Katılımcı sayısının artırılması ile yapılacak analizlerin yürüyüş parametrelerinde daha net sonuçlar elde edilmesine katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: obstetrik brakiyal pleksus yaralanması, yürüyüş parametreleri, yürüyüş analizi

INVESTIGATION OF TIME DISTANCE PARAMETERS OF GAIT IN CHILDREN WITH OBSTETRIC BRACHIAL PLEXUS
INJURY: A PILOT STUDY

Purpose: This study was planned to evaluate the time-distance characteristics of walking in children with Obstetric Brachial Plexus Injury (OBPI) and to compare them with healthy children.

Methods: Fifteen healthy children with a mean age of 6.4 ± 1.81 years, 15 OBPI and mean age of 6.2 ± 1.42 years were included in the study. Demographic information of the individuals was recorded. 14 of the children diagnosed with OBPI had right extremity involvement and 1 had left extremity involvement. Gait time-distance characteristics (cadence, stride duration and stride length) of the individuals included in both groups were evaluated using the GAITRite electronic gait path. The "Mann-Whitney U Test" was used for statistical comparisons between groups and for intragroup comparisons of parameters obtained by GaitRite in children with OBPI.

Results: In the comparisons between the two groups, no difference was found between cadence and right-left step times between OBPI and healthy controls (p>0.05). However, in the in-group comparisons of children with OBPI, a significant difference was found that the lower extremity step lengths on the opposite side of the affected side were greater (p=0.050).

Conclusion: It is thought that the similarity in the results of the groups in terms of the time-distance characteristics of walking in children with OBPI may be due to the asymmetric form of the extremity and the compensation mechanisms developed depending on the use of children with OBPI. The analysis to be made by increasing the number of participants will contribute to obtaining clearer results in walking parameters.

Keywords: obstetric brachial plexus injury, gait parameters, gait analysis



Ek-5: Yayın Kabulü

Sayın Azize Reda TUNÇ,

Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi'ne göndermiş olduğunuz **TJPR-1142578 ID** kayıt numaralı ve « **Obstetrik Brakiyal Pleksus Yaralanması Olan Çocuklarda Ölçülen Postural Salınım Değerleri Tipik Gelişim Gösteren Çocuklardan Farklı Mıdır?»** başlıklı makalenizin değerlendirme süreci tamamlanmıştır.

Makalenizin Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi'nde basılmak üzere **kabul edildiğini** bildiririz. Dizgi aşamasında, makaleniz son kontrol için tarafınıza ulaştırılacaktır.

Yayın kurulu adına, Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi'ne göstermiş olduğunuz ilgiye teşekkür eder; başarılı çalışmalarınızın devamını dilerim.

Saygılarımla

Prof. Dr. Yasemin Buran Çırak

Alan Editörü

Ek-6: Dijital Makbuz



Dijital Makbuz

Bu makbuz ödevinizin Turnitin'e ulaştığını bildirmektedir. Gönderiminize dair bilgiler şöyledir:

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: Reda Tunç
Ödev başlığı: SEMRA TOPUZ
Gönderi Başlığı: OBSTETRİK BRAKİYAL PLEKSUS YARALANMASI OLAN ve TİPİK ...
Dosya adı: Turnitin.docx
Dosya boyutu: 1.64M
Sayfa sayısı: 59
Kelime sayısı: 12,460
Karakter sayısı: 91,488
Gönderim Tarihi: 26-Oca-2023 10:45ÖÖ (UTC+0300)
Gönderim Numarası: 1999719992



OBSTETRİK BRAKİYAL PLEKSUS YARALANMASI OLAN ve TİPİK GELİŞİM GÖSTEREN ÇOCUKLARIN YÜRÜME, KOŞMA ve DENGİ PARAMETRELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

ORJİNALLIK RAPORU

%7 BENZERLİK ENDEKSİ	%7 İNTERNET KAYNAKLARI	%1 YAYINLAR	%2 ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ
--------------------------------	----------------------------------	-----------------------	-------------------------------

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	%4
2	openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	%1
3	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	%1
4	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	<%1
5	Submitted to Hacettepe University Öğrenci Ödevi	<%1
6	Submitted to Haliç Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<%1
7	Submitted to Marmara University Öğrenci Ödevi	<%1
8	Submitted to TechKnowledge Turkey Öğrenci Ödevi	<%1
	acikerisim.pau.edu.tr:8080	

9	İnternet Kaynağı	<%1
10	uhsk.org İnternet Kaynağı	<%1
11	docs.neu.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1

Alıntıları çıkart Kapat
Bibliyografyayı Çıkart Kapat

Eşleşmeleri çıkar Kapat

10. ÖZGEÇMİŞ